



₹

2015

НЗЖ И ВМХ







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

Подписано в печать 4.02.2015

Адрес редакции
19991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8
Телефон для справок:
8 (495) 722-09-46
e-mail: redaktor@hij.ru
<http://www.hij.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

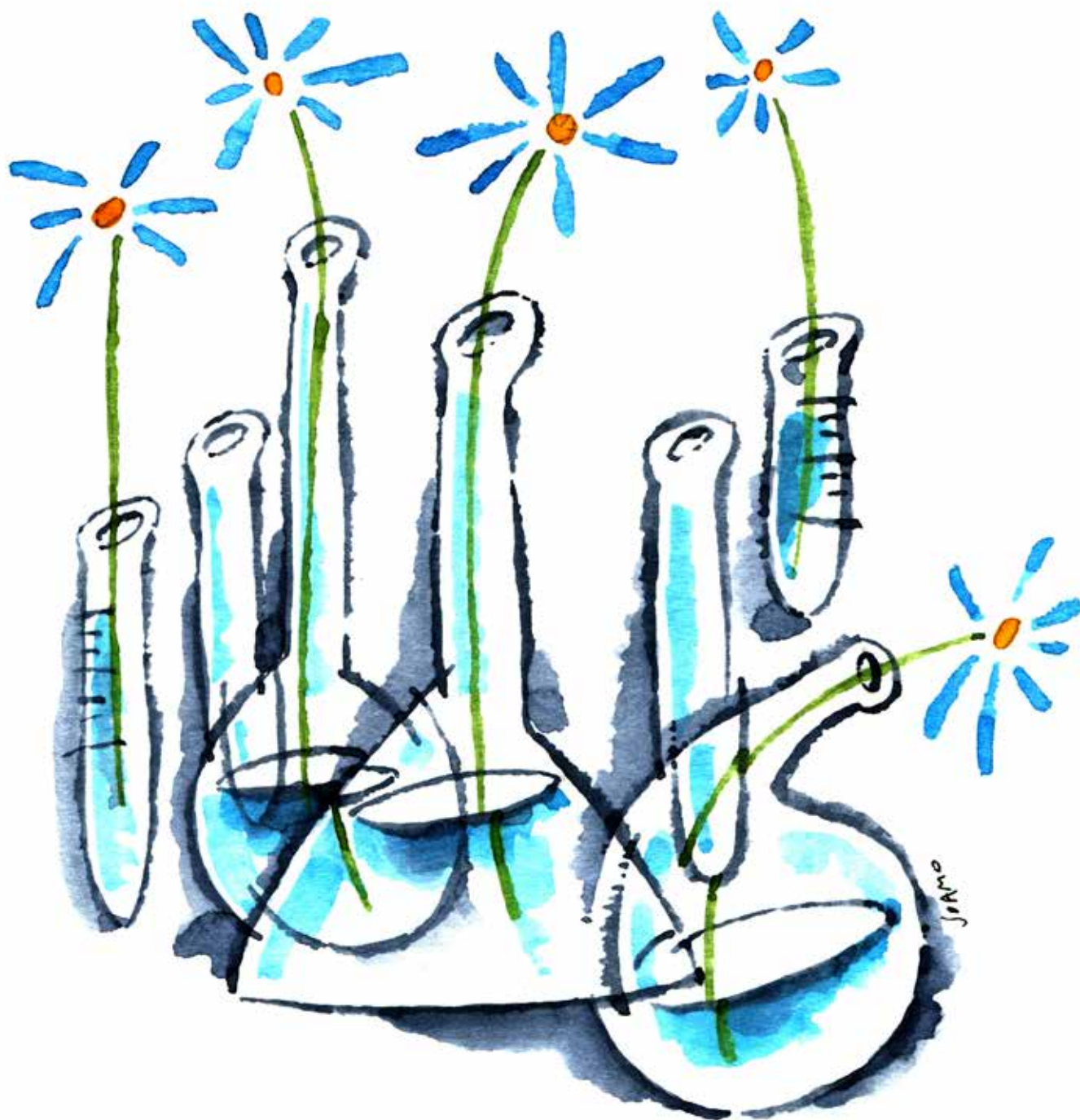
*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
работа Джоди Хьюгилл. Какие качества
особенно ценятся женщинами? На этот
вопрос у них нет однозначного ответа.
Читайте об этом в статье «"Муж или
любовник": вечная дилемма».*

*Если проблема
решается за деньги,
то это не проблема,
а расходы.*

Народная мудрость

Содержание

Размышления		
ХЕМОФИЛИЯ. Л.Стрельникова		2
Глубокий эконо		
НЕФТЬ, ДЖОУЛЬ, ДЕНЬГИ. С.А.Эйгенсон		12
Дискуссии		
МАГНИТОБИОЛОГИЯ: ЗАГАДКИ И ОТГАДКИ. А.Л.Бучаченко		16
Элемент №...		
БРОМ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А.Мотыляев		22
Проблемы и методы любви		
«МУЖ ИЛИ ЛЮБОВНИК»: ВЕЧНАЯ ДИЛЕММА. Д.А.Жуков		24
Нанофантастика		
НИЧЕГО ЛИШНЕГО. Софья Ролдугина		27
Здоровье		
ЗАЧЕМ МУЖЧИНАМ ЭСТРОГЕН. В.Благутина		28
Научный комментатор		
МИКРОЭКЗОНЫ И АУТИЗМ. Н.Резник		32
Тематический поиск		
НОВЫЙ ТУБЕРКУЛЕЗ И НОВЫЙ АНТИБИОТИК . Е.Клещенко		34
Проблемы и методы науки		
ОТ РАКА ВЫЛЕЧИТ ВЕРБЛЮД. О.С.Горяйнова		36
Дневник наблюдений		
ИГРЫ ХОЛОДНОКРОВНЫХ. Н.Анина		39
Проблемы и методы науки		
СОКРОВИЩА ЗУБНОГО КАМНЯ. Н.Л.Резник		42
Радости жизни		
ПУТЕШЕСТВИЯ «ЭНДЮРАНСА». О.О.Фейгин.....		46
Книги		
ПОКОРЕНИЕ СИБИРИ. К.Г.Михайлов		50
Что мы едим		
МАРГАРИНЫ И СПРЕДЫ. Н.Ручкина.....		54
Фантастика		
НИЧЕЙНЫЙ ФЕДОР. Анатолий Герасименко		56
Неизвестный Лем		
БОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ВОПРОСЫ. ГИБЕЛЬ ЗЕМЛИ.....		64
КНИГИ	7	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 62
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	10	ПИШУТ, ЧТО... 62
ИНФОРМАЦИЯ	9, 33	ПЕРЕПИСКА 64
КНИГИ	53	



Хемофилия

Л. Стрельникова

Ложка дегтя в бочке меда

Недавно, накануне Нового года, я побывала в Старом Осколе — одном из городов на Белгородчине, или, более широко, на территории Курской магнитной аномалии. Цель моей поездки весьма приятной — поучаствовать в открытии музея «Железно!» в роли одного из авторов проекта. Его инициировала, заказала и оплатила крупнейшая российская

металлургическая компания «Металлоинвест». Причина понятна: в окрестностях Старого Оскола расположены Лебединский и Михайловский горно-обогатительные комбинаты, а также Оскольский электрометаллургический комбинат, принадлежащие компании, и она кровно заинтересована в популяризации «железных» профессий среди молодежи.

Как автор концепции, а также текстов и сценариев в музее «Железно!», я была удовлетворена результатом, хотя мне угодить трудно (я человек придирчивый). Все наши идеи и содержание гениально упаковали в лаконичную и функциональную форму московские дизайнеры и архитекторы Георгий Никич, Михаил Лабазов и Михаил Емонтаев. Тот редкий случай, когда работа с дизайнерами при полном взаимопонимании доставила мне настоящее удовольствие. В результате Старый Оскол получил от «Металлоинвеста» воистину царский подарок — модное, стильное, современное, содержательное пространство, где можно не только узнать

все о железе, металлургии и железном веке, но и проводить встречи, смотреть кино, устраивать дискуссии, мастер-классы, конференции. Ничего подобного в Белгородской области до сих пор не было.

Новый музей передали под крыло Старооскольскому филиалу Московского института стали и сплавов, которому в момент открытия музея исполнилось 35 лет. Директором музея стала по совместительству Л.Н.Крафт, заведующая кафедрой химии. Ее, неравнодушного, активного и высокопрофессионального человека, конечно, волновало, какую работу организовать на новой территории, как развиваться. Обсуждение затянулось на многие часы.

Одна из целевых аудиторий музея такого рода — это, условно, учителя химии, которых можно было бы объединить в неформальный городской клуб. «К сожалению, не получится, — сказала Людмила Николаевна, — у нас в Старом Осколе нет учителей химии». Последовала немая сцена. «Это как?» — выдавила наконец я. Выяснилось, что в школах Старого Оскола химию не преподают — а зачем? Кому она нужна? Ведь никто не выбирает ЕГЭ по химии. И поскольку для чиновников весь смысл школьного образования сводится, судя по всему, к сдаче ЕГЭ, а образование без ЕГЭ — это деньги на ветер, то химия попала под нож.

Дальше начинается цепная реакция. Вчерашние старооскольские школьники, искренне желающие получить традиционную и востребованную в регионе профессию металлурга, приходят в институт. Приходят с нулевыми знаниями по химии. И приходится буквально вгонять в них курс химии в сжатые сроки — меньше, чем за семестр. По-хорошему за это время только с металлами можно разобраться, но курс по действующему стандарту должен охватывать всю химию во всей ее необъятности, включая органическую, аналитическую, физическую, высокомолекулярную, далее везде. И какой результат? Полагаю, вы и сами догадываетесь, я же не буду уточнять только из уважения к труду вузовских преподавателей, которые оказались просто заложниками ситуации.

Химия в контексте металлургии

А зачем металлургам знать химию? Химия — это химия, она для ученых-химиков и специалистов, работающих в области химической и нефтехимической промышленности, а металлургия — это... металлургия. Она с химией никак не связана, а в макроэкономическом смысле так даже и конкурирует — за энергетические ресурсы. Такие рассуждения, увы, нередко можно услышать из уст людей, далеких от химии и практической металлургии.

Вспомним, что железо находится в природе только в форме оксидов (например — магнетит, гематит, лимонит) и солей (например — пирит), которые кристаллизуются в прочные структуры. Может ли существовать железо в природе в чистом виде? Не может, легко окисляется — потому и нет залежей самородного железа. Исключение составляет железо, прилетевшее к нам из космоса в виде небесных камней — метеоритов. Но и здесь не чистое железо, а его сплав с никелем, то есть космическая нержавейка. Кстати, именно железные метеориты подсказали знаменитому химику Майклу Фарадею идею нержавеющей стали, когда он проанализировал крохотный кусочек железного метеорита из Британского музея и убедился, что это сплав железа с небольшими добавками никеля. Кто скажет, что это — не химический тест?

А дальше — больше. Чтобы вырвать железо из цепких и сильных объятий кислорода, нужна большая энергия и сильный восстановитель. В классическом доменном процессе роль восстановителя играют уголь и угарный газ, а благодаря высокой температуре процесс протекает в расплаве, что сильно увеличивает скорость реакции восстановления.



В современных процессах восстановителем стал водород. Оскольский электрометаллургический комбинат — сегодня один из самых современных металлургических заводов. Здесь сталь выплавляют в электродуговых печах, а железо получают не в классических домнах, а в установках прямого восстановления, где под действием водорода оксиды железа в руде восстанавливаются до чистого металла. Кстати, этот процесс впервые предложил знаменитый русский ученый Д.К.Чернов более ста лет назад.

Помню, как год назад В.С.Лисин, один из российских металлургических магнатов, на встрече в узком кругу предложил коротко и понятно объяснить присутствующим, как из руды получается чугун. Мне-то объяснять это не надо, я химик-технолог по образованию, да и в школе любила химию. Но помимо меня присутствовали несколько гуманитариев, в том числе и совсем молодых. Владимир Сергеевич схватил фломастер и на доске, которая стоит у него в кабинете, начал писать формулы! Оксид железа плюс углерод, стрелочка, железо плюс оксид углерода... Надо признать, объяснил коротко и толково. Все-таки инженер-металлург, получивший прекрасное школьное и высшее образование еще в советское время. Для присутствующих гуманитариев, по-моему, это было открытием Америки. А между тем, повторюсь, это примитивный школьный курс химии.

Образование окислы, кристаллизация металлов и сплавов под действием разного температурного режима, знаменитые точки Чернова (диаграммы состояния — это физическая химия), коррозия во всем многообразии ее механизмов, в основе которых лежат химические процессы... Какие доказательства еще нужны? Металлургия — это классическая неорганическая химия!

Вы скажете, что сплавы — это материаловедение. Можно и так назвать. Но материаловедение — это часть химии, потому что все без исключения материалы, в том числе и сплавы, состоят из веществ и их комбинаций, а именно это и есть предмет науки химия. Химия изучает вещества и их превращения, зависимость свойств веществ от их структуры. Не зная химии, невозможно заниматься материаловедением. Кстати, согласно одной из версий, слово «химия» происходит от греческого χυμα (хюма), что означает «литье» и «сплав». Иными словами, в изначальном смысле химия — это искусство металлургии.

Металлургия входит в тройку основных перерабатывающих отраслей по тоннажу производимой продукции — вместе с нефтепереработкой и производством цемента. Каждая дает более одного миллиарда тонн продукции в год. Мы перерабатываем нефть, чтобы извлечь из нее моторные топлива и другие ценные продукты. С помощью разнообразных процессов крекинга, начало которым положил еще в 1891 году замечательный русский инженер В.Г.Шухов, мы рвем длинные молекулы веществ, входящих в тяжелые фракции нефти, чтобы получить ценные керосин и бензин. Перерабатывая попутный нефтяной газ, мы получаем этилен, пропилен и бензол, чтобы на основе этих трех полупродуктов создать удивительный мир синтетических материалов, без которых нынешний мир немислим. Вот уж где химия!

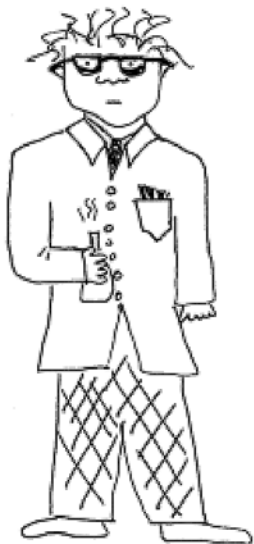
А что такое цемент? Искусственное неорганическое вяжущее вещество. Вещество капризное, сложное по структуре, но совершенно необходимое человечеству, потому что на цементе держатся все города и промышленные сооружения. Это не просто спеченные и измельченные известняк и глина. Это сложнейшая структура, включающая в себя оксиды кальция, кремния, алюминия, железа. У каждого из этих веществ — собственный характер, который надо знать, чтобы управлять ими. Поэтому неудивительно, что отцом русской цементной промышленности стал выдающийся русский химик А.Р.Шуляченко.

Любое вещество для своих нужд человечество берет из Земли, из ее природных кладовых. Но редко когда вещества существуют в природе в готовом для использования виде, как, скажем, самородные золото, серебро и платина, ртуть, вода и природный газ. Требуется много знаний, умений и усилий, чтобы извлечь из природных материалов то, что нам нужно. Кто анализирует состав природного сырья? Кто придумывает технологии, как лучше извлечь то или иное вещество из природных руд, превратить его во что-то необходимое и полезное? Как из нефти и попутного газа сделать полимеры, пластики, волокна, лекарства и все прочее? Химики, конечно. Так что химия буквально повсюду, она пронизывает все отрасли материального производства, заявляя о себе на разных его этапах. Без нее никакой промышленности не построить!

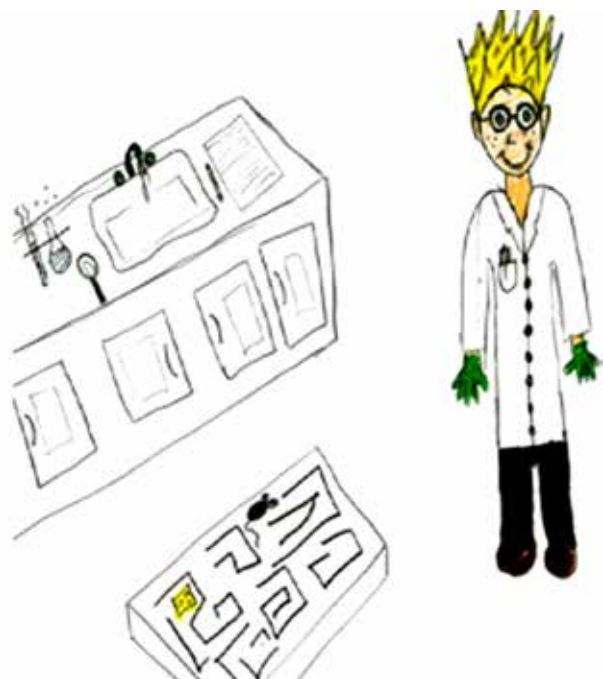
Наше химическое путешествие может быть бесконечным, потому что химия действительно везде и с каждым днем — все больше. Вот только в школах ее все меньше и меньше.

Оговорка по Фрейду

Мне кажется, это история о том, «как слово наше отзовется», даже если слово сказано необдуманно, в пылу дискуссии. Последствия будут всегда, особенно если слово произнесено высоким начальником. Помнится, пару лет назад нынешний министр науки и образования Д.В.Ливанов, доктор технических наук, выпускник и долгое время ректор МИСиСа, ляпнул в экран телевизора, что химия в школе не нужна, что лично ему она в жизни не пригодилась. Что-то в этом роде. Может быть, потом он пожалел о необдуманной фразе? Ведь не мог не знать образованный выпускник физико-химического факультета МИСиСа, что химия работает с веществом и материалами, включая металлы, и любой металловед в своей работе использует знания химии.



Not much of a personality
and more into their
work.



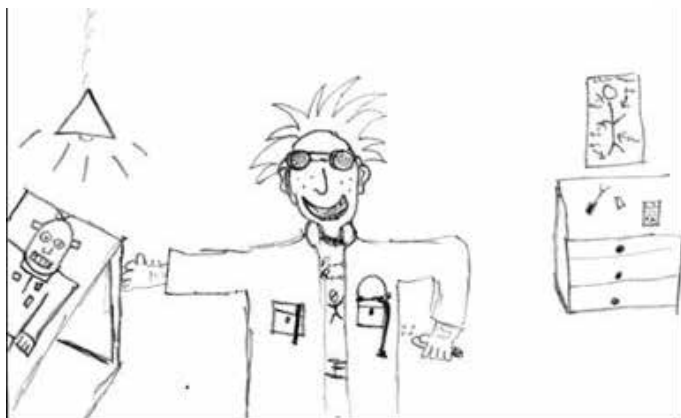
Но слово – не воробей... С этой фразой он уже вошел в историю образования. Последствия сказанного мы видим не только в школах Старого Оскола, но и в других городах России. Ведь для мелкого чиновника, ловящего каждый звук, издаваемый высоким начальством, слова «небожителя» — это руководство к действию. И, даже получая бюджетное жалованье из налогов от деятельности горно-обогатительных, металлургических, нефтехимических, цементных и прочих заводов, они решают, что химия в школах того или иного города не нужна. Так ведь и оскудеет рука дающего.

Можно сколько угодно ерничать по этому поводу, однако лучше посмотреть на ситуацию с другой стороны. Оговорка Д.В.Ливанова — это, в сущности, оговорка по Фрейду, которую, впрочем, допускают очень многие и очень часто, в том числе и родители. Вероятно, школьная химия сегодня не объясняет ученикам, каковы ее роль и место в мироздании, в народном хозяйстве и в обыденной жизни. Почему-то у школьников не откладывается в головах, что химия — это все материальное в буквальном смысле, это весь мир, включая нас самих, что она не просто «широко простирает руки свои в дела человеческие», согласно словам М.В.Ломоносова, она — везде! За любым материальным производством всегда стоит химия, она неотступно преследует даже архитектуру, искусство и дизайн.

Вот этого важного знания и этой объемной картины наш министр, видимо, не вынес из школьного и вузовского курсов химии. Очевидно, что есть проблемы с преподаванием химии в школе. И эта проблема нуждается в отдельном обстоятельном обсуждении. Хотя, судя по всему, скоро вопрос отпадет сам собой, поскольку химия вообще исчезнет из школьных программ. В соответствии с новым стандартом скоро в старшей школе ученики смогут изучать только два предмета из трех — химии, физики и биологии. Что-то мне подсказывает, что преимущественно будут выбирать физику и биологию, а химия останется за бортом.

Химия в школе: зачем?

Тревожные симптомы этого мы отчетливо видим — преподавание химии в обычной средней школе сведено к одному часу в неделю. Нечто подобное в свое время случилось с астрономией, после чего она быстро исчезла из учебных планов.



Для космической державы это, конечно, позор. А в случае с химией — катастрофа. Допустим, можно не летать в космос (интерес к открытию и освоению новых миров зарождался именно на уроках астрономии), хотя, на мой взгляд, нельзя терять статус космической державы, наплевав на блистательное космическое прошлое нашей страны. Однако не производить цемент, металл, полимеры, пластмассы, удобрения, лекарства и еще многое, необходимое для повседневной жизни, мы не можем — без этого мы не выживем! А для производства всего этого нужны химики, как бы ни коробило кого-то это слово.

Гипотетически можно отказаться от химии в школе. Но тогда хотелось бы понять, как школьник захочет в будущем стать химиком, если он понятия не имеет, что это такое. Кто покажет красоту и сложность этой науки, кто расскажет о ее безусловном влиянии на все промышленное производство и нашу повседневную жизнь, о ее потенциале для создания материалов будущего? А ведь именно химики, технологи и инженеры потребуются нам в ближайшем будущем. В прошлом году мы дружно озаботились импортозамещением и строительством отечественной промышленности, хотя начинать новую индустриализацию надо было 20 лет назад. Возможно, тогда бы и вопрос с преподаванием химии не появился на повестке дня.

Преподавание химии в школе не только мотивирует школьников к выбору будущей профессии, хотя и это, безусловно, задача государственной важности. Она дает понимание мира и дисциплинирует мозг. В этом и заключается суть образования. Интеллект, системное, аналитическое и критическое мышление, умение включать здравый смысл, иными словами, умение и навык думать — все это развивают точные предметы: математика, физика, химия и биология, в которых есть внутренняя логика, которые сами построены на причинно-следственных связях. Здесь утилитарный подход и умозаключения вроде «мне химия не пригодилась в жизни, значит, можно и без нее» не работают. Школьные предметы в своей логике, последовательности и взаимодействии развивают и формируют созревающий мозг детей, чтобы он был готов к дальнейшему образованию и взрослой жизни. И если вы стали министром (банкиром, академиком, промышленным магнатом), то будьте уверены, что школьный курс химии сыграл свою позитивную роль в вашем профессиональном и карьерном росте, даже если ваша деятельность с химией никак не связана. Возможно, для нынешнего государства подготовка в школе людей, способных думать, анализировать и критически мыслить, — задача не первой важности, если она вообще ставится. Но для каждого родителя, который не может не думать о будущем ребенка, это, безусловно, цель. Что бы там ни говорили, у хорошо образованного человека с правильно поставленными мозгами значительно больше шансов добиться успеха в жизни.

Химию как учебный предмет начали преподавать в России в гимназиях при некоторых университетах в начале XIX века. В 1808 году появился первый русский учебник химии А.И.Шерера. Постепенно этот предмет стали вводить и в других школах. В XIX веке вокруг школьной химии было сломано немало копий. То ее преподавали как отдельный предмет, то изымали, то вводили естествознание с некоторыми сведениями из химии. Но за химию в школе сражались именитые люди. Вот как обосновывала необходимость изучения химии в средней школе в 1915 году комиссия графа П.Н.Игнатъева, министра народного просвещения:

«Прежде всего химия как наука об элементах, из которых складывается реальный мир, дает нам определенный и вполне конкретный ответ на вопрос, который от века привлекал человеческую мысль, — вопрос о единстве строения материального мира. В этом отношении система знаний, которую дает современная химия, составляет основу для выработки точного и ясного мировоззрения. Без знания химии не могут быть правильно истолкованы как процессы минеральной жизни земной коры, так и процессы, происходящие в живых организмах. Почти все технологические производства неразрывно связаны с химическими явлениями. При отсутствии элементарных познаний в области экспериментальной науки в обществе притупляется интерес к реальному миру».

Смотрите, сто лет прошло, а как современно звучат слова графа Игнатъева! Его точное понимание роли химии в обществе и мироздании, видимо, во многом связано с обстоятельствами его жизни. Волею судьбы Павел Николаевич стал владельцем трех хрустальных заводов, в том числе и в Гусь-Хрустальном. Вот уж где химия!

Сто лет назад на химию в средней школе отводилось шесть часов в неделю! Школьный курс преобразался и расширился в XX веке по мере развития химической науки и промышленности. Так он приобрел структуру и стройность и в четко контролируемой параллели с физикой, математикой и биологией давал прекрасные результаты в советской школе. Надо быть просто недалевидным человеком, чтобы отмахнуться от этого успешного опыта, который обеспечил карьеру всем нынешним промышленным олигархам. И если кто и должен сегодня отстаивать школьную химию, так это владельцы промышленных предприятий. Что они будут делать без кадров, без науки, но с санкциями? Именно промышленники и академии наук, кровно заинтересованные в мотивированной молодежи, должны сражаться за химию в школе, за развитие и осовременивание школьных курсов нашей любимой науки.

Хемофилия

Сегодня в моде естествознание, которым предлагают заменить школьную физику, химию и биологию. Ничего не имею против естествознания как такового. Очень полезно и важно показать, как все взаимосвязано в мире, что границы физики, химии и биологии временами условны, нечетки и сильно раз-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

мыты. Но прежде чем показать картину в целом, неплохо было бы разобраться в ее частях, иначе в головах не останется ни того, ни другого. Мы уже переживали естествознание в средних школах в XIX веке, и не раз, но неизменно возвращались к предмету «химия».

В рассуждениях о естествознании сегодня часто ссылаются на западный опыт преподавания предмета science (наука) в средних школах. Но давайте уточним. В таких промышленно развитых странах, как Германия и Китай, в школах преподают именно химию, то же и в Японии, хотя у этой страны практически нет природных ресурсов, которые надо извлекать и перерабатывать. А вот в Англии, также не очень богатой собственными ресурсами, в школах химию не преподают. В результате школьники не идут на химические факультеты университетов и их повсеместно закрывают. Мы этого добиваемся? Ведь мы же со своими богатейшими природными запасами — в России есть всё! — просто обречены на развитие химии как науки и промышленности. А для этого нужны кадры.

Обратимся теперь к США. У выпускника обычной массовой американской школы нет никакого представления о химии, и эту профессию американцы не выбирают. Если вы заглянете в обычный американский университет, то на химических, физических факультетах, факультетах материаловедения вы не увидите американцев среди студентов. Здесь учатся в основном студенты из Китая и Индии, а преподают им русские профессора. Сама видела. Но ведь у США есть своя химическая промышленность (достаточно вспомнить гиганта «Дюпон»). Неужели здесь не нужны американцы-химики? Не нужны, США уже давно для всех своих нужд (кроме юристов и медиков) покупает мозги в других странах. Вряд ли это наш путь. Будет химия в школе — будут и отечественные химические мозги.

Конечно, профессию химиков, как, впрочем, биологов и физиков, выберут единицы из каждого класса. Склонность к исследовательской, инженерной, технологической деятельности заложена от рождения. Задача школы — выявить тех, кто щедро наделен природой этими способностями, и направить в нужное русло. Ведь понятно, что человек с такими способностями быстрее добьется успеха в комфортной для него исследовательской и инженерной среде. Вот почему профильные классы и специализированные лицеи необходимы.

Но какая химия нужна остальным 90% школьников, которые во взрослой жизни выберут совсем другие профессии? Надо ли долбить их окислительно-восстановительными реакциями, теорией строения, формулами и крекингом? Это дискуссионный вопрос, ответ на него зависит от того, что мы хотим получить. На мой взгляд, школьный курс химии для всех должен быть курсом, порождающим хемофилию. Для этого его надо разумно сократить, облегчить и актуализировать — ведь нравится то, что понятно, и то, что непосредственно затрагивает твою жизнь.

Возможно, во всей этой истории с гонениями на школьную химию не последнюю роль сыграла устойчивая хемофобия в российском обществе. Откуда взялось это брезгливое и уничижительно «Это сплошная химия» в устах обывателей? Когда за этим словом закрепилось значение вредного и опасного? На эту тему стоит провести отдельное расследование. Забавно, но, когда ломается утюг, компьютер, велосипед или поезд сходит с рельсов, никто не говорит: «Опять эта чертова физика!» А про эпидемию птичьего гриппа, отравление тухлыми продуктами или пандемию ожирения — «Опять эта чертова биология!» Производители биотуалетов были вынуждены назвать его «био», чтобы покупали, хотя, как мы понимаем, это химический туалет в чистом виде. С хемофобией надо бороться, как и с другими мифами, а для этого надо преподавать химию в школе.

К слову сказать, на Западе нет обывательских выражений типа «Это же сплошная химия!». Более того, в житейском смысле слово «химия» употребляется для обозначения романтических и чудесных историй. «It's chemistry!» — так говорят о двух людях, между которыми вдруг проскочила первая искра сильной симпатии друг к другу, или о каком-то необъяснимом чуде.

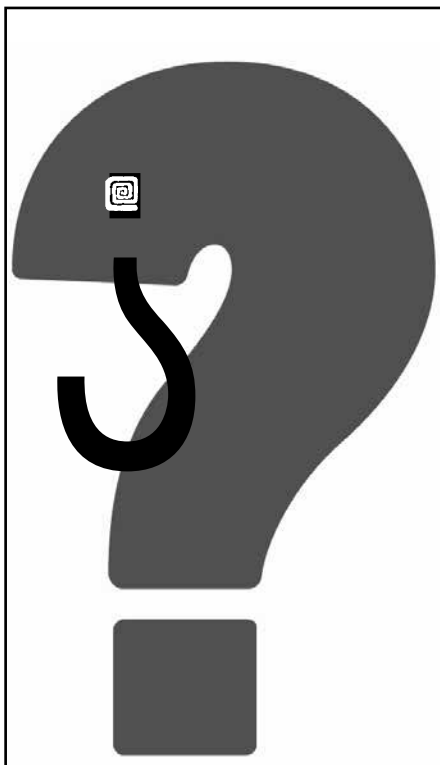
Да, химия — это природное и рукотворное чудо, которое ежесекундно и непрерывно творится на Земле, вокруг и внутри нас. Если ты узнаешь об этом, то не будешь бояться и, возможно, даже полюбишь химию, то есть мир, в котором живешь. Видимо, на этом и должен строиться курс школьной химии для всех. Этот курс надо создавать.

И вот что еще интересно. В Великобритании уже более тридцати лет изучают, как младшие школьники отвечают на вопрос, кто такой ученый. Тест простой: нарисуй ученого, как ты себе его представляешь. Рисунки, разумеется, разные. Но в большинстве из них присутствует несколько элементов: очки на носу, волосы дыбом, белый халат, колба в руках или на столе, из которой поднимаются пары, очень часто — рисунок взрыва со словом «bang». Вам это никого не напоминает? Конечно, эти типичный химик. И между прочим, дети так представляют (рисуют) ученого, которого никогда не видели, тридцать лет подряд, из поколения в поколение!

Так что интерес к химии как к чему-то чудодейственному и всемогущему у детей есть уже в начальной школе. Значит, химия по сравнению с другими предметами обладает некой форой, кредитом интереса. Наша задача — использовать этот ресурс и дать детям в средней школе такую захватывающую химию, чтобы она навсегда осталась в головах как важнейшая составляющая мира, цивилизации и творчества.

От редакции

Приглашаем всех желающих присылать в редакцию свои соображения о том, какой должна быть сегодня химия в средней школе. Самые интересные работы мы опубликуем на страницах «Химии и жизни».



© Oleg Tirunov | Dreamstime.com

Из чего сделан смартфон?

Сегодня смартфон в кармане у каждого второго. И молодежь, не пройдет и года, покупает себе новый аппарат, а старый — в помойку. Но ведь внутри этого устройства очень много всяких ценных элементов! Давайте разберемся.

Каждый год в США выбрасывают 130 миллионов сотовых телефонов и смартфонов, потому что покупают новые модели. Люди постарше хранят старый мобильник или смартфон дома (рука не поднимается выбросить) или отдают детям и внукам. Но большая часть действительно отправляется на свалки. А это продукция весом 14 000 тонн, которая содержит 2100 тонн меди, 46 тонн серебра, 3,9 тонны золота, 2 тонны палладия и 0,004 тонны платины. (См. также «Химию и жизнь», 2014, №11, «LED и потерянные ресурсы».)

Однако этим перечень ценных компонентов в смартфонах не ограничивается. На самом деле все компоненты и вещества в его начинке ценные, поскольку для их извлечения из природных материалов пришлось затратить огромное количество энергии, воды и труда. Давайте пройдемся по основным частям смартфона и убедимся, что в нем находится больше тридцати элементов из таблицы Д.И. Менделеева.

Начнем с экрана. Его изготавливают из стекла, часто — алюмосиликатного, которое проходит процедуру упрочнения. Стекло помещают в растворы калийных солей и выдерживают. Более крупные ионы калия замещают более мелкие ионы натрия в стекле, в результате оно становится очень прочным. Компания Apple обещала сделать новое поколение смартфонов с очень прочными сапфировыми стеклами — синтетическими, конечно. Природный сапфир — это кристаллы оксида алюминия, в матрицу которых встроены ионы железа и титана. Они-то и придают камню синий цвет. Сегодня мы умеем выращивать кристаллы оксида алюминия. Если в них не добавлять ионы железа и титана, то они будут прозрачными. Такие стекла с прочностью природного сапфира (9 по шкале Мооса) устанавливают в дорогих моделях фотоаппаратов и наручных часов, в сканерах штрих-кодов и в камере iPhone. Поцарапать их трудно. Но со смартфонами пока не получилось — дорого!

Чтобы сделать экран чувствительным к прикосновению пальцев, его покрывают тончайшей прозрачной пленкой из оксидов индия (90%) и оксида олова (10%), которая проводит электрический ток. А крошечные добавки празеодима, тербия, гадолиния, иттрия, европия и диспрозия делают экран цветным и защищают телефон от воздействия ультрафиолетовых лучей.

Ваш телефон не будет работать без источника питания. Обычно это литий-ионный аккумулятор. В нем используют оксиды лития и кобальта в роли катода — электрода со знаком «плюс», а также углерод или графит в роли анода — электрода со знаком «минус». Анод производит электроны, а катод поглощает их, чтобы произвести электрический ток, который питает ваш смартфон. В некоторых аккумуляторах кобальт заменен марганцем. И почти все аккумуляторы в смартфонах заключены в корпус из алюминия.

Из меди, золота, серебра, никеля и их сплавов изготавливают «провода», соединяющие микросистемные компоненты начинки смартфона. На изготовление крошечных конденсаторов идет тантал. Конденсаторы накапливают и регулируют электричество. В отличие

от аккумулятора они могут избавиться от своего электрического заряда в доли секунды.

Мозг смартфона — микрочип, который по-прежнему делают на подложке из чистого кремния. Здесь сооружается конструкция из полупроводников, в состав которых входят кислород, сурьма, мышьяк, фосфор, бор, галлий.

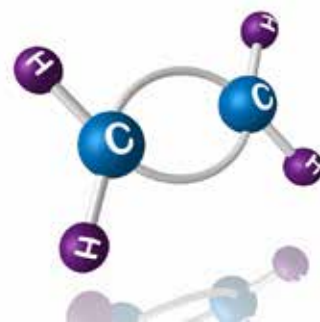
Для изготовления микрофона, динамика, а также вибрирующих деталей используют материалы, содержащие неодим, бор, железо, диспрозий и празеодим. Именно из сплава «неодим-железо-бор» часто изготавливают постоянные магниты.

Корпуса смартфонов бывают металлическими и пластиковыми. Первые делают из легких сплавов алюминия с магнием — эти смартфоны стоят дороже. Более распространенный пластиковый корпус сделан из углеродного пластика с добавкой никеля и брома. Бром и бромированные антипирены защищают пластик от огня, а никель экранирует лишнее электромагнитное излучение.

Итак, в смартфоне присутствуют следующие элементы (по возрастанию порядкового номера в таблице Менделеева): Li, B, C, O, Mg, Al, Si, P, K, Fe, Co, Ni, Cu, Ga, As, Br, Y, Pd, Ag, In, Sn, Sb, La, Pr, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, Ta, Au. Как видите — сплошная химия! И все это богатство отправляется на помойку. Кстати, один смартфон в среднем содержит почти 300 мг серебра и 30 мг золота. Только в 2014 году на производство смартфонов потратили золота и серебра более чем на два с половиной миллиарда долларов.

Не так уж мы богаты, чтобы нести на помойку драгоценные металлы. Поэтому будет правильнее не выбрасывать телефон, а найти пункт, куда можно сдать его на утилизацию. Такие пункты есть, хотя их пока немного.

© Ivan Proskuryakov | Dreamstime.com



Почему бананы заставляют авокадо быстро созреть?

Недавно мой зять Николай, поклонник известного британского повара и кулинара Джейми Оливера, поинтересовался, как можно объяснить эффект, о котором

рассказывал Оливер в своем очередном телевизионном шоу. Суть «фокуса» в следующем. Чтобы ускорить созревание авокадо, достаточно положить его зеленый плод в один пакет вместе с тремя желтыми бананами, и через день-два авокадо будет спелым. «Здесь какая-то химия», — сказал мой зять, и был прав.

Конечно, все дело в химии. При созревании овощи и фрукты выделяют один из растительных гормонов — этилен. Ученые различают пять групп фитогормонов, которые координируют и регулируют рост и развитие растений, в том числе и созревание: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовую кислоту и этилен. Последний в этом перечне самый простенький и к тому же газ.

Этот гормон открыл еще в 1912 году известный русский ученый Дмитрий Николаевич Нелюбов. Этилен образуется в растениях, запускает процессы созревания плодов и выделяется в окружающую среду. Кстати, последнее обстоятельство позволяет определять степень созревания фруктов. И даже автоматически — с помощью специальных сенсоров, улавливающих этилен. Датчики устанавливают в хранилищах, измеряют содержание этилена в воздухе и с высокой точностью определяют, пора ли продавать зимние сорта яблок или им надо еще полежать.

Сорванный плод порой дозревает даже быстрее того, что остался на дереве, поскольку при нехватке влаги выделение этилена усиливается. И если в компанию к неспелым фруктам положить созревший, то выделяющегося из него этилена достаточно, чтобы ускорить процесс созревания в незрелых собратьях. При этом скорость созревания увеличивается более чем в два раза. Вот почему, стоит завести одному спелому яблоку в ящике с неспелыми, не успеешь оглянуться, как весь ящик уже готов к употреблению. Можете поэкспериментировать дома: возьмите два спелых помидора и один зеленый банан, положите в бумажный пакет и оставьте на денек. А можете воспроизвести рецепт Джейми Оливера

Интересно, что все это касается также срезанных цветов и цветов в горшках. Они тоже выделяют и улавливают этилен. Вот почему букет недолго простоит в атмосфере табачного дыма — он содержит этилен. Спелые овощи и фрукты тоже состарят срезанные цветы в закрытом помещении.

Эти сведения уже давно используют предприниматели, если им надо срочно «дозреть» фрукты или ускорить цветение растений в горшках. Их просто помещают в камеры, куда подается этилен. Но в бизнесе, связанном с торговлей овощами и фруктами, частенько ставится другая задача: замедлить созревание, чтобы плоды полежали подольше. Однако

фрукты и овощи все же гниют, и процент их отходов, естественно, входит в цену. Чтобы подольше сохранить спелый плод, применяют метилциклопропен — газ, блокирующий действие этилена. Есть и другой распространенный способ, который используют при длительном хранении яблок, — повышают концентрацию углекислого газа в хранилищах, поскольку считается, что углекислый газ подавляет действие этилена.



Как делают искусственный снег?

Один из читателей написал нам, что пытался получить искусственный снег, распырявая на морозе воду из аэрозольного баллончика. Но ничего не получилось. Почему? Любая технология, включая изготовление искусственного снега, требует специальной техники. Но давайте сначала вспомним, как образуется снежинка из капелек воды в туче, когда температура падает ниже нуля. Причем процесс идет значительно быстрее, если в туче есть частички пыли. Вода замерзает на пылинку, а потом из этого зародыша — кристаллика льда — начинает расти снежинка, разветвляясь как дерево. Когда снежинка станет достаточно большой и тяжелой, она устремится вниз и мягко опустится на землю.

Для искусственного снега надо охладить воду чуть ниже нуля градусов и распылить ее с помощью снежной пушки. Именно пушки, потому что вода должна пробежать значительное расстояние в воздухе, чтобы сформировалась снежинка. Снежная пушка стреляет на высоту пять—десять метров, причем оптимальный угол — 45°. Но пушка — это не просто шланг или аэрозольный баллончик. Воду распыляют через очень тонкие форсунки с помощью сильно

сжатого холодного воздуха, который при расширении дополнительно охлаждает воду. Иными словами — другая мощьность. Так что капелька воды успевает превратиться в снежинку до того, как упадет на землю.

Здесь важно подобрать правильное сочетание температуры и влажности. Чем ниже относительная влажность, тем при большей температуре можно получить снег. С чистой водой все хорошо получается при температуре ниже минус восьми градусов Цельсия.

Если температура выше, то необходимо добавлять центры кристаллизации — пылинки. В снежных пушках используют кристаллики иодида серебра или белки, которые производят специальные бактерии. Дорогое удовольствие! Но только так можно получить искусственный снег даже при положительных температурах, как это сделали в Сочи.

Справедливости ради надо отметить, что в пушке не всегда получаются такие красивые снежинки, как те, что делает природа. В искусственном снеге порой большую часть составляют замерзшие капельки воды, а иногда и не до конца замерзшие. Поэтому бывалые лыжники считают, что качество искусственного снега уступает природному.

Выпадение снега можно имитировать в простом химическом эксперименте. Возьмите один грамм бензойной кислоты и растворите в 75 миллилитрах горячей воды. При комнатной температуре бензойная кислота не растворяется в воде. Но кипятить не надо! А затем оставьте раствор медленно остывать. Вскоре вы увидите, как по мере охлаждения колба наполняется хлопьями «снега» — красивыми кристаллами бензойной кислоты. Главное в этом эксперименте — охлаждать медленно, тогда иллюзия снежинок будет более полной.

А есть еще полимерный декоративный снег, который изобрела британская компания Snow Business. Состав полимера компания не разглашает, но со всей очевидностью это какая-то разновидность гидрогеля, скажем — полиакрилата, способного быстро впитать в себя много воды и увеличиться в объеме в 40 раз. Небольшое количество белого порошка сухого полимера помещают в большой стакан и добавляют воды. Вода впитывается почти мгновенно, образовавшийся белый полимерный «снег» заполняет весь стакан. Этот декоративный снег используют на киносъемках, когда в кадре необходимы заснеженные улицы и крыши. Со временем вода испаряется, порошок усыхает, уменьшается в объеме. Его можно собрать и использовать еще раз. Такие эксперименты наверняка понравятся детям, если их показывать на уроках.

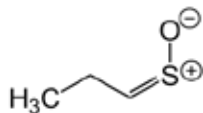


© Ipolistock | Dreamstime.com

Почему мы плачем, когда режем лук?

Все мы плачем, когда режем репчатый лук. Что заставляет выделяться слезы? И можно ли этого избежать? Ответы на эти вопросы сегодня науке уже известны. Когда мы разрезаем репчатый лук, то невольно разрушаем клетки. Ферменты и аминокислоты, прежде хранившиеся в клетках отдельно, начинают взаимодействовать. В результате аминокислоты, содержащие сульфоксидную группу, превращаются в неустойчивую 1-пропенсульфеновую

кислоту, $\text{CH}_3\text{-CH=CH-S-OH}$, которая под действием фермента быстро перегруппировывается в 1-сульфинилпропан ($\text{C}_3\text{H}_6\text{SO}$):



Это вещество — настоящий лакриматор. Его пары, а их совсем немного, попадая в слезные железы глаз, растворяются в воде и образуют ничтожные количества серной кислоты. Но и этой малости достаточно, чтобы началось жжение, приводящее к потоку слез.

Почему так недружелюбно устроен лук? Специалисты полагают, что это природный механизм защиты от всяких вредителей. Стоит им надкусить кожицу, как сработает химическое оружие. Вот почему червивый лук мы видим у себя на даче гораздо реже, чем червивые яблоки.

Можно ли не проливать слезы во время готовки обеда? Есть несколько простых приемов. Во-первых, заранее положите луковицы в холодильник. При охлаждении скорость всех химических реакций замедляется. Но плакать все равно будете, хотя и не так сильно. Во-вторых, можно резать лук под небольшой струей воды либо почаще ополаскивать нож водой. Химикам



ВОПРОСЫ—ОТВЕТЫ

проще — у них есть лабораторные очки, которые плотно закрывают глаза.

Еще говорят, кто часто режет лук, у того слезный эффект постепенно уменьшается, потому что глаза привыкают. Во всяком случае, повара со стажем действительно не так страдают от лука. Возможно, потому, что они используют профессиональные очень тонкие и острые ножи. Чем тупее нож, тем больше повреждений вы причините луку и тем больше слез вы прольете. К тому же повара режут лук очень быстро, так что время контакта с лакриматором сильно сокращается. Одним словом — тренируйтесь, готовьте чаще на радость домашним.

На вопросы отвечала
Л.Викторова

О подписке



Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции.

Стоимость подписки на первое полугодие 2015 года

с доставкой по РФ — 960 рублей, при получении в редакции — 600 рублей.

Об электронных платежах см. www.hij.ru.

Справки по телефону (495)722-09-46.

Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001 Банк: АКБ «РосЕвроБанк» (ОАО) г.Москва,
Номер счета: № 40703810801000070802, к/с 30101810800000000777, БИК 044585777
Назначение платежа: подписка на журнал «Химия и жизнь—XXI век»

В поисках темных частиц

Частицы темной материи могут быть сверхлегкими.

Агентство «AlphaGalileo», 29 января 2015 года.

Темную материю, которая взаимодействует с веществом только гравитационно и оттого не видна, предложили для объяснения особенностей движения галактик. Однако найти частицу темной материи пока никому не удалось. Более того, непонятно даже, где искать. Большинство физиков считают, что это тяжелые частицы, и надеются найти их в экспериментах на мощных ускорителях. Однако ничто не мешает темным частицам быть легкими.

Именно легкую частицу, массой в сотую долю массы электрона, предложил искать Джеймс Бэтман из Саутгемптонского университета вместе со своими коллегами. В коллайдере такую частицу не найдешь. Более того, весьма вероятно, что ее вообще не найти на Земле: из-за малой массы она не должна упасть внутрь нашей планеты — тепловое движение вещества атмосферы этому помешает. А значит, из таких частиц должен формироваться не сгусток внутри космического тела, о котором рассуждают некоторые исследователи, но внешнее облако, своеобразный верхний слой атмосферы. Для этого нужно, чтобы гравитация тела подавила кинетическую энергию частиц космического потока. (В том, что поток темных частиц сквозь Солнечную систему существует, вроде бы никто не сомневается.) В этом потоке и предлагается удить долгоданную добычу. Делать это можно на орбитальной установке, задуманной исследовательским консорциумом MAQRO (макроскопические квантовые резонаторы). Предполагается, что если облако легчайших наночастиц вещества окажется на пути потока легких темных частиц, то при соударении с ними наночастицы станут смещаться, а это можно измерить сверхточным прибором. Когда такой эксперимент будет поставлен, физики приблизятся к решению загадки темной материи, причем их устроит и положительный, и отрицательный результат. Если же темные частицы действительно окажутся сверхлегкими, встанет новый вопрос: на какой высоте расположено их облако и как оно меняется со временем?

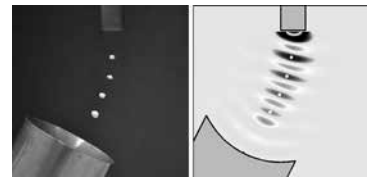
Ультразвуковой подъемный кран

Создано устройство, которое с помощью звуковой волны может поднять предмет на высоту.

«Applied Physics Letters», 5 января 2015 года; doi: 10.1063/1.4905130.

Если излучатель звуковой волны направить на отражатель, а расстояние вы- брать так, чтобы между ними помещалось целое число волн, то возникнет стоячая волна. В ее узлах давление воздуха повышенное, причем настолько, что оно способно преодолеть силу гравитации. То есть частица достаточно малой массы зависнет, попав в такой узел.

До сих пор подобные устройства представляли скорее теоретический интерес — добиться резонанса непросто. А вот исследователи из бразильского университета Сан-Паулу и уругвайского Университета Республики во главе с Марко Аурелио Бриццотти Андраде создали нерезонансный ультразвуковой левитатор, то есть такой, в котором для создания узлов не нужно точно подбирать расстояние между излучателем и отражателем. Экспериментальное устройство легко поднимало пенопластовые шарики весом в три грамма, и бразильские инженеры рассчитывают серьезно увеличить подъемную силу. Потенциальных применений для такого устройства много — на производстве тысячи роботов что-то постоянно поднимают, их и можно оснастить бесконтактным подъемным краном, в первую очередь тех, что работают с опасными или сверхчистыми веществами. И конечно, на основе этого принципа можно делать высокотехнологичные детские игрушки.



Робот-виноградарь

Электронного сельхозработника, способного следить за лозой и определять спелость ягод, создают инженеры Италии, Испании, Франции и Германии.

Агентство «AlphaGalileo», 28 января 2015 года.

Несмотря на высочайший уровень развития сельского хозяйства в Западной и Южной Европе, способной накормить чуть ли не весь мир, мало кто хочет работать на земле. Средний возраст фермеров растет, а чтобы привлечь молодежь, приходится идти на ухищрения. Например, оснащать ферму всяческими умными вещами. Вот почему международный коллектив проекта «VineRobot» под руководством инженеров из Политехнического института Валенсии решил создать электронного помощника виноградаря. Этот помощник не станет собирать урожай, лишая работы батраков, съезжающих в страду на европейские поля из разных стран. Он будет постоянно курсировать в рядах между лозами и проверять состояние растений. Все данные фермер получит на свой центральный компьютер и сможет вовремя полить, обработать ядохимикатами, а потом и собрать урожай в самый подходящий для этого день. Отщипывать виноград «на пробу» электронный помощник не будет — предполагается, что он определит спелость ягод, вообще не дотрагиваясь до них.

За первый год работы удалось придумать некоторые датчики и собрать мобильную платформу, способную самостоятельно перемещаться по узким рядам, расположенным на склонах, преодолевая заросли сорняков. На 2015 год запланированы монтаж стереокамеры, камер бокового зрения и датчиков, а также отработка приемов безопасного для окружающих движения робота — размер у него не маленький.



Напечатанное ретроавто

С помощью трехмерного принтера всего за день создали копию легендарной машины.

Агентство «NewsWise», 12 января 2015 года

Ровно 50 лет назад, в 1965 году, в Англии начали выпускать двухместный спортивный автомобиль «Шелби кобра», созданный при участии американского гонщика Кэррола Шелби. У машины был алюминиевый кузов на каркасе из стальных трубок. Потом модель с производства сняли, но отдельные экземпляры умельцы до сих пор делают как из алюминия, так и из стекло- или углепластиков. Теперь же им на помощь пришли физики-ядерщики из Окриджской национальной лаборатории Минэнерго США.

Они так усовершенствовали свой трехмерный принтер, печатающий детали из упрочненного углеволокном полимера, что всего за день отпечатали кузов легендарного авто. Разработка и сборка заняла шесть недель, вес напечатанных деталей составил треть общего веса автомобиля. Благодаря усовершенствованной головке удалось существенно уменьшить степень пикселизации изделия, а тунинг поверхности сделал напечатанный автомобиль неотличимым от настоящего, в чем убедились посетители Детройтского автосалона 2015 года. В общем, скоро придет конец мучениям автомобилистов, и не только любителей уникального ретро: деталь кузова от снятой с производства модели больше не придется ждать месяцами, ее можно будет за пару часов напечатать в специальном ателье, скачав чертежи с сайта компании-изготовителя.



Компьютер под колпаком

По стуку клавиш, по шуму конденсаторов можно понять, что делает человек за компьютером.

Агентство «NewsWise», 7 января 2015 года.

Когда компьютер работает, он излучает электромагнитные волны, издает звуки, ритмично меняет потребление электричества по мере изменения загрузки процессора или записи данных на карту памяти. Оказывается, всю эту информацию можно зафиксировать с помощью не слишком сложного шпионского устройства. Так, электромагнитные сигналы ловят радиоприемником, звук от конденсаторов (не говоря уже о стуке клавиш) принимают закрепленные под столом чувствительные микрофоны, а потребляемое электричество фиксирует псевдозарядное устройство, воткнутое в соседнюю розетку. Собранный таким образом информацию можно расшифровать и использовать. Именно это продемонстрировали доценты Технологического института Джорджии Аленка Заич и Милош Прлович. Заич, сидя в одной комнате, набирала пароль на компьютере, который ни к какой сети подключен не был, а ее коллега, сидя в другой, видел этот пароль у себя на экране.

«Пока нет никаких сведений о том, что хакеры используют подобные методы для воровства данных. Но раз есть такая возможность, наверняка кто-то ею воспользуется. Поэтому если вы сидите в кафе с доступом к Сети и некто рядом с вами кладет какое-то странное устройство, нужно отнестись к этому с опаской», — отмечает Аленка Заич.

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

Черника против давления

Чашка черники в день предотвратит развитие гипертонии

Агентство «NewsWise», 7 января 2015 года.

Несколько лет назад было замечено, что ежедневное потребление черники и голубики способствует снижению артериального давления. Однако в тех опытах доза ягод (в виде высушенного порошка) была велика, она соответствовала от 50 до 250 граммов свежих ягод. Теперь же исследователи из Флоридского университета во главе с Сарой Джонсон изучили эффект гораздо меньшей дозы — всего одна чашка, или 22 грамма ягод в день. Правда, опять же не свежих ягод, а сделанных из порошка черники, который был получен лиофилизацией. В опытах принимало участие 48 молодых женщин с первыми признаками развития гипертонии. Одной половине участниц давали порошок ягод, второй — плацебо. Спустя восемь недель сравнили показания давления и жесткости сосудов. У тех, кто ел чернику, оно оказалось на 5—6% ниже, а жесткость артерий снизилась на 6,5%. При этом концентрация оксида азота (он служит биомаркером расширяемости кровеносных сосудов) выросла на 68%. А ведь именно сужение сосудов и рост их жесткости ведут к гипертонии. Джонсон собирается продолжить свои опыты, сделав их гораздо продолжительнее, ну и рекомендует чаще включать в свой рацион чернику и голубику.

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

Борьба с лысиной

Стволовые клетки превратили в генераторы волосяных луковиц.

Агентство «NewsWise», 27 января 2017 года.

Хотя лысина дана не каждому и, стало быть, служит неким знаком отличия, многие горят желанием от нее избавиться. К услугам желающих — хирургическая пересадка волос во всем многообразии ее модификаций. Однако наука не стоит на месте, и вот специалисты по тканевой инженерии предложили применить для восстановления волосяного покрова модные ныне стволовые клетки. Биотехнологи из Медицинского исследовательского института Санфорда-Бурнхэма в калифорнийском городе Ла-Холье во главе с доктором Алексеем Терских превратили стволовые клетки в клетки дермальной папиллы, которые регулируют образование волосяных луковиц и рост волос. Сами по себе такие клетки размножить не удается — вне организма человека они быстро погибают.

Таким образом, в руках косметологов оказался неограниченный источник клеток для последующей имплантации. А с учетом того, что перепрограммирование клеток сейчас позволяет превращать клетки кожи во что угодно, дальнейшее развитие технологии, возможно, позволит обойтись и без стволовых клеток. Работоспособность метода проверили на мышах — прижившиеся клетки давали хорошую шерсть. Теперь исследователи надеются получить финансирование на продолжение опытов с участием человека.



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

Очиститель-генератор

Бактерии, очищая воду, дадут электричество.

Агентство «AlphaGalileo», 30 января 2015 года.

Как правило, очистка сточных вод — процесс, связанный с одними тратами, однако его можно сделать и немного прибыльным. Например, те органические вещества, от которых очищают воду, запасли много энергии в своих химических связях. Если их просто разложить, энергия потеряется. А вот если этим займутся специальные бактерии, которые станут в процессе питания создавать пару из протона и электрона, да если еще этих бактерий поселить на электроде, через который они смогут отдавать свой электрон в цепь, — тогда химическая энергия превратится в электрическую. Эта идея не нова, многие исследователи брались за создание бактериальной топливной ячейки, но мало у кого получилось что-то путное. Очередную попытку сделали Луис Сесар Кольминарес и Роман Нетцер: работая по проекту норвежского инновационного центра SINTEF, они создали ячейку для переработки сточных вод.

Исследователи долго подбирали культуры бактерий и в конце концов добились успеха: лабораторная установка способна давать достаточно электричества, чтобы запитать небольшой вентилятор. Сточные воды поступают с молочной фермы, находящейся неподалеку: они насыщены органическими кислотами, которые очень понравились бактериям. Впрочем, батарея должна работать и на воде другого состава. «Мы не рассчитываем добыть много электричества, однако наша установка дешевая, а процесс очистки энергоемок», — говорит Нетцер.





НЕФТЬ, ДЖОУЛЬ, ДЕНЬГИ

ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

С.А.Эйгенсон

В 1968 году окончил Уфимский нефтяной институт, 1968—1970 — армия, 1970—1976 — научно-исследовательский институт в Москве, 1976—1996 — «северá»: Нижневартовск, Ноябрьск, снова Нижневартовск, Печора. Инженер-исследователь (измерение газовых факелов, лечение трубопроводов от гидратных пробок и т. п.), какое-то время эксперт и менеджер. С 1998 года живет в штате Иллинойс, недалеко от Чикаго. Экспертиза инвестиционных проектов.

Чем удобна нефть

Если спросить любого, падают нынче на бирже или растут цены на железную руду, тростниковый сахар или стальной прокат, то, наверное, почти каждый ответит: «Понятия не имею». И по телевизору об этом не говорят, и в Интернете эта тема мало обсуждается. А знаем ли мы, как обстоят дела с нефтью, почему нынче баррель? Может, какие-нибудь деревенские старухи, вроде солженицынской Матрены, не ответят. А так у большинства это все на слуху.

Российская Федерация нефть экспортирует, и половина бюджета приходит из этого экспорта. Понятен также всеобщий интерес к цене барреля в Венесуэле или Саудовской Аравии. Но и в Европе, США, Японии все тоже внимательно следят за нефтяными ценами. Только там для рядового гражданина цифры на табло у бензозаправки важнее цифры

в биржевом бюллетене — ездят в автомобилях сегодня все. В общем, можно сделать вывод о чрезвычайной важности нефтяных цен и самой нефти для современной жизни.

Попробуем оценить степень этой важности. Самый простой способ — посчитать долю, приходящуюся на нефть в суммарной мировой экономике. По данным на сайте ЦРУ, мировой валовой продукт за 2012 год равен примерно 84,83 трлн долл. США. А стоимость мировой нефти за этот год мы узнаем, перемножив объем добычи 86,7 млн баррелей на число дней в году и на среднегодовые 108 долл. за баррель. Получается примерно 3,42 трлн за этот год. Значит, от всего годового мирового продукта — чуть больше 4%. Если проделывать такие же операции с газом, углем, атомной энергетикой и прочим, то узнаем, что в сумме человечество потратило на энергию около 6 трлн, или около 7% от мирового продукта. Правда, не так много?

Если считать по количеству энергии, нефть дает примерно треть того, что потребляет мир, но калория энергии в виде нефти дороже, чем газовая, и много дороже, чем угольная. Однако нефть и много удобнее газа или угля. Скажем, автомобиль, который ездит на газовом топливе, увидишь редко-редко, а угольных и вовсе нет. Чем жидкое топливо лучше твердого или газового?

Там, где топят твердым горючим — углем, дровами, торфом, обязательно нужно это горючее в огонь подкидывать. Сегодня на теплоходах и тепловозах уже нет кочегаров. А в старое время, на пароходах и паровозах? Представьте себе автомобиль с угольным паровым двигателем. Ясно, что на нем без кочегара ездить было бы невозможно. Правда, современная инженерия в состоянии обеспечить автоматическую подачу твердого топлива в топку, но это сложнее и менее надежно, чем труба и вентиль, — мазут, дизельное топливо, бензин без затруднений подаются насосами.

Газ в топку подать легко. Но проблема в том, что при транспорте падает давление, а при этом газ расширяется. По трассе газопровода надо строить компрессорные станции, где газ снова сжимается. На это приходится тратить энергию, так что до Западной Европы доходит примерно три четверти того газа, который ушел с Ямала. Около четверти расходуется по пути в турбинах газовых компрессоров. Да и хранить газ не очень удобно. Сравните по сложности устройства обыкновенную цистерну и газгольдер — большое и сложное сооружение.

Переход автотранспорта на газ вместо жидкого топлива начался уже давно, однако и сегодня доля автомобилей на сжатом природном газе составляет в мире менее процента. Доля будет увеличиваться, но этот рост сильно сдерживает необходимость предварительного создания сети заправочных станций и ремонтных мастерских для такой техники. При наличии уже сложившейся сети заправок и ремонтных точек для автомобилей на бензине и дизтопливе создание альтернативной газовой сети идет медленно. В совсем отдаленной перспективе можно говорить об автомобилях на водородном топливе. Их двигатели не загрязняют воздух — выбрасывают при работе только воду. Как светлое будущее это выглядит привлекательно, но сегодня трудно разделить энтузиазм знаменитого саудовского нефтяника шейха Ахмеда Ямани, заявляющего о «конце нефтяного века» после появления очередной экспериментальной модели авто на водороде. Слишком много технических проблем еще предстоит решить. Так что больше половины наших расходов на энергию составляют расходы на нефть, и в ближайшем будущем тут изменений не предвидится. Ну и что? — скажете вы. Семь процентов, а тем более четыре — не так уж и много!

Этой проблемой занимался еще Дмитрий Иванович Менделеев, и свое представление ситуации он изложил в статье «Топливо» для энциклопедии Брокгауза и Ефрона. Он посчитал для шести больших и развитых стран — России, США, Соединенного Королевства Великобритании и Ирландии,

Франции, Германии и Австро-Венгрии среднегодовой приход (доход от всего годового производства) за начало 90-х годов XIX века. Получилось всего для сельского хозяйства 15,585 млрд руб., а для промышленности — 27,402 млрд, суммарно — около 43 млрд руб. Затем Менделеев взял суммарное производство каменного угля — для этих стран 610 млн метрических тонн в год — и перевел их в привычные для того времени 37 млрд пудов. Цену угля в местах потребления он принял от 10 до 20 копеек за пуд. Получилось у него от трех с половиной до семи с половиной млрд руб., то есть 8—17%. Это ведь еще не считая дров, торфа и уже появившейся, хотя и в небольших пока масштабах, нефти. Кстати уж вспомним, что Россия тогда успешно догоняла и даже однажды, в 1900 году, опередила мирового нефтяного лидера, США. При этом экспортировали в основном не нефть, как сегодня, а нефтепродукты, в первую очередь керосин, который получали на бакинских и припортовых батумских нефтезаводах.

Предположим, что суммарные расходы на топливо больше раза в полтора. Тогда удельная доля топлива в суммарном доходе наших шести стран составит от 12 до 25%, а это уже ощутимо. Причем Дмитрий Иванович предполагал, что эта доля будет расти. На самом деле мы получили всего 7%, а в начале декабря 2014 года она была и того ниже. Почему?

Менделеев не мог предвидеть, что в начале XXI века, по оценкам Всемирного банка, две трети мирового ВВП будет составлять не очень энергоемкая сфера услуг, американская торговая сеть «Волмарт» будет стоить в два раза дороже, чем российский газовый монополист Газпром, а компьютерная фирма «Эппл», которая расходует в своей деятельности не так уж много энергии, окажется дороже мировой нефтяной суперфирмы «Экссон-Мобил» и в четыре с половиной раза дороже автогиганта «Фольксваген». Времена меняются, меняется и мир.

Место в экономике

Не стоит, однако, из этого делать вывод, будто для экономики стоимость нефти не так уж важна. Она влияет на очень многое, от стоимости авиабилетов (керосин для двигателей) до стоимости одежды — современная текстильная промышленность немалым образом зависит от полимеров, а они — из нефти. Не говоря уже о том, что в таких странах, как Россия, Кувейт или Венесуэла, нефть — главный источник валюты для покупки за рубежом многих необходимых товаров.

Но вот во второй половине 2014 года цены на нефть пошли вниз. Сначала цена на американскую нефть WTI, а за ней — на европейскую Brent (добывается в Северном море), российскую Urals и арабскую Dubai. Конечно, если цены с июля по декабрь упали почти в два раза, это не потому, что за пять месяцев так разительно изменилось состояние нефтедобывающей промышленности. Причина в другом: на каждый баррель реально добытой и поступающей на заводы нефти приходится больше 50 баррелей нефти «бумажной», существующей только во фьючерсах и опционах, то есть в договорах на покупку и продажу. Ничего не поделаешь, банки всегда находят применение образуемому у них денежному излишку. Если государственные облигации и рынок акций не дают такого надежного и выгодного применения, то деньги устремляются туда, где предполагается больший доход. С начала 1980-х нефтяные фьючерсы пришли на биржу, и количество их с каждым годом растет. При таком большом отношении количества «бумажной» нефти к количеству реальной возрастает роль психологии — осторожности, жадности, тревожности и так далее. Легко возникает паника среди дилеров, которая ускоряет взлеты и падения цен, делает рынок нестабильным.

Надо, однако, понимать, что фьючерсы играют в данном случае роль катализаторов, ускоряющих процессы. Химические катализаторы и ингибиторы ускоряют и замедляют

химические реакции, но не могут изменить их направление, которое определяют термодинамические условия. Точно так же «бумажная» нефть не может вызвать устойчивого, длительного падения цен, если объективные условия, соотношение спроса и предложения, требуют их повышения, и наоборот. Так что падение цен во второй половине 2014 года вызвано объективными условиями.

У этого падения есть две главные причины, и надо честно сказать, о них уже давно предупреждали, так что его нельзя назвать неожиданным. Во-первых, мировая экономика нынче испытывает некоторый застой, и даже китайская, которая 30 лет развивалась со средним темпом роста более 10% в год, начала притормаживать. Соответственно уменьшился рост потребления и импорта нефти, снизилось давление этого роста на цену.

Во-вторых, оказалось, что современное индустриальное и постиндустриальное общество, которое после 1973 года стало платить чувствительную дань полуфеодалным нефтедобывающим странам, способно найти выход. Причем воспользовавшись именно тем, в чем оно издревле сильно, — в области технологии, то есть интеллекта. Соединенные Штаты разработали методы добычи нефти и газа из бедных сланцевых пластов. Тут потребовались очень непростые горизонтальное бурение вдоль пласта и фрекинг — «гидравлический разрыв» пласта в определенных местах смесью воды, химикатов и песка. В результате образуются пустоты, которые заполняются нефтью или газом. Из них-то и идет добыча. А увеличение добычи всегда роняет цену, даже если вновь добытое поначалу является более дорогим.

Технологии правят миром

Новая технология позволила США вернуть себе первое место в мире по добыче природного газа. Производство собственной нефти увеличилось за пять лет в полтора раза, а в ближайшие годы они снова станут первыми в мире, как это было в течение первого столетия нефтедобычи. Другие страны пока достаточно сильно отстают. Одни — по своей технической неразвитости, а другие — потому, что первоначально восприняли сланцевую добычу как «мыльный пузырь», буквально повторив своих предшественников, считавших кибернетику за лженауку, а генетику за «продажную девку империализма». Сомневающиеся есть, впрочем, и сейчас, от своих заблуждений отказаться нелегко. Но объем добычи и цены уже сказали свое слово.

Конечно, добыча из сланцевых пластов, как и любая новая технология, вызвала с одной стороны волну критики и недоверия, а с другой — неумеренные ожидания, надежды на то, что придет решение всех проблем. Не так давно мы были свидетелями надежд поляков на то, что их страна вот-вот вытеснит своим сланцевым газом российский Газпром с рынков Западной Европы. Это правда, что каждый джоуль энергии, полученный из таких пластов, обходится дороже, чем энергия из традиционных, «конвенционных» газовых и нефтяных месторождений. Но выхода нет — слишком ограничены запасы конвенционных месторождений.

Но и критики новых технологий часто хватают через край, требуя от нового больше, чем от традиционных методов. Примером такой критики, как мне кажется, может служить декабрьская статья в журнале «Nature» (2014, 516, 7529, 28—30, doi: 10.1038/516028a). Статья, безусловно, интересная, ее стоит прочитать. Однако жесткие требования к новой технологии и надежности прогноза ресурсов углеводородов в ней очень уж завышены. Если бы мы требовали того же, прежде чем вкладывать деньги, от месторождений Западной Сибири, Аляски или Северного моря, эти углеводородные провинции до сих пор были бы не освоены.

Работа продолжается, степень геологической изученности сланцевых пластов во всем мире увеличивается, а затраты на бурение и добычу углеводородов за три последних года снизились уже почти вдвое. Это дает довольно оптимистический прогноз и на будущее.

А вот и последствия. В Америку возвращаются ушедшие было за рубеж химическая промышленность и прочая индустрия. Низкая цена углеводородов с избытком компенсирует более высокие расходы на заработную плату, и сегодня опять стало выгодно производить в стране химические полимеры и другую продукцию высокой химии. Происходят изменения и в других странах. Например, в Катаре понастроили установок по сжижению природного газа, который предполагалось экспортировать именно в США. Но теперь это оказалось ненужным, и сжиженный природный газ пошел на европейский рынок, заметно сбивая цену.

Кажется, что, если бы не появилась добыча из сланцевых пластов, монополия «хозяев нефти» из пустынь вблизи Персидского залива наткнулась бы на какую-то другую технологическую революцию из развитых стран. В качестве кандидатов на эту роль можно назвать добычу нефти из нефтеносных песков, которых очень много в районе Атабаски в Канаде, хотя с этой технологией есть свои сложности (см. «Химию и жизнь» 2013, № 12). Или производство углеводородов из угля, очень усовершенствованное по сравнению с тем, что работало в Германии во время Второй мировой войны и в Южной Африке в период антиапартеидного эмбарго. Или добычу из глубинных, до 10 километров, пластов, которая уже идет в Техасе, хотя и в не очень больших масштабах.

Конечно, углеводороды, полученные любым из этих альтернативных методов, будут дороже (и поначалу — намного) тех, которые попросту текут наверх из высокопроницаемых богатых пластов саудовских месторождений. Тут я должен вспомнить эпизод из собственной биографии. Дело было почти сорок лет назад. Я тогда работал в сибирском Нижневартовске и занимался расчетом ресурсов нефтяного газа для строившихся в тайге газоперерабатывающих заводов. Для моей работы требовалось узнать, будут еще находить новые месторождения в нашем регионе или нет.

Приехал я в Тюмень, в Западно-Сибирский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт (ЗапСибНИГНИ), и пробился на прием к их директору. Иван Иванович Нестеров — это действительно великий геолог, один из главных открывателей нефти и газа в Сибири, лауреат Ленинской премии за это открытие, член-корреспондент и обладатель целой кучи наград и почетных званий. В общем, кому задавать мой вопрос, если не ему? Конечно, он мог бы и уклониться. Заставить его ответить не то что я, а и сам ЦК был не в силах.

А он сказал попросту: «Нефти у нас в Западной Сибири много, может, и половину еще не открыли. Но нового Самотлора уже не будет. Не будет такого стечения благоприятных обстоятельств, чтобы и климат не такой уж страшный, и большинство месторождений рядом с судоходными реками, так что и без дорог можно грузы завозить. И месторождения все если не гигантские, то уж достаточно крупные. И проницаемость пластов большая, так что добычи на скважину до пятисот тонн в сутки. И породы — легкие для бурения, потому-то у вас на Самотлоре так много бурильщиков — Героев Соцтруда. Нет, новые месторождения будут небольшими и трудными для разработки. А на некоторые у нас и вовсе технологии пока нет. Так что, — закончил гуру, — и нефть будет не такая дешевая, как нынче».

И вправду, я перед этим был на одном совещании, где обсуждалась подготовка к освоению газлифта — нового для Сибири метода добычи нефти. Там много говорилось о том, что нынче при фонтанной добыче себестоимость тонны нефти — три с половиной рубля, а газлифт эту себестоимость

повысит. Надо при этом вспомнить, что цена барреля в ту пору была 14 долларов. То есть для тонны получалось около сотни долларов.

Но ведь это и не новость. На любом месторождении и в любой новой нефтяной провинции в начальный период разработки нефть идет сама фонтанным способом, и себестоимость ее в это время невысока. С каждым новым баррелем добывать ее все труднее, надо применять все более сложную технологию, и себестоимость добычи соответственно растет. Этот же закон действует для месторождений любых полезных ископаемых. Еще в XVIII веке Анн Робер Жак Тюрго сформулировал его как «закон убывающего плодородия».

Вернемся к ценам

Цена на нефть, как и на любой товар, может падать, если предложение превышает спрос. Но теперь, когда на рынке есть и традиционная нефть с низкой себестоимостью добычи, и более дорогая при добыче сланцевая нефть, рыночная цена на нефть будет, очевидно, ограничена снизу себестоимостью добычи из сланцевых пластов. Конечно, если цена упадет, никто не будет сразу же останавливать добычу. Капитальные-то затраты уже сделаны, важно, чтобы продажа нефти окупала затраты текущие. Но в этом случае прекратятся вложения в дорогое горизонтальное бурение, в разработку и освоение новых запасов. Начнет снижаться добыча из сланцевых пластов, и цена автоматически начнет подниматься.

Значит, ожидать снижения цены на баррель надолго ниже 50–55 долларов, что соответствует себестоимости сланцевой добычи, не стоит. А ведь совсем недавно, в 1998 году, среднегодовая цена спикировала до 12 долларов, что среди прочего вызвало и неожиданный дефолт в Российской Федерации. Я лично не очень ожидаю, в разработке и освоение новых запасов. Начнет снижаться добыча из сланцевых пластов, и цена автоматически начнет подниматься.

Значит, ожидать снижения цены на баррель надолго ниже 50–55 долларов, что соответствует себестоимости сланцевой добычи, не стоит. А ведь совсем недавно, в 1998 году, среднегодовая цена спикировала до 12 долларов, что среди прочего вызвало и неожиданный дефолт в Российской Федерации. Я лично не очень ожидаю, в разработке и освоение новых запасов. Начнет снижаться добыча из сланцевых пластов, и цена автоматически начнет подниматься.

Но конечно, и три столетия — это еще не вечность. Даже если прибавить энергию, получаемую на атомных электростанциях. Запасы урана и тория тоже не беспредельны, они обеспечивают сегодняшний уровень производства атомной энергии, равный 4,4% от общего производства энергии, лет на 100–150. Что же останется нашим далеким потомкам через три-четыре века?

Гидроэлектростанции плюс различные возобновляемые источники энергии, от ветрогенераторов до совсем экзотических приливных станций и фотоэлементов, дают сегодня около 8% потребляемой человечеством энергии. Эта доля возрастает, однако небыстро. Очень уж дорого обходятся эти экологически чистые киловатты. Так что же будет тогда с человечеством? Нас уже сегодня больше семи миллиардов. Хотя темпы прироста начали снижаться, но до десяти миллиардов население Земли дойдет почти наверняка, и не позже, чем к концу XXI века. Что ж этим миллиардам, пропадать без энергии?

На самом деле решение известно уже сейчас. Управляемый термоядерный синтез должен дать людям нужное им количество энергии за счет содержащегося в любой воде дейтерия, а также за счет гелия-3, который будут привозить ракетопланы с поверхности Луны. При этом — без большого



количества радиоактивных отходов, которые неизбежно производят атомные электростанции. Как это делать, теоретически уже известно, но остается множество технических проблем и колоссальные расходы на их инженерное решение. Поэтому и появился международный проект ИТЭР, где объединились для строительства опытного термоядерного реактора Европейский союз, Китай, Индия, Япония, Южная Корея, Россия и США. Стоимость установки — около 10 млрд. долларов, и начнет она работать к 2020 году. Пока дело идет, хотя и не без проблем.

А каковы перспективы новой термоядерной энергетики можно узнать хотя бы у очень компетентного человека, советского академика и американского профессора Рояльда Зиннуровича Сагдеева. В одном из своих интервью 2001 года он говорил: «Будет ли создан термоядерный реактор через 30–40 лет — трудно сказать. Ассигнования на исследование в этой области четко коррелируют с ценой на нефтепродукты: пока нефть дешевая, настоящих ассигнований на эту проблему не будет. Может быть, это и правильно, потому что, когда термоядерный реактор понадобится, с помощью технологий середины XXI века его можно будет сделать гораздо быстрее и дешевле».

Как видите, существует и такой взгляд на проблему дешевой нефти. Резюмируя, мы можем сказать с учетом опыта, что скачки нефтяных цен были и будут в обозримом будущем, но пределы их обусловлены себестоимостями уже существующей добычи из сланцевых пластов и перспективного производства жидких топлив из угля. Далекое же будущее человечества может обеспечить только термоядерная энергетика.

Что еще можно прочитать о «сланцевой революции»

К сожалению, в России на эту технологию долго смотрели, как на «мыльный пузырь». На английском можно рекомендовать, например

— статью на сайте Министерства энергетики США о потенциальных мировых ресурсах углеводородов в сланцевых пластах (<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=14431>);

— статью в лондонском журнале «Экономист» о том, устоит ли новая подотрасль добычи сланцевых углеводородов при нынешнем падении цен на нефть и газ (<http://www.economist.com/news/finance-and-economics/21635505-will-falling-oil-prices-curb-american-shale-boom-bind>);

— фотообзор Массачусетского технологического института о бурении и добыче сланцевых углеводородов (<http://www.technologyreview.com/photoessay/509361/drilling-for-shale-gas/>).

Автор этой статьи десять лет назад написал довольно большой текст «Без нефти» — альтернативную историю Земли в XX веке в мире, где месторождений нефти и газа нет (http://samlib.ru/p/polo_m/beznefti.shtml). Собственно, это был предлог, чтобы рассказать об истории производства жидкого топлива из угля в Германии, Южной Африке и СССР.



RE. J. ...
at 39 ...

Магнитобиология: загадки и отгадки



ДИСКУССИИ

Доктор химических наук,
академик РАН

А.Л. Бучаченко,

Институт проблем химической физики
РАН

Факты и артефакты

Мало кто сомневается, что магнитные поля влияют на самочувствие и поведение как людей, так и других живых существ, и убежденность в этом — главный стимул интереса к магнитной биологии. Однако наблюдения в области магнитобиологии неоднозначны, невоспроизводимы, противоречивы — и это не от недобросовестности или непрофессионализма наблюдателей. Как заметил А.Ю. Гроссберг, опубликовавший в «Успехах физических наук» критический отзыв на обзор по магнитобиологии (2003, 173, 10, 1145—1148), история этой науки демонстрирует «невеселую картину противоречивых невоспроизводимых опытов». А если добавить сюда безудержную деятельность шарлатанов, спекулирующих от имени медицины магнитными устройствами, которые излечивают все и всех, то неудивительно, что магнитобиологию причисляют к наукам с сомнительной репутацией.

Физические идеи, используемые в магнитобиологии, разумны и основаны на известных явлениях из области физики магнетизма и электромагнетизма, однако во многих случаях они бесплодны или неуместны. Например, вряд ли имеет смысл обсуждать циклотронный резонанс в живых организмах, рассматривать молекулу ДНК как электромагнитный резонатор или анализировать мифические состояния воды в магнитном поле.

Магнитобиология создала обширную базу наблюдений, однако не дает объяснения фактам, а без понимания закрыты пути к контролю и управлению магниточувствительными процессами в биологии, медицине, социальной сфере.

Вот лишь несколько примеров противоречивых магнитобиологических экспериментов. Из 18 работ, выполненных с целью обнаружить магнитно-полевое воздействие на кишечную палочку, в шести оно оказалось одного знака, еще в шести — противоположного знака, а в оставшихся вообще не было обнаружено.

Подготовлено на основе статьи автора
в журнале «Успехи химии» (2014, 83, 1, 1—12)

Аналогичные результаты дали исследования ферментов, бактерий и грибов.

Действие магнитного поля весьма нелинейно. Так, транскрипция лактозного оперона (комплекса генов, отвечающих за переработку лактозы) у кишечной палочки в поле 3 Гс подавляется, а в поле 5,5 Гс стимулируется. В очень сильном поле 14100 Гс у бактерии *Shevanelle oneidensis* повышается скорость транскрипции 21 гена, но снижается для 44 других генов. У растения арабидопсиса на зависимостях «доза-отклик» обнаружены четыре максимума стимулирования экспрессии генов в постоянных полях — 1500, 4000, 6000 и 9000 Гс, причем амплитуда эффекта — разность между максимальным и минимальным — стократно. Похожие эффекты наблюдали для синтеза растительных пигментов антоцианинов. Очевидно, что проследить столь сложные связи, не понимая механизма явления, очень непросто. А значит, трудно правильно поставить эксперимент, избежав побочных факторов, мешающих воспроизводимости результатов: непонятно, на что именно надо обращать внимание.

Микрочастицы и молекулы: кто главнее?

Есть два принципиально разных типа физических механизмов, которые можно попытаться применить для объяснения магнитобиологических эффектов, — макроскопические и молекулярные. Первые возможны в процессах с участием крупных частиц — микрокристаллов, митохондрий, мембран, клеток. Если такие частицы обладают большой анизотропией магнитной восприимчивости, то энергия их взаимодействия с постоянным магнитным полем может оказаться сравнимой с тепловой энергией (кТ). В таком случае частицы будут ориентироваться или деформироваться в магнитном поле (подобно жидким кристаллам). При этом свойства деформированных частиц, а также содержащих их сред, например вязкость крови, изменятся. Однако магнитные эффекты такого типа значимы лишь в сильных и долго действующих магнитных полях, то есть в достаточно редких случаях. Поэтому вклад макроскопических механизмов в магнитобиологию можно игнорировать.

Гораздо более значимый, а может быть, и единственный вклад в магнитную зависимость биосистем вносят химические процессы, в которых рождаются или участвуют радикалы, ион-радикалы, парамагнитные частицы. Многие наивно полагают, что появления парамагнитных частиц в химических и биохимических реакциях достаточно для реализации магнитно-биологических эффектов. Это не так. Магнитное поле может влиять на ход химических реакций через имеющиеся у радикалов неспаренные электроны. Напомним, что в числе прочих квантовых свойств электрон обладает спином, который принимает одно из двух значений: $+1/2$ и $-1/2$. Постоянное магнитное поле может ориентировать спин электрона, а микроволновое излучение способно изменять его ориентацию. Однако химия не зависит от ориентации спина индивидуального радикала. Будучи приемником микроволнового излучения, спин не может обеспечить ни магнитно-полевых, ни электромагнитных биологических эффектов. Эти эффекты проявляются только в многоспиновых системах, когда имеются хотя бы два спина. Пара радикалов или ион-радикалов может быть в двух спиновых состояниях — синглетном (с полным электронным спином, равным нулю, то есть когда спины неспаренных электронов у членов пары имеют разные знаки) или триплетном (с полным электронным спином, равным единице). Химически тождественные, эти состояния в то же время сильно различаются по реакционной способности. Магнитные же поля способны индуцировать спиновые триплет-синглетные переходы в таких парах, то есть изменять их спиновое состояние, а соответственно и реакционную способность. Именно эта физическая ясная и экспериментально обоснованная концепция лежит в основе спиновой химии и спиновой биохимии. Именно она помогает преодолеть так называемую энергетическую догму.

Энергетическая догма и спин

К наблюдениям магнитных эффектов в химии и биохимии, независимо от их достоверности, физики всегда относились недоверчиво. Сами эффекты объявляют лженаучными, а авторов обвиняют в

невежестве на том основании, что магнитные энергии ничтожны; они в десятки тысяч и миллионы раз меньше, чем мера тепловой энергии КТ, то есть несравнимо меньше энергии теплового фона. Согласно энергетической догме, влиянием таких эффектов следует пренебрегать.

Сторонники магнитобиологии пытаются энергетическую догму преодолеть. Вот одна из многих предложенных моделей. Представим, что по объему молекулярного белкового комплекса неоднородно распределены заряды. Осциллирующее магнитное поле будет с ними взаимодействовать, результатом же окажутся смещения, повороты и даже вращение комплекса. Более того, такие движения могут стимулировать его конформационные перестройки; последние же способны изменять биохимическое функционирование белка. Слабость этой модели в том, что переменное поле взаимодействует лишь с движущимися зарядами, порождая силу Лоренца, пропорциональную скорости движения зарядов. Однако в белках-диэлектриках движущихся зарядов (подобных тем, что существуют в металлах, плазме или полупроводниках) нет, поэтому магнитные силы Лоренца тут не работают. К тому же в водной среде белки уложены таким образом, что заряженные участки обращены наружу, внутренняя же, гидрофобная часть молекулы зарядов не имеет.

Другая модель рассматривает в качестве приемников магнитного поля наноразмерные магнитные частицы (преимущественно кристаллический магнетит) — продукты метаболизма живых организмов, которые называют магнитосомами. В частности, грамм мозга человека содержит около ста миллионов магнитосом. Обладая магнитным моментом, под действием переменного поля такие частицы действительно могут перемещаться и поворачиваться. Однако сомнительно, что такие движения способны влиять на биохимию. Если же брать собственное поле магнитосом, то опять-таки встает вопрос: что служит его приемником в окружающих магнитосому частях клетки? Можно утверждать наверняка, что никакой связи между существованием магнитосом и их возможным функционированием не обнаружено. И подобных не до конца совершенных моделей много.

Энергетическая догма нанесла огромный вред магнитобиологии и спиновой химии, лишив стимулов к развитию и затормозив его на десятилетия. И до сих пор обсуждается фальшивая проблема: почему слабые магнитные взаимодействия существенно влияют на химические и биохимические процессы?

Причина же в том, что сторонники догмы обращают внимание лишь на один аспект химической реакции — необходимость преодоления энергетического барьера. Действительно, снижение высоты этого барьера на тысячные доли не играет никакой роли. Однако квантовая механика требует еще и сохранения полного углового момента, или спина, реагентов. А про этот аспект энергетическая догма ничего не говорит.

В то же время все реакции подчиняются закону сохранения спина: если электронные спины реагентов и продуктов не совпадают, то реакция строго запрещена. Этот закон, устанавливающий спиновый контроль любой реакции, доказан экспериментально. Магнитные взаимодействия уникальны: только они управляют спином реагентов и способны изменить спин. Будучи пренебрежимо малыми по энергии, они снимают запреты по спину, переключая реакции в радикальных парах со спин-запрещенных каналов на спин-разрешенные; именно так они управляют реакциями. Радикальные (ион-радикальные) пары служат спиновыми нанореакторами, которые функционируют как приемники постоянных и переменных магнитных полей. Молекулярные и химические процессы, управляемые магнитными полями в таких нанореакторах, как раз и оказываются источниками всех магнитных эффектов в химии и биохимии.

В биохимии известно много реакций, в которых рождаются или участвуют парамагнитные частицы (радикалы, ион-радикалы), но они не обнаруживают какой-либо значимой (детектируемой экспериментально) магнитно-полевой зависимости; возможно, что в этих реакциях вклад спиновых пар как спиновых нанореакторов незначителен и не оказывает большого влияния на результат реакции. Однако недавно были открыты ион-радикальные механизмы двух ферментативных реакций, имеющих фундаментальное значение в биологии. Это синтез АТФ и репликация ДНК. Рассмотрим их подробнее.

АТФ и магнитный магний

Аденозинтрифосфат, АТФ, — основной энергоноситель в живом организме. При его синтезе к молекуле аденозиндифосфата (АДФ) присоединяется остаток фосфорной кислоты. Этот процесс идет с поглощением энергии. Отщепление же этого остатка высвобождает энергию в

нужное для организма время и в нужном месте. Сам АТФ синтезируется главным образом в митохондриях, энергию для этого поставляет окисление органических веществ с участием кислорода, а перенос фосфатной группы выполняет фермент АТФ-синтаза — этот процесс называется окислительным фосфорилированием. Но есть еще и субстратное фосфорилирование — оно происходит на определенных этапах гликолиза, то есть бескислородного окисления глюкозы, протекающего в цитоплазме. При субстратном фосфорилировании аденозинтрифосфат синтезируют ферменты пируваткиназа и фосфоглицераткиназа. Киназы — общее название ферментов, переносящих фосфатные группы; в клетке большинство киназ отрывает фосфат от АТФ и присоединяет его к другой молекуле, например к белку. Однако, поскольку ускоряемые ими реакции обратимы, вне организма можно создать такие условия, что и такие киназы будут синтезировать АТФ. Так, креатинкиназа переносит фосфат АТФ на белок креатин, и получается креатинфосфат — при интенсивных нагрузках он лучше, чем АТФ, подходит в качестве источника энергии. Но в эксперименте и креатинкиназа может, наоборот, синтезировать АТФ.

«Магниточувствительность» таких реакций мы исследуем с 2004 года в Институте химической физики им. Н.Н.Семенова, на Химическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова и с помощью коллег еще из нескольких организаций. Нам удалось установить, что магнитные эффекты позволяют поднять скорость синтеза АТФ как синтазой, так и тремя упомянутыми киназами в два—четыре раза. Для объяснения этого эффекта была предложена непротиворечивая модель явления.

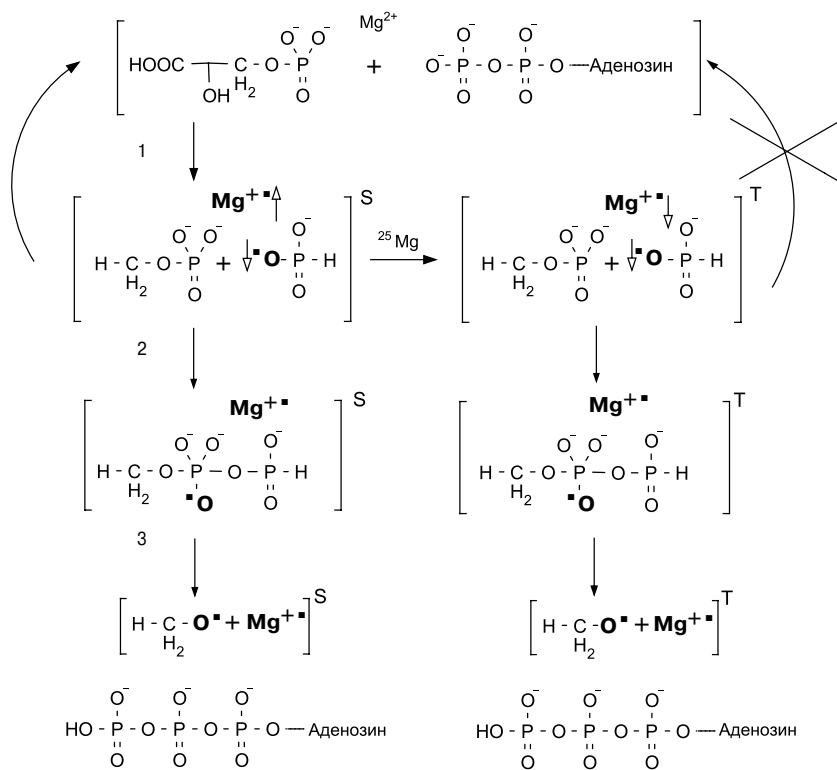
С биохимическим описанием синтеза АТФ все более-менее понятно, а вот детали химического механизма остаются загадкой. Принципиально возможны два варианта. Один — нуклеофильное замещение, при котором атаку осуществляет реагент, обладающий неподеленной парой электронов. Другой — ион-радикальный, когда в ходе реакции возникают «лишние» электроны, переход которых между участниками и помогает ее осуществлению. Зависимость скорости реакции от магнитного поля — верный признак ион-радикального механизма. Как он может выглядеть в случае синтеза АТФ?

У всех ферментов, связанных с этой реакцией, обязательно есть ион металла. В частности, у всех трех перечисленных киназ в каталитическом центре имеется магний. Магний же магний рознь: из трех природных изотопов один, с нечетным числом нейтронов, ^{25}Mg , обладает магнитным моментом, а его спин равен $5/2$. Два других, ^{24}Mg и ^{26}Mg , спина не имеют. При синтезе АТФ с помощью

*Получается,
что у беспинного
лешего чётное
число
нуклонов...*

ЗАМЕТКИ ФЕНОЛОГА





I
Магнитный магний запрещает регенерацию компонентов, что резко увеличивает скорость синтеза АТФ с помощью фосфоглицераткиназы (жирным отмечены атомы, у которых есть неспаренный электрон, стрелочками указаны направления спинов)

ион-радикального механизма на первой (ключевой) стадии происходит перенос электрона от фосфатной группы АДФ к Mg²⁺ (реакция 1 на рис. 1). Возникает ион-радикальная пара из оксирадикала АДФ и катион-радикала магния. В ион-радикальной паре (ее спиновое состояние синглетное, как для всякой термически генерированной радикальной пары) оксирадикал присоединяется по двойной связи фосфата (реакция 2); новый оксирадикал распадается (реакция 3), образуя при этом АТФ и вторичную радикальную пару с участием ион-радикала Mg⁺. Вследствие обратного переноса электрона ион Mg²⁺ регенерируется и процесс идет с начала.

Однако реакция может и не дойти до конца. Если она изначально идет по синглетному каналу, то обратный перенос электрона разрешен по спину: исходные компоненты легко регенерируются на самом первом этапе; реакция на этом этапе как бы застывает, возвращаясь по многу раз к молекуле АДФ и иону магния. Но если в каталитическом сайте присутствует магний-25, то спин пары сразу меняется, она переходит в триплетное состояние, из которого обратный перенос электрона запрещен по спину. Это означает, что появляется дополнительный необратимый триплетный канал синтеза АТФ (правая часть рис. 1), который по эффективности превосходит синглетный канал, поскольку исходные вещества не регенерируют.

Изменение спина открывает новый реакционный канал в радикальной паре — это и есть ядерно-спиновый контроль: магнитное ядро управляет электронным спином радикальной пары и ее реакционной способностью.

Ион-радикальный магнитно-зависимый механизм синтеза АТФ обнаружен при достаточно больших концентрациях ионов магния, гораздо больше, чем в митохондриях и клетках. А как в жизни? Есть результаты прямого измерения параметров синтеза АТФ в организмах крыс, кроликов, коз. Так, зависимости выхода АТФ в сердечной мышце живых крыс от концентрации введенных изотопных форм хлорида магния показывают, что скорость синтеза АТФ с магнитным изотопом в три — шесть раз выше скорости синтеза с немагнитными ионами. С учетом этого эффекта предложены лекарства от гипоксии и сердечной недостаточности и разработаны средства их адресной доставки в сердечную мышцу. Открываются также перспективы управления ростом микроорганизмов в биотехнологии.

Железо против магния: причина невоспроизводимости

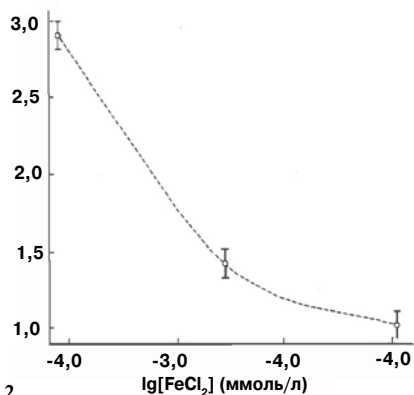
Как и принято в магнитобиологии, обнаруженные нами эффекты вскоре не подтвердились. История вышла такая. Повторить опыты с синтезом АТФ при участии креатинкиназы решили коллеги из дублинского Тринити-колледжа и Эссекского университета под руководством Даррага Крото и Гэри Силкстоуна соответственно. Опыты они ставили порознь

и, сравнив их результаты, обнаружили, что активность креатинкиназы в присутствии магнитного магния практически не отличается от той, что наблюдалась при использовании природной смеси изотопов, и даже немного меньше («Proceedings of the National Academy of Science», 2012, 109, 5, 1437—1142; doi: 10/1073/pnas.1117840108). К счастью, подробная запись всех условий эксперимента помогла установить причину такого расхождения с нашими результатами.

Образцы, используемые в британских и ирландских опытах, содержали в большом количестве примеси железа — 14,6 и 9,7 мкг/мл соответственно для природной смеси и магнитного изотопа. Так возникли подозрения, что примесные катионы железа разрушают ядерно-спиновую селективность и уничтожают магнитно-изотопный и магнитно-полевой эффекты. Получив наше замечание, Крото с коллегами в мае 2012 года перемерили содержание железа. Оно оказалось гораздо меньшим, чем указанное ранее, — 0,05 и 0,36 мкг/мл соответственно. Впрочем, эта поправка ничего не изменила.

Чтобы выяснить интригующую роль ионов железа, была измерена каталитическая активность креатинкиназы с хлоридом магнитного и немагнитного магния при различных концентрациях Fe²⁺. Действительно, магнитный эффект был обнаружен лишь при следовых количествах ионов железа: магний с магнитными ядрами тогда почти в три раза активнее, чем природная смесь изотопов. С ростом содержания ионов железа изотопный эффект быстро уменьшается (рис. 2). Что же касается активности креатинкиназы с немагнитным магнием, то она практически не менялась. При этом изотопный эффект исчезал уже при концентрации FeCl₂ в районе микрограмма на миллилитр, то есть как в опытах Крото с магнитным изотопом магния.

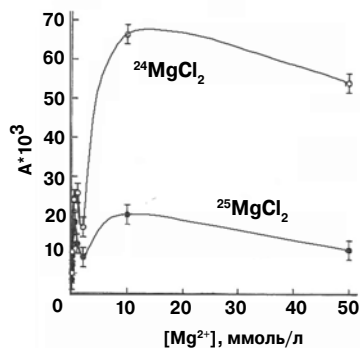
Почему же ионы железа подавляют магнитный канал синтеза АТФ, но не затрагивают немагнитный? Прежде всего следует иметь в виду, что катионы Fe²⁺ связываются в каталитическом сайте с фосфатными группами гораздо прочнее, чем магний, и вытесняют его из активного центра. Еще важнее другое обстоятельство: катион железа прочно удерживает молекулы воды в гидратной оболочке и в отличие от иона



2 Чем больше железа, тем меньше различие между скоростями синтеза АТФ в присутствии магнитного и немагнитного магния

магния не способен к дегидратации при сжатии каталитического сайта. Это означает, что в присутствии железа исключен перенос электрона, а следовательно, не может включиться ион-радикальный механизм. Здесь работает альтернативный механизм реакции — нуклеофильный; этот канал функционирует независимо от того, какой ион присутствует в каталитическом сайте — железа или магния. Теперь можно оценить количественное соотношение: ион-радикальный механизм в три раза эффективнее в синтезе АТФ, чем нуклеофильный.

Подавление катионами железа ион-радикального канала синтеза АТФ подтверждено при исследовании митохондрий, выделенных из разных органов крысы. В экспериментах одновременно измеряли содержание железа и производство АТФ митохондриями с магнитным и немагнитным магнием. Отношение скоростей синтеза АТФ этими митохондриями (изотопный эффект) сильно зависит от количества железа в них. Так, в митохондриях из почки, мозга и сердечной мышцы, в которых железа мало (менее 0,5 мкг на 1 г митохондрий), изотопный эффект велик (примерно 1,8), то есть синтез АТФ происходит по обоим механизмам. Напротив, в митохондриях из печени и селезенки, где железа много, изотопный эффект равен единице — син-



3 Магнитный магний сильно подавляет рост цепочки ДНК (измерено по радиоактивности образца, полученного с использованием меченого тритием нуклеотида)

тез АТФ протекает по нуклеофильному немагнитному механизму. Значительное стимулирование синтеза АТФ магнитным магнием в сердечной мышце достигается именно потому, что в сердечных митохондриях железа мало.

Из истории фактов и артефактов следуют два важных заключения. Во-первых, обнаружение магнитных эффектов однозначно свидетельствует о том, что биохимические реакции протекают с участием парамагнитных посредников; напротив, даже если в реакции реализуется радикальный или ион-радикальный механизм, далеко не всегда обнаруживаются магнитно-полевые или магнитно-изотопные зависимости. Во-вторых, магнитные эффекты могут быть замаскированы и даже исключены в присутствии парамагнитных примесей (катионов железа, меди, кобальта, марганца и других). Такая маскировка вполне может оказаться причиной невоспроизводимости результатов магнитобиологических экспериментов, и этот факт надо обязательно учитывать.

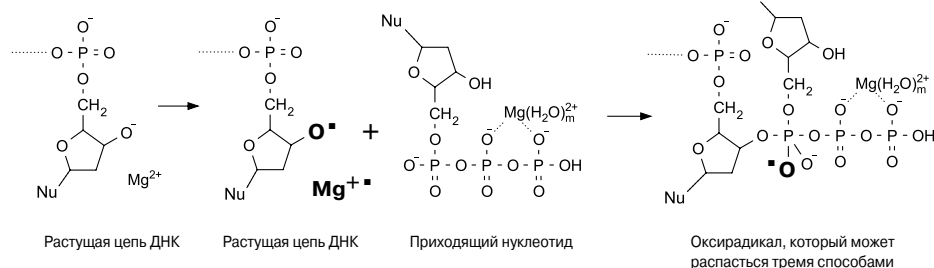
ДНК: магнитный обрыв цепи

Общепринятый механизм репликации ДНК подразумевает последовательное нуклеофильное присоединение нуклеотидов к растущей цепи ДНК; никаких па-

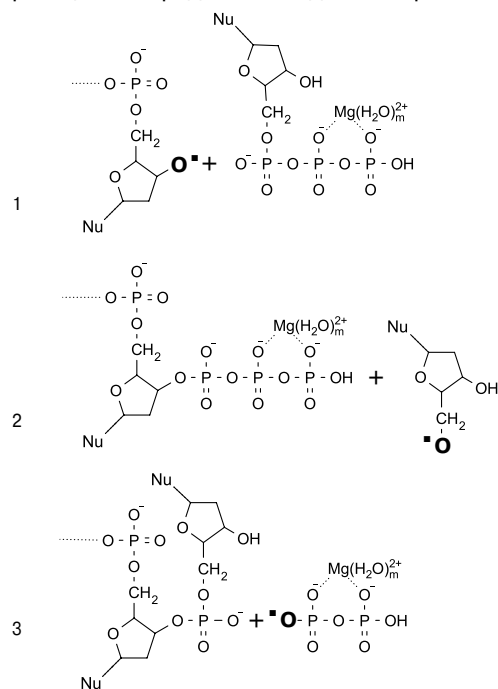
рамагнитных посредников этот механизм не допускает. Синтез ДНК осуществляют ДНК-полимеразы, а в их каталитических сайтах опять-таки встречаются ионы магния. В новой серии опытов мы обнаружили, что скорость синтеза ДНК зависит от того, какой изотоп магния находится в каталитическом сайте фермента. Разница опять оказалась значительной: магнитный изотоп магния в три—пять раз замедляет синтез ДНК в сравнении с немагнитными ионами (рис. 3). Аналогичный эффект обнаруживается в случае полимераз, несущих в каталитических сайтах ионы цинка: его магнитный изотоп в два—три раза снижал активность фермента.

Ядерно-магнитная зависимость синтеза ДНК однозначно свидетельствует, что механизм синтеза включает ион-радикальные стадии. Тогда можно предложить следующий механизм. Ключевой реакцией здесь служит перенос электрона к иону магния от аниона рибозы растущей цепи ДНК (рис. 4). Далее оксидрадикал рибозы присоединяет к себе подошедший нуклеотид, образуя новый оксидрадикал. Он не стабилен и может распадаться по трем каналам. Первый возвращает реакцию назад, второй обрывает цепь, присоединяя к ней не нуклеотид, а фосфат. И только третий ведет к росту ДНК. Этот канал энергетически невыгоден, поэтому, если ион-радикальный механизм доминирует над обычным нуклеофильным, синтез ДНК будет подавлен.

Источником изотопных эффектов магния и цинка оказывается первичная ион-радикальная пара, которая находится в синглетном спиновом состоянии. Обратный перенос электрона регенерирует исходные реагенты и сокращает время жизни пары, подавляя дальнейшие реакции оксидрадикалов. Однако в при-



4 Ион-радикальный механизм дает три канала реакции между растущей цепочкой ДНК и нуклеотидом, причем лишь один из них ведет к росту цепочки (жирным отмечены атомы, к которым переходит неспаренный электрон)

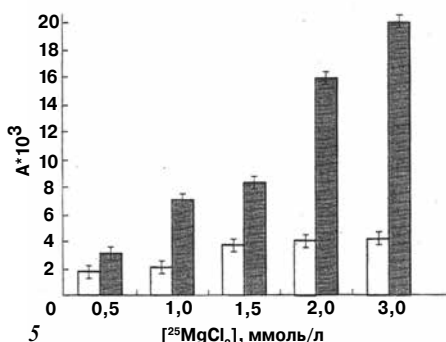


сутствии магнитных ядер происходит спиновая конверсия ион-радикальной пары — преобразование короткоживущей синглетной пары в долгоживущую триплетную. В ней обратный перенос электрона запрещен по спину; это обстоятельство стимулирует дальнейшие реакции оксирадикалов. Иначе говоря, магнитно-изотопные ионы включают триплетный канал ион-радикального механизма, создающего конкуренцию нуклеофильному механизму.

Эти предположения соответствуют идеем спиновой химии — надежной и твердо обоснованной науки. Более того, они предсказывают зависимость синтеза ДНК от магнитного поля, что подтверждается диаграммой, представленной на рис. 5. Магнитное поле значительно (в несколько раз) увеличивает скорость синтеза ДНК. Физическая причина эффекта очевидна: магнитное поле отключает триплетный канал ион-радикального механизма, конкурирующего с нуклеофильным механизмом. Другими словами, магнитное поле стимулирует синтез ДНК, компенсируя угнетающую функцию магнитных ядер.

Ион-радикальный механизм несовместим с общепринятым нуклеофильным механизмом и потому представляется невероятным; кажется, что это артефакт, ошибка неизвестного происхождения. Однако оба эффекта — и магнитно-полевой, и ядерно-магнитный — однозначно доказывают его существование. Среди многих рассмотренных нами механизмов лишь один, представленный выше, позволяет одновременно понять и объяснить и синтез ДНК, и магнитные эффекты. Более того, открытие ион-радикального механизма оказывается надежным доказательством нуклеофильного: при малых концентрациях магнитных ионов изотопный эффект не наблюдается — в этом случае за синтез ДНК отвечает нуклеофильный механизм.

Значим ли ион-радикальный механизм синтеза ДНК для живых организмов — открытый вопрос. Из того факта, что при малых концентрациях ионов ядерно-магнитный изотопный эффект неизмеримо мал, следует, что вклад ион-радикального механизма в синтез ДНК *in vivo* невелик. Однако если принять во внимание неоднородности в распределении ионов и их локальные концентрации, превосходящие средние, следует задуматься над этим заключением. Ясно лишь, что оба механизма сосуществуют и что при малых концентрациях ионов преобладает нуклеофильный механизм, а при значимых концентрациях включается ион-радикальный механизм. Быть может, это свойство найдет применение в медицине: для контроля злокачественных новообразований, лечения когнитивных заболеваний путем транскраниальной стимуляции мозга, клеточной пролифера-



Магнитное поле подавляет действие магнитного магния на синтез ДНК. Белые колонки показывают эффект магнитного поля Земли, а черные — поля 1600 Гс (измерено по радиоактивности образца, полученного с использованием меченого триплет нуклеотида)

ции и многого другого, контролируемого реакциями присоединения нуклеотидов к соответствующим цепочкам.

Спиновая парадигма биохимии

Ион-радикальный механизм синтеза АТФ и ДНК — пролог новой биохимической парадигмы; она непривычна, нетрадиционна и потому воспринимается с недоверием. Как известно, чем удивительнее результат, тем менее вероятно, что он верен. На первый взгляд ион-радикальная парадигма заслуживает такого же отношения, и потому почти все биохимики относятся к ней подозрительно.

Но эта парадигма убедительно доказана магнитно-изотопным эффектом (на магнитных ядрах ртути, магния, цинка, кальция); она неоспоримо подтверждена воздействием магнитного поля на синтез АТФ и ДНК. Наконец, она неопровержимо утверждает себя в митохондриях различных органов живых

Какое поле главное — постоянное или переменное?

Постоянное магнитное поле (и внешнее, и внутреннее ядерно-магнитное) производит спиновую конверсию за счет прецессии электронов пары. Разностью частот прецессии электронов, принадлежащих партнерам, обусловлен процесс расфазирования спинов, а время полного расфазирования (разворот спинов пары на 180°) есть время спиновой S-T-конверсии.

Влияние переменного, осциллирующего магнитного поля на электронные спины пары зависит от частоты этого поля. Низкочастотные поля производят только расфазирование спинов, то есть действуют как постоянные поля: период осцилляции поля гораздо длительнее, чем время S-T-конверсии.

Высокочастотные поля действуют по двум механизмам: они производят спиновую конверсию на всех частотах через расфазирование и через переворот спинов на резонансных частотах, когда частота переменного поля совпадает с зеемановской частотой электронов. Плотность таких резонансных полей мала (составляет ничтожную часть от всех фоновых полей), поэтому влиянием резонансных высокочастотных полей в магнитобиологии можно уверенно пренебречь (за исключением экзотических случаев, когда частоты специально настраивают в резонанс).

Практически это означает, что все осциллирующие магнитные поля с частотами менее 100 МГц можно считать постоянными по отношению к короткоживущему приемнику — радикальной (ион-радикальной) паре. Осциллирующие магнитные поля с большими частотами (если они не резонансные) действуют на электронный спин, как и постоянные, но эффективность их низка, потому что медленная спиновая система слабо реагирует на быстрые высокочастотные колебания магнитного поля.

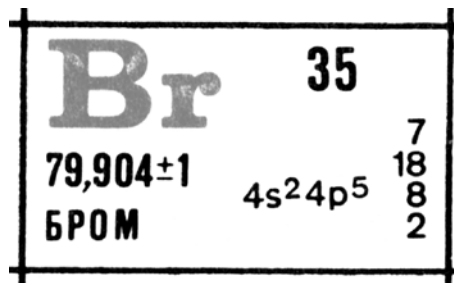


организмов.

Надежно и однозначно установлено, в каких условиях и в каких масштабах функционирует ион-радикальный механизм, как его можно «включать» и «выключать», используя ионы изотопов и ионы железа. Известно также, в каких органах живого организма ион-радикальный механизм функционирует наиболее эффективно. Ясно, как с помощью этого механизма стимулировать синтез АТФ и исключить его дефицит при заболеваниях сердца, как использовать магнитно-изотопные ионы в качестве медицинских средств против гипоксии и сердечной недостаточности, средств управления пролиферацией и уничтожения опухолевых клеток.

Ключевой элемент концепции — ион-радикальная пара, в которой конкуренция химических и физических процессов (прямой и обратный переносы электрона, спиновая магнитно-индуцированная конверсия, а также реакции распада и присоединения радикалов) управляется магнитными взаимодействиями. Ион-радикальные механизмы подводят к пониманию многочисленных явлений, наблюдаемых в магнитобиологии и медицине. Более того, они подсказывают идеи новых поисков, ведущих к превращению магнитобиологии в уважаемую науку.

Бром: факты и фактики



Зачем бром медикам? Сразу после открытия брома в 1825 году его соли стали использовать в качестве успокоительного средства, а также для предотвращения конвульсий. Однако лишь спустя почти век, в 1910 году, один из учеников академика И.П.Павлова, П.М.Никифоровский, получил первые сведения о механизме действия солей брома, поставив серию опытов. Собаке давали сухой мясной порошок и считали объем выделяющейся слюны. При этом действовали раздражителями — громкими звуками, светом и так далее, чтобы выработать условный рефлекс. В ходе опытов собаку стали подкармливать молоком с добавкой бромида натрия, и через некоторое время она вообще перестала реагировать на любые раздражители. Следовательно, бром усиливает торможение нервных реакций. Кстати, после того, как опыты заканчивали, интерес к жизни у собаки восстанавливался.

Успокоительные препараты брома были очень популярны до конца XX века, пока вдруг не выяснилось, что злоупотребление ими приводит к серьезным психическим расстройствам и чуть ли не 2% клиентов сумасшедших домов — жертвы бромотерапии, так называемого бромизма. В 1975 году в США эти препараты были запрещены и постепенно ушли с рынка всех стран; современные транквилизаторы бромидов не содержат.

Каковы симптомы бромизма? Это могут быть как помутнение сознания, так и психозы с галлюцинациями. Вот как описывают авторы статьи в журнале «Postgraduate Medical Journal» (1982, 58, 523—524) последствия тридцатилетнего еженедельного приема чайной ложки бромида калия. У семидесятилетнего пациента, бывшего химика, содержание брома в крови было не столь уж велико — 400 мг/л (опасным считается уровень 100 мг/дл). Однако ему мерещились дурной запах в доме и электрические призраки, проникающие в дом по проводам от соседа; коварный сосед получил кирпич в крышу своей теплицы, что и послужило поводом для расследования. Были и другие знакомые

психиатрам симптомы. При этом человек пребывал в трезвой памяти и здравом уме, демонстрируя IQ 120. После трехнедельного лечения содержание брома в крови уменьшилось до нуля, и душевное здоровье восстановилось. Другой случай более загадочен. В течение полутора лет пожилая медсестра пребывала в подавленном состоянии, страдала провалами в памяти, за что ее решили уволить. Исследование не выявило никаких странностей, кроме 310 мг/л брома в крови. За неделю бром из организма вывели, и состояние человека вернулось в норму. Однако откуда в ее организме взялся бром, медсестра не знала. Впоследствии у нее однажды снова возникло такое состояние, и опять уровень брома оказался высоким — 250 мг/л.

Добавляют ли бром в чай солдатам для снижения полового влечения?

Из предыдущего раздела понятно, что ни один человек в здравом уме не станет этого делать: при столь массовом использовании бромистых препаратов риск отравления чрезвычайно велик. Кроме того, как утверждают военврачи, если бы такое практиковалось, было бы наставление по применению препаратов и складские ведомости, а ничего этого нет. Миф же возник чрезвычайно давно, видимо, одновременно с появлением бромистых успокоительных солей, только об этом нет свидетельств. Как пишет Википедия, первые документированные слухи об использовании бромида калия в чае солдат британской армии относятся ко времени второй мировой войны. Тогда же в американской армии ходили рассказы о добавлении препарата брома в кофе. У советских допризывников были популярны байки о бромиде калия в чае и компоте; при этом никто не задумывается, что бромиды соленые на вкус. Возможно, распространению слухов способствовала практика добавления в эти блюда таинственного белого порошка — аскорбиновой кислоты. Строго говоря, сама по себе идея добавлять успокоительный бромид в пищу солдат — людей, от которых требуются быстрота реакций и агрессивность — выглядит странно.

Впрочем, ученые заметили свойство брома повышать выработку женских гормонов — у самок крыс соединение брома в дозе 45 мг вызывало повышение эстрогенной активности. Это исследование, проведенное И.Преслом и П.Клетечкой и опубликованное в журнале «Проблемы эндокринологии и гормонотерапии» за 1965 год — единственное упоминание о связи брома с половыми гормонами в базе научных публикаций PubMed.

Используются ли сейчас бромированные препараты? Да. Например, лекарство от кашля — бромгексин: его молекула содержит два атома брома. Это аналог вещества, извлекаемого из растения *Adhatoda vasica*; в природном веществе, однако, брома нет. Входит бром и в состав антисептика ксероформа — соединения висмута с трибромфенолом. Ксероформ — составная часть знаменитой мази Вишневского, которую применяют для лечения разного рода повреждений кожи: язв, ожогов, гнойников.

Где еще используют бром и его соединения? До недавнего времени у брома было много больше профессий, чем теперь. Прежде всего, без него была невозможна фотография — именно частицы бромида серебра, нерастворимые в воде, но легко разлагающиеся на свету, служили основой качественных фотографических эмульсий. Теперь пленочно-бумажную черно-белую химическую фотографию практически вытеснила цифровая технология. Метилбромид использовали в качестве ядохимиката как на полях, так и для домашних фумигаторов. Однако Монреальский протокол по защите озонового слоя положил этому конец. Входил бром и в состав фреонов, которые также были запрещены — считается, что бром ответственен за уничтожение 20—40% озона в озоновых дырах. Этиленбромид применяли в качестве добавки, повышающей октановое число бензина, причем на эти цели шла чуть ли не половина всего брома, но с 70-х годов и от этой добавки стали отказываться. Есть важные профессии, которых бром пока что не лишился, — он

входит в состав катализаторов, применяемых в органическом синтезе, и препаратов для дубления кож. Растворы неорганических солей брома нефтяники закачивают в скважину для повышения выхода нефти. Издавна бромированные растительные масла применяют в качестве эмульгаторов. Например, они помогают растворить ароматические добавки в газированных напитках. Несмотря на ограничения в США использования брома с 70-х годов, эти масла используют до сих пор, например в напитке «Mountain Dew» производства компании «Coca-Cola».

Как добывают бром? Бром добывают хлорированием рапы — сильно концентрированной морской воды. Годовой объем производства составляет около полумиллиона тонн, а лидируют в нем США, Израиль, КНР и Иордания. Вообще же бром — весьма рассеянный элемент, практически не имеющий минералов. Это неудивительно, ведь большинство его собственных соединений растворимы, а размер атома так велик, что он не помещается в решетки других элементов. Именно поэтому морская вода — наиболее доступный его источник. Соответственно, больше всего брома содержится в водорослях и других морских организмах.

Как был открыт бром? Примерно таким же способом, каким его теперь и добывают. Вот что об этом писал кандидат химических наук Б.Я.Розен («Химия и жизнь», 1970, № 3). Первооткрыватель брома Антуан Жером Балар работал препаратом у профессора Ж.Ангада в университете Монпелье. Ему дали первое самостоятельное задание: изучить состав маточных растворов, из которых добывают морскую соль, а также морских водорослей. Во время работы он установил, что струя газообразного хлора, пропущенная через маточник, придает ему красно-бурю окраску. Еще интереснее вел себя щелок, полученный из водорослей: когда к нему добавляли хлорную воду и крахмал, жидкость делилась на два слоя — желтоватый верхний и синий нижний. Теперь-то понятно, что это хлор вытеснял бром и иод из их солей, содержащихся в морской воде. Балар же предположил, что желтую окраску дает какое-то соединение хлора с иодом, и долго пытался их разделить. После безуспешных попыток он все-таки выделил красящее вещество. Оно оказалось тяжелой красно-коричневой жидкостью с дурным запахом. Балар понял, что получен новый элемент, подготовил сообщение и послал образцы в Париж. Элемент он назвал мурид, от латинского слова «рассол». Академическая комиссия приняла результаты благосклонно, но порекомендовала на-

звать элемент, как и прочие галогены, по характерному свойству. Из-за запаха его и назвали бромом, что по-гречески значит «зловонный». Балар вскоре продвинулся по службе, и злые языки говорили, что не Балар открыл бром, а бром открыл Балара.

Интересно, что Юстус Либих незадолго до открытия Балара держал в своих руках бром. Какая-то компания прислала ему бутылку желтоватой воды с просьбой провести экспертизу. Либих этой работой не заинтересовался, предположив, что цвет дает опять-таки соединение хлора с иодом. Впоследствии он написал следующую фразу, которую очень полезно было бы прочитать многим нынешним радетелям за чистую науку: «Не может быть большего несчастья для химика, как то, когда он сам не способен освободиться от предвзятых идей, а старается дать всем явлениям, не сходящимся с этими представлениями, объяснения, не основанные на опыте».

Что такое цинк-бромный аккумулятор? Это один из перспективных аккумуляторов: очень дешев, легок, выдерживает две тысячи (а после техобслуживания и в два раза больше) циклов перезарядки, причем способен разряжаться полностью. При заряде такого аккумулятора металлический цинк осаждается на аноде, а бром собирается на катоде. При разрядке между ними происходит реакция и получается раствор бромида цинка. Помимо прочего, такой аккумулятор заряжается любым источником постоянного тока — по сути, это гальванический аппарат, — и не дает кислотных испарений, неизбежных у свинцово-серноокислотного. С испарением брома борются, обеспечивая его хранение на катоде или в пористом угле, или в виде нестойкого соединения. Из-за того, что на аноде могут вырастать дендриты цинка, аккумулятор нужно раз в несколько дней полностью разряжать. Оптимальная конструкция аккумулятора еще не найдена, но инженеры над ней работают, а несколько компаний в США и КНР выпускают такие аккумуляторы для различных применений.

Каково сейчас основное применение брома? Бром в виде полибромдифенолов, их эфиров и схожих соединений оказался прекрасным гасителем пламени, способным хорошо смешиваться с полимерами. При горении такие соединения легко превращаются в бромоводород — HBr. Он реагирует со свободными радикалами водорода, кислорода или гидроксигруппы и нейтрализует их, то есть обрывает цепную реакцию, обеспечивая горение. Такие добавки особенно популярны при производстве пластика



ЭЛЕМЕНТ №...

для изготовления электронных плат, но и многие другие материалы содержат эти вещества.

В связи с ростом объемов пластикового и электронного мусора возникает проблема высвобождения бромсодержащей органики в окружающую среду. Высвобождается она как в результате вымывания из закопанного мусора, так и при сжигании мусора на заводах. Измерения, проведенные в 2003 году, показали, что в килограмме электронных компонент содержится 3—4 грамма различных полибромфенолов, а также 5,5 грамма чистого брома и 1,7 грамма ртути. Попав в природу, эти вещества неизбежно станут передаваться по пищевой цепи, накапливаться и, возможно, воздействовать на здоровье людей. Пока что выявлено негативное влияние полибромфенолов на развитие мозга у новорожденных крыс, а также на изменение морфологии внутренних органов у взрослых крыс и кроликов. Действующая доза составляла десятки миллиграмм на килограмм живого веса. Канцерогенные свойства этих веществ были замечены при высоких дозах, в граммы на килограмм веса.

Что интересно, полибромфенолы накапливаются не только в природе, но и в техносфере — при вторичном использовании пластика, полученных при переработке электронного мусора. Естественно, из таких пластика запрещено делать пищевую упаковку. Однако, например, чешские исследователи обнаружили, что следы электроники присутствуют в семи из десяти черных пластиковых поддонов для еды: содержание полибромфенолов в них составляло от 57 до 5975 мг на килограмм изделия («Food Additives & Contaminants: Part A», 19 января 2015 года; doi:10.1080/19440049.2015.1009499). Была там и ртуть. Видимо, при развитии переработки пластмасс бромированные гасители пламени станут неизбежными составляющими любого пластика. Насколько это опасно, пока непонятно, но, похоже, дело идет к тому, что и эта область применения брома окажется под запретом.

А. Мотылев

«Муж или любовник» — вечная дилемма



Иоахим фон Зандрарт. «Марс, Венера и Купидон». Марсу свойственны не только физическая сила и выносливость, но и вспыльчивость, и склонность к решительным действиям. Эти качества делают жизнь с ним интересной, но непростой, если он не любовник, а супруг

Доктор биологических наук

Д.А. Жуков

Давным-давно известно, что критерии идеального любовника и идеального мужа качественно различны. В XVIII веке Никола-Себастьян де Шамфор заметил: «Любовникам достаточно

нравиться друг другу своими привлекательными, приятными чертами, но супруги могут быть счастливы лишь в том случае, если подходят один к другому своими недостатками». Другими словами, любовник должен иметь максимум достоинств, а муж — минимум недостатков, поскольку с любовником должно быть хорошо, а с мужем — не утомительно.

Интересно, что на протяжении менструального цикла меняются женские предпочтения мужских типов. Испытуемым предъявляли фотографии одних и тех же лиц, которые были отредактированы в сторону маскулинности либо инфантильности: увеличивали или уменьшали нижнюю челюсть, лоб, надбровные дуги, количество щетины. В первую фазу цикла, при большей вероятности оплодотворения, женщинам кажутся наиболее привлекательными маскулинные лица, а во вторую, при минимальной вероятности оплодотворения, — более инфантильные.

Возможно, предпочтение инфантильных лиц во вторую фазу цикла, на фоне высокой продукции прогестерона, гормона беременности, отражает материнские чувства женщины. Но может быть, в этом изменении предпочтений проявляется дилемма «муж или любовник». Можно предположить, что женщина бессознательно стремится забеременеть от сильного самца, а во вторую половину цикла ищет связи с социально надежным партнером.

Конечно, от мужа, кроме минимума недостатков, ожидают еще и родительское поведение, склонность заботиться о семье, обеспечивать жену и детей материальными ресурсами. Но главное, чего ожидает от него женщина, — чтобы не раздражал. Ведь супругам приходится проводить друг с другом не только праздники, дни и ночи феерического секса, но и трудовые будни. А будни наполнены не одними семейными радостями. Досада на бытовые неурядицы, трудности, неприятности, чувство неудовлетворенности, фрустрации вызывают у человека различные смещенные реакции, самая распространенная из которых — это переадресованная активность. А переадресуются негативные эмоции в первую очередь на тех, кто ближе всего, то есть на членов семьи. Поэтому муж — это тот, кто переадресовывает на женщину свою неудовлетворенность текущим ходом событий. И одновременно — тот, на кого женщина направляет свои смещенные реакции. Потому-то от мужа ожидается, что он будет добродушным, тихим и покладистым человеком.

Правда, жизнь с таким надежным человеком может быть скучновата. Женщине ведь интересны и «настоящие мужчины» — сильные физически и психически, решительные, немного грубоватые, немного авантюрные, умеющие и любящие принимать решения, воплощать их в жизнь и брать на себя ответственность за последствия. Однако в роли отца семейства такой мужчина не всегда удобен, а бывает и опасен. Склонность подобных мужчин к разнообразным занятиям на свежем воздухе оставляет им мало времени и ресурсов на заботу о жене и детях. Более того, увлечение рискованными видами активности — необязательно единоборствами, как у самого Марса, — увеличивает шансы оставить жену вдовой и детей сиротами. Занятия вне дома к тому же повышают и вероятность встреч с посторонними женщинами — и это тоже чревато серьезным уменьшением доходов семьи. Поэтому таких мужчин женщины предпочитают выбирать не в супруги, а в любовники.

Получается, что у одного мужчины редко можно встретить сочетание свойств и идеального любовника, и идеального мужа. В последние годы биологи и психологи стали обнаруживать некие физиологические механизмы, обеспечивающие привлекательность мужчин в одном либо другом качестве. Точнее, механизмы, делающие мужчину «идеальным любовником», известны давно: это высокий уровень тестостерона.

Следует сказать, что высокий тестостерон не означает высокую половую активность. И сексуальная потенция, и сексуальное влечение мало зависят от продукции тестостерона (врут, врут рекламные ролики). При исследованиях больших групп мужчин не обнаружено зависимости сексуальной активности от тестостерона для широчайшего диапазона концентрации этого гормона (и других андрогенов) в крови. Только если тестостерона совсем мало, отмечается



ослабление и потенции, и влечения.

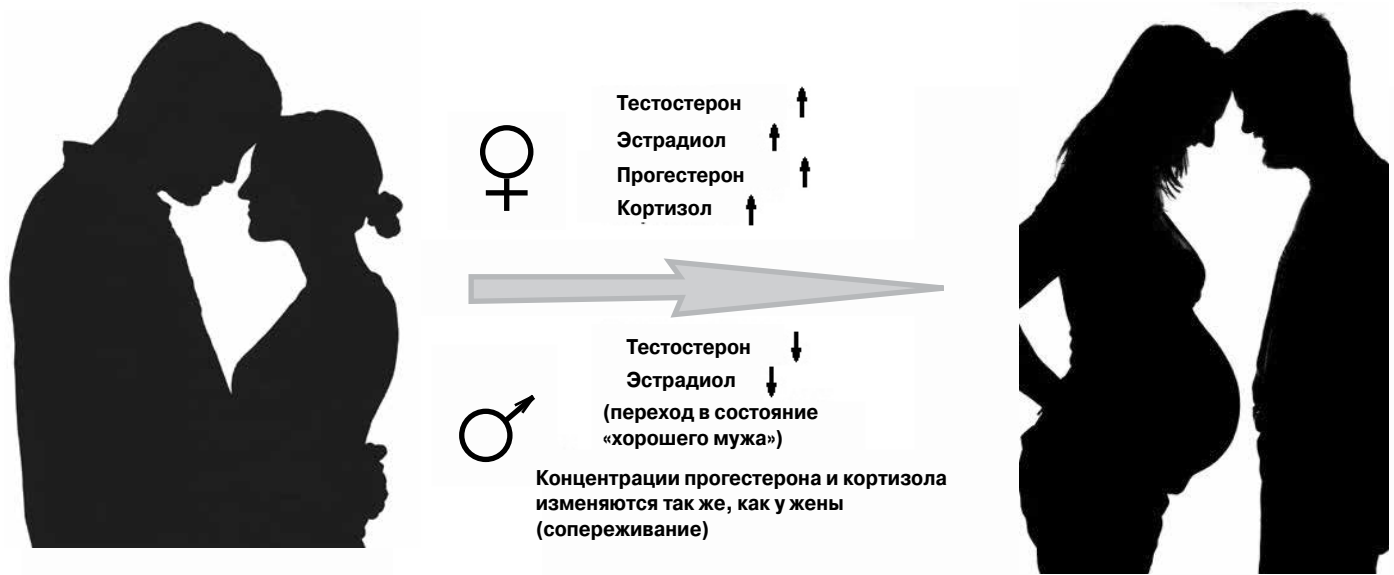
Но тестостерон однозначно влияет на метаболизм. Под влиянием тестостерона усиливается рост мышечной ткани. Он повышает эффективность работы нервно-мышечного синапса. Кроме того, под его воздействием увеличивается эритропоэз — производство эритроцитов, что усиливает кислород-переносящую функцию крови. В итоге высокий тестостерон означает силу, быстроту, выносливость. Заметим, что первым анаболиком, применявшимся в спорте до 1980 года, был кристаллический тестостерон.

Более того, мышечный тип телосложения, который Эрнст Кречмер назвал атлетическим, как правило, сочетается со склонностью к взрывным поведенческим реакциям. Поэтому поведенческая характеристика людей атлетического типа телосложения — эпилептоиды. (Термин не имеет прямого отношения к болезни эпилепсии: психологи относят к эпилептоидам индивидов легко возбудимых, временами агрессивных и склонных к авторитарности.) И это вполне логично, так как тестостерон наверняка потенцирует работу не только нервно-мышечных синапсов, но и синапсов в центральной нервной системе.

Итак, гормональное обеспечение идеального любовника известно, а что можно сказать о типе идеального мужа? В нескольких исследованиях было выяснено, что у молодых отцов с выраженным родительским поведением повышен уровень секреции гормонов стресса — кортизола и пролактина. А уровень тестостерона, напротив, обратно пропорционален времени, которое молодые отцы проводили с ребенком. К биологическим детерминантам родительского поведения можно отнести и количество некоторых рецепторов вазопрессина в ЦНС. Но эти данные получены пока только на животных с генетически детерминированными стратегиями социального поведения — с сильным родительским поведением и с отсутствием такового.

Скажем несколько слов о пролактине. Это очень интересный гормон, точнее, он интересен у мужских особей. Пролактин стимулирует синтез молока, поэтому его биологическое значение в женских организмах очевидно, а лакотропная функция известна давно и хорошо изучена. А вот о роли пролактина в мужском организме, особенно у человека, пока известно совсем немного. В основном пролактин у мужчин интересует исследователей в связи с тем, что повышенная секреция этого гормона — побочный эффект терапии нейрореплетиками, основного фармакологического инструмента психиатрических стационаров.

Получается, что дилемма «муж или любовник» превращается в альтернативу? Однако не все так плохо. Как известно, нет таких поведенческих признаков, которые были бы детерминированы исключительно генетически. На все наше поведение влияет и среда; человек — самое обучаемое животное. Одно из недавних исследований показывает, что при изменении жизненных обстоятельств могут быть приобретены не только особенности поведения, но и физиологические механизмы (Edelstein R.S. et



Как меняются концентрации гормонов в организмах мужа и жены, ожидающих первого ребенка (пояснения в тексте)

al. «American Journal of Human Biology, 2014, doi: 10.1002/ajhb.22670).

У 29 пар, ожидавших рождения первого ребенка, определяли содержание в слюне тестостерона, эстрадиола, прогестерона и кортизола. Пробы брали на 12, 20, 28 и 36-й неделе беременности. Как и следовало ожидать, у женщин растет концентрация всех четырех гормонов (см. рисунок). А у мужчин последовательно снижается концентрация тестостерона и эстрадиола. Таким образом, физиологические параметры мужчины сдвигаются от состояния «любвник» к состоянию «муж».

Особенно интересна обнаруженная корреляция внутри пар концентраций кортизола и прогестерона. Чем выше были эти показатели у жены, тем выше они были и у мужа. Кортизол — показатель стресса (помимо его прочих функций), а прогестерон обладает противотревожным действием. Получается, что чем больше нервничает женщина, тем больше ей сопереживает муж. А если женщина спокойна — во многом благодаря высокому прогестерону, — то и организм мужа вырабатывает много этого гормона. Заметим, что функции и регуляция прогестерона (как и пролактина) в мужском организме — почти что terra incognita.

Как любое хорошее исследование, данная работа не только дает ответы, но и ставит много вопросов. Интересно, например, было бы узнать дальнейшую судьбу пар. Коррелирует ли время до развода с гормональными изменениями во время беременности? Будут ли коррелировать исследованные гормональные показатели со временем, которое отец проводит с ребенком? И вечный вопрос: в какой мере все эти закономерности обусловлены врожденными (генетическими) особенностями, а в какой — влиянием среды, то есть воспитанием и обучением? Родительское поведение жестко детерминировано генетически у некоторых видов ящериц и полевок, но как обстоит дело у человека, пока что остается неизвестным.

Кроме того, очень интересно, имелось ли соответствие гормональных показателей между мужем и женой до наступления беременности? Хорошо известно, что человеческие браки ассортативны, то есть пары формируются не случайным образом. Как правило, женщина выбирает в супруги мужчину, схожего с ней по многим физическим, поведенческим и психическим характеристикам. Коэффициент корреляции супругов по росту около 0,8, по интеллекту —

0,3—0,4. Высокая положительная корреляция обнаружена для таких признаков, как социальное положение, политические и религиозные взгляды, уровень образования. В числе физиологических признаков, для которых известна ассортативность, можно назвать иммуногенетические характеристики, которые проявляются в феромональных сигналах. Иначе говоря, привлекательность запаха потенциального партнера определяется и тем, насколько вы близки или далеки генетически. В этот механизм отбора вовлечены белки так называемого главного комплекса гистосовместимости МНС (major histocompatibility complex), наши личные антигены, которые иммунная система распознает как «свои» (а вот для иммунной системы пациента, которому пересаживают донорский орган, они могут быть и чужими). Как правило, женщины выбирают партнеров с белками МНС, отличными от их собственных, то есть близкие родственники в этом смысле менее привлекательны, чем неродственные особи. Имеется ли ассортативность по типу и величине гормональных профилей и реакций, насколько схожи они у супругов — это предстоит исследовать. Ответ на этот вопрос имеет и практическое значение. Возможно, когда-нибудь будут разработаны не только психологические, но и биологические тесты на совместимость людей в коллективной жизни и работе.

В заключение заметим, что аналогичная дилемма существует и для мужчин. От любовницы и от жены ожидают различных качеств. Но эта мужская проблема имеет несравненно меньшее биологическое значение, чем «муж или любовник», поскольку, как показал еще Чарльз Дарвин, полового партнера выбирает женская особь, а отнюдь не мужская.





Художник А.Анно

Ничего лишнего

Софья Ролдугина



НАНОФАНТАСТИКА

Ателье у Ядвиги маленькое. Крошечное, можно сказать. Называется неброско: «Ничего лишнего». Рекламы отродясь не было, цены — заоблачные... Конкуренты злословят и ждут, когда же оно прогорит. Но Ядвига процветает — вот уже сорок лет, а все потому, что умеет делать то, что не умеют другие.

Слухи твердят, что она перешивает не одежду, а память.

Клиенты у нее не толпятся с утра до ночи. Один, самое большее два человека в день. Едут со всех концов страны, часто несут последнее — Ядвига никому не отказывает, но и благотворительностью не занимается, скидок не дает. Она уверена в своем мастерстве и знает себе цену. И неудивительно — за столько лет ни одного неверного стежка, ни одной жалобы...

Ходит к ней, как ни странно, больше молодежь. Старики лелеют свою память и подолгу думают, прежде чем вырезать даже самый мучительный или горький лоскут.

«А что им еще беречь?» — иногда фыркает Ядвига снисходительно.

Когда это слышит помощница, Анника — высокая немолодая женщина, словно переломанная когда-то несколько раз, — то хмурится и почему-то смотрит на хозяйку с сочувствием.

...Как сейчас.

Но рассердиться Ядвига не успевает — в дверь стучат.

На пороге — уверенная женщина средних лет в строгом платье-футляре. На вид оно стоит больше, чем старенький Анникин автомобиль. На скуле у женщины наполовину уже сошедший и тщательно закрасенный синяк.

— Вы принимаете сегодня? — спрашивает она с некоторым вызовом. И стреляет взглядом по сторонам — неприметная вывеска, розовые циннии на клумбе, стеклянный ангел-колокольчик над входом...

— Да, сударыня. Конечно.

Аника проводит ее в зал, усаживает за столик, подает чай с тыквенными кексами. Чуть погодя вливается в приемную сама Ядвига — рыжие волосы уложены кокетливыми локонами, зеленый брючный костюм идеально отглажен, на плече янтарная брошь... Хозяйка садится напротив и готовится слушать. Анника горбится и отступает к двери.

— Понимаете, — осторожно начинает клиентка, — у меня маленькая проблема. Мы с моим... не важно, как его зовут. Словом, мы решили начать новую жизнь. Я простила его, но никак не могу выбросить из головы эти его маленькие странности... Я не об изменах говорю. Но это так мешает, понимаете?

Желтые глаза Ядвиги становятся добрыми-добрыми, сладкими-сладкими.

— Это не беда. Все поправимо.

...А через час дело уже решено.

Клиентка встает с кресла, горячо благодарит Ядвигу:

— Я словно заново влюбилась в него! — Взгляд у нее горит. — Вы были правы. Эти лишние воспоминания... Мусорные. Они словно заслонили от меня главное — мое чувство. Спасибо вам! Вы просто волшебница.

Оплата — головокружительно щедрая. Чаевые для Анники клиентка тоже оставляет воистину королевские.

Ядвига довольна; ее круглое лицо сияет, как луна.

— Видишь, Анника? Я волшебница. Я возвращаю людям прежнюю остроту чувств. Ну это ли не чудо? Доктор душ человеческих... звучит?

Аника деревянно кивает и продолжает сметать вырезанные лоскутки памяти в совок.

Через две недели газеты взрывает чудовищная новость — известную благотворительницу, госпожу М., убил ее молодой любовник, как только она переписала на него завещание. Ядвига смотрит на некролог, хмурится, а затем переворачивает на двери ателье табличку «Закрето» и уходит в дальнюю комнату, где на стене висит большое зеркало. Вечером Анника прокрадется туда и достанет из урны крохотный, сморщенный лоскуток памяти, положит его в спичечный коробок и напишет сверху имя и дату. Таких коробков у нее уже тысячи, и Ядвигиных среди них добрая сотня. Анника и сама уже не знает, зачем собирает их, — наверное, больше по привычке.

...А еще потому, что иногда — очень редко! — поздним вечером раздастся стук в дверь и робкий голос — а иногда плачущий, гневный или испуганный — произносит однуединственную просьбу.

Тогда Анника достает из кладовки нужный коробок, ножницы, иголку с ниткой и начинает шить. Узловатые, словно переломанные пальцы в такие минуты отчего-то совсем не дрожат.

А утром в контору вернется хозяйка — Ядвига, сияющая, как всегда. Костюм безупречно отглажен, волосы зачесаны в строгий пучок.

— И все-таки я волшебница, — улыбнется она, мечтательно глядя поверх обязательной утренней чашки с кофе. — За сорок лет — ни одного лишнего стежка!



Зачем мужчинам эстроген

В. Благутина

Эстрадиол, наиболее известный гормон группы эстрогенов, часто называют «женским гормоном». Однако он вырабатывается и в мужском организме, и мужчинам тоже необходим.

Об эликсире долголетия человечество мечтало всегда, и один из ярких эпизодов в истории этой мечты связан с гормонами. В 1889 году известный французский физиолог Шарль Броун-Секар сделал в парижском Биологическом обществе сообщение о том, что после подкожного впрыскивания вытяжки, полученной из свежих яичек собак и морских свинок, он ощутил прилив сил, голова его заработала лучше и физиологические функции организма заметно активизировались. Доклад и последовавшие за ним статьи имели огромный резонанс. Предприимчивые люди немедленно начали продавать сомнительные смеси, которые вызывали у желающих омолодиться воспаления и прочие осложнения, при этом обещанный эффект был незначительным либо совсем отсутствовал. Тем не менее опыты Броун-Секара заложили основу современной эндокринологии и, в частности, гормональной терапии, которую сегодня применяют при самых разных заболеваниях.

Другую технологию гормонального омоложения, получившую широкую известность, уже в начале XX века разработал Ойген Штейнах в венском Институте экспериментальной биологии. Так называемая органотерапия предполагала вазэктомию (перевязку или удаление семявыносящих протоков) и имплантацию тканей яичек. Эта технология была чрезвычайно популярной, и до самой Второй мировой войны в Вену вереницей тянулись жаждущие молодости и мужской силы. В 1934 году операции подвергся 69-летний Уильям Батлер Йейтс, знаменитый ирландский поэт, который не скрывал, насколько доволен результатом, — по его собственным словам, процедура восстановила не только творческий потенциал.

Медицина шагнула далеко вперед с тех пор, как Броун-Секар в первый раз ввел себе омолаживающее зелье, но люди по-прежнему мечтают об эликсире молодости и долголетия. Купить такой эликсир нетрудно, достаточно набрать в поисковой строке... хотя лучше не пробуйте, потом не отвяжетесь от рекламы. Если говорить о гормональных средствах, их репутацию в Америке, например, эксплуатируют продавцы таблеток и гелей, обещающих решить малопонятную проблему «низкого Т», то есть снижения уровня тестостерона (основного андрогена, который вырабатывают мужские яички).

Андрогены действительно дают мужскому телу энергию, из-за чего, собственно, синтетические андрогены сегодня принимают спортсмены и те, кто занимается бодибилдингом. Эти препараты помогают наращивать мышцы — впрочем, не без последствий, поскольку многие андрогены в организме превращаются в другие гормоны с собственными эффектами, которые могут быть долгосрочными, вредными и необрати-



мыми. Корректировка уровня андрогенов влияет и на другие аспекты здоровья, поскольку биохимические пути половых гормонов пересекаются.

Обычно тестостерон называют «мужским гормоном», поскольку это преобладающий половой гормон у мужчин. Мы также знаем, что основной «женский гормон» — это эстрадиол, который вырабатывают в основном яичники. Однако не все знают, что и у мужчин, и у женщин есть оба гормона, и тестостерон, и эстрадиол. Кстати, именно Ойген Штейнах и его коллега Генрих Кун в 1937 году впервые продемонстрировали, что в мужском организме могут вырабатываться эстрогены. Они нашли эти гормоны в моче самцов крыс, которым вводили тестостерон, а потом подтвердили, что их содержание растет и у людей, которым делали уколы тестостерона. Надо сказать, что ученая общественность немало удивилась, когда оказалось, что мужской организм может превращать «мужской» гормон в «женский». Штейнах не раз номинировали на Нобелевскую премию по физиологии или медицине, и, хотя лауреатом он так и не стал, заслуги его бесспорны.

Что бывает без него

Откуда в мужском организме берется женский гормон и что он там делает?

Ключевое соединение, благодаря которому у мужчин образуется эстрадиол, — фермент ароматаза. Он превращает тестостерон в эстрадиол, преобразуя одно из четырех циклоалкановых колец в ароматическое. Ароматазу нашли в тканях мозга мужчин, семенниках, жировой ткани, кровеносных сосудах и коже. Кроме того, во многих клетках мужского организма есть рецепторы эстрогенов, и это означает, что женский гормон выполняет определенные функции, а не появляется,



Художник В. Любаров



который направляет развитие эмбриона по мужскому типу. В его присутствии из эмбриональных гонад развиваются семенники, если же его нет — яичники. В мужском эмбрионе уже во время внутриутробного развития семенники вырабатывают гормоны, в первую очередь тестостерон, которые управляют развитием мужских половых признаков — пениса, мошонки, предстательной железы. Гена *sry* нет, естественно, у эмбрионов девочек — у них нет Y-хромосомы. Но ген может «молчать» и у эмбриона мальчика, например, из-за мутации или полного отсутствия нужного участка в Y-хромосоме. Если этого гена нет или передача гормональных сигналов нарушена по другой причине (например, при синдроме нечувствительности клеток к андрогенам, который ранее назывался синдромом Морриса), то формируются женские гениталии, даже когда индивид имеет половые хромосомы XY.

Во время беременности все эмбрионы, независимо от их хромосомного пола, подвергаются воздействию эстрадиола из плаценты матери. (Это воздействие подробно изучено на крысах, одной из любимых моделей эмбриологов.) Развивающийся мозг эмбриона нивелирует его влияние с помощью альфа-фетопротейна, который связывается с эстрадиолом в крови и не дает ему проникнуть через гематоэнцефалический барьер. Напротив, тестостерон, вырабатываемый в эмбрионе мужского пола, не связан с альфа-фетопротейном и может свободно проникать в мозг. В головном мозге тестостерон ароматизируется в эстрадиол, и, как ни парадоксально, именно он формирует участки мозга эмбриона по мужскому типу. Например, преоптическая область в гипоталамусе, которая контролирует мужское сексуальное поведение, у самцов крупнее, чем у самок.

У приматов в отличие от крыс за дифференциацию мозга по мужскому типу тестостерон отвечает напрямую. Однако, похоже, некоторое количество эстрадиола необходимо и человеку, чтобы получить полностью функциональную мужскую репродуктивную систему. У мужчин с редкой мутацией в гене ароматазы этот фермент неактивен; тестостерона в их организме достаточно, а эстрадиола мало или вообще нет. У таких мужчин фертильность снижена.

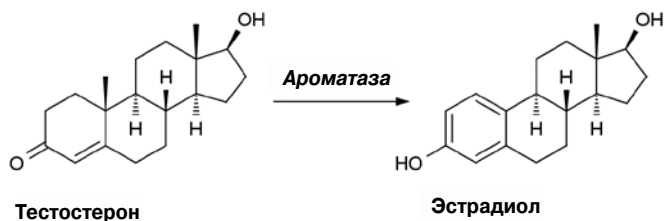
Формирование «женских» и «мужских» особенностей головного мозга под воздействием гормонов во время эмбрионального развития во многом определяет дальнейшую судьбу особи. Впервые это продемонстрировали в 1959 году Чарльз Феникс и его коллеги в Канзасском университете. Они вводили беременным морским свинкам тестостерон, а затем, когда дочери этих свинок становились взрослыми, удаляли им яичники и наблюдали их сексуальное поведение. Такие самки, подвергшиеся воздействию тестостерона в эмбриональный период, не проявили выраженного женского сексуального поведения, даже когда им вводили дополнительно эстроген, зато демонстрировали сексуальное поведение мужского типа. И наоборот, когда обычным самкам морской свинки (не обработанным тестостероном в эмбриональный период) удаляют яичники, а затем вводят тестостерон, они по-прежнему ведут себя как самки. Это доказывает, что воз-

скажем, просто как побочный или промежуточный продукт биохимических реакций. Но что это за функции?

Искать ответ на вопрос о функции того или иного вещества в организме — дело непростое и небыстрое. Можно сравнить, например, мужчин с нормальным уровнем этого вещества, тех, у которых уровень понижен, и тех, у кого его вообще нет. Также можно измерять концентрацию вещества в крови и наблюдать, что происходит при ее изменении.

Роль эстрогена в мужском организме детально исследуют Эрик Уйбоу (Центр по изучению простаты, Ванкувер, Канада) и Ричард Уосерсаг (факультет урологии университета Британской Колумбии, Ванкувер, и Австралийский центр исследования пола, здоровья и общества Университета Троб, Мельбурн), чью популярную статью на эту тему недавно опубликовал журнал «American Scientist». Общая область научных интересов Уйбоу и Уосерсага — лечение рака предстательной железы — тесно связана с исследованием половых гормонов и имеет куда большее прикладное значение, чем поиски эликсира молодости.

Независимо от того, девочка вы или мальчик, эстрадиол сыграл важную роль на самом раннем этапе вашей жизни. За определение пола эмбриона отвечает ген *sry*, расположенный в Y-хромосоме мужчин: этот ген кодирует специальный белок,



действие половых гормонов в процессе развития эмбриона куда более значимо, чем гормональные воздействия на взрослое животное.

Эстрадиол влияет и на развитие других органов. Здесь опять придется вспомнить ароматаза-дефицитных мужчин, у которых нет в организме эстрадиола. Итальянские ученые Винченцо Рокира и Чезаре Карани недавно провели исследование, которое подтвердило, что эстрадиол очень важен для развития скелета (Rochira, V., Carani C., «Nature Reviews: Endocrinology», 2009, 5, 559—568, doi:10.1038/nrendo.2009.176). Ароматаза-дефицитные мальчики не отличаются от сверстников до периода полового созревания, но их скелет продолжает расти и потом, когда они становятся взрослыми. Поэтому для них характерен необычно высокий рост и непропорционально длинные конечности. Многие ароматаза-дефицитные мужчины страдают от боли в костях и деформации коленного сустава.

Менее заметны нарушения в обмене веществ и фертильности, но они тоже есть. Как правило, у этих мужчин нарушен обмен жиров и углеводов, повышенный риск диабета и заболеваний печени, мало сперматозоидов и снижена их подвижность. При лечении эстрадиолом кое-какие нарушения удается скомпенсировать, однако не все. Если эстрадиол назначают после полового созревания, производство спермы не улучшится, а уже выросшие длинные кости не удастся укоротить до нормального размера. Тем не менее при лечении эстрадиолом кости становятся толще и в конце концов перестают расти. Также приходит в норму уровень холестерина, восстанавливаются функции печени и метаболизм сахара. В одном случае после начала эстрадиоловой терапии у больного даже повысилось либидо, хотя, казалось бы, должно быть наоборот.

Итак, очевидно, что эстрадиол мужчинам нужен. Кстати, некоторые аномалии, наблюдающиеся у ароматаза-дефицитных пациентов, совпадают с теми, которые проявляются у мужчин с удаленными яичками. И это вполне логично, поскольку у этих людей не хватает не только тестостерона, но и эстрадиола, который из него образуется.

История знает множество примеров кастрации, осуществленной с самыми различными целями. Наиболее известная — сохранение более высоких тонов голоса у певцов церковных хоров и оперы. (Эта практика распространилась в Европе начиная с середины XIV века и была запрещена только в конце XIX века.) У мужчин, кастрированных до полового созревания, не происходит огрубление голоса во время пубертатного периода, поскольку этот процесс — прямое следствие расширения хряща гортани и удлинения голосовых связок под влиянием тестостерона. У кастратов более мощные голоса благодаря тому, что у них дольше продолжается рост грудной клетки и соответственно увеличивается емкость легких. Многие из них были выше среднего роста и имели более длинные конечности, то есть анатомически напоминали ароматаза-дефицитных мужчин. Причина — та же нехватка эстрадиола, а не тестостерона!

Трудно поверить, но в современном мире кастрация — более распространенное явление, чем в средневековой Европе. При этом транссексуалы, меняющие пол с мужского на женский, и рецидивисты-насильщики, которых кастрируют в некоторых странах, — исчезающе малая группа среди всех, кто подвергается «андроногенной депривации». В основном это больные раком предстательной железы, вынужденные принимать гормональную терапию, то есть препараты, блокирующие производство тестостерона. Цель — замедлить рост клеток простаты. (Хирургическую кастрацию применяют гораздо реже: ведь она, в отличие от химического воздействия, необратима.)

Примерно половина таких больных в развитых странах принимает на протяжении того или иного времени препараты, по-

давливающие выработку половых гормонов. Только в Северной Америке, по оценкам Гарвардского университета, их около 600 000 человек. Конечно, у больных не проявляются в полной мере те же признаки, что у певцов-кастратов, ведь диагноз «рак простаты» ставят, как правило, взрослым мужчинам. Рост, ширина плеч, голос у них не меняются. Однако химическая кастрация имеет многочисленные побочные эффекты, поскольку у пациента подавляется выработка и тестостерона, и эстрадиола. Это сниженное либидо, эректильная дисфункция, уменьшение мышечной массы, приливы, потеря волос на теле, увеличение веса, колебания настроения, усталость, возможно снижение умственной активности. Некоторые из перечисленных эффектов (приливы, повышенный риск остеопороза) идентичны тем, что бывают у женщин во время менопаузы, и причина у них общая — падение уровней эстрадиола. Это хорошая новость: нежелательные эффекты как у мужчин, так и у женщин можно уменьшить, назначив эстрадиол.

Есть данные, что эстрадиол может помочь сохранить либидо, хотя это его действие слабее, чем у тестостерона. Джозел Финкелстайн и его коллеги из Гарвардского университета провели тщательное исследование, в котором одна группа мужчин с пониженным тестостероном получала только дополнительный тестостерон, а другая — тестостерон и ингибитор фермента ароматазы (то есть у второй группы из тестостерона не образовывался эстрадиол). Половое влечение было меньше у пациентов из второй группы (Finkelstein et al., «New England Journal of Medicine», 2013, 368, 1011–1022, doi: 10.1056/NEJMoa1206168).

Половые гормоны в дуэте

Исследования половых гормонов приносят все больше доказательств, что тестостерон и эстрадиол часто действуют совместно, а не альтернативно. Две группы пациентов, участвовавших в одном из таких исследований, — это мужчины, которые получали лечение от рака предстательной железы, подавляющее выработку андрогенов, и транссексуалы, которые принимали гормоны, чтобы превратиться из мужчины в женщину. У тех и других тестостерон в организме практически отсутствовал, но при этом некоторым назначали эстроген, а другим нет (Wassersug, Gray, «Psychology, Health & Medicine», 2011, 16, 39—52, doi: 10.1080/13548506.2010.516364). Естественно, субъективная оценка эффекта от лечения в этих двух группах различалась: снижение влечения к женщинам и потерю волос на теле мужчины, лечаемые от рака, воспринимали с тревогой, а транссексуалы с удовлетворением.

Хотя строго контролируемых исследований в этой области все еще мало, очевидно, что гормональное лечение сильно воздействует на личность и настроение мужчины. Сказать, что они становятся менее агрессивными, — упрощение: история знает евнухов-военачальников и даже наемных убийц. Современные исследования говорят о том, что мужчины, принимая андрогеноподавляющие препараты, делают более эмоциональными, чаще плачут. Согласно некоторым исследованиям, когда транссексуалы при этом получают эстрадиол, тревога и депрессия у них уменьшаются (хотя есть подозрения, что это может быть эффектом плацебо).

Как и многие женщины в менопаузе, больные раком предстательной железы, лишённые тестостерона, страдают от нарушения сна (что приводит к дневной сонливости и мешает умственной работе), жалуются на усталость. Есть данные, что эстрадиол может улучшить когнитивные функции у женщин. А лабораторные опыты Уйбоу и Уосерсага доказывают, что этот гормон способствует активному бодрствованию кастрированных самцов крыс и помогает им восстановить нормальный сон. Возможно, эстроген может помочь и мужчинам в этом плане.



Совсем недавно исследователи начали использовать функциональную магнитно-резонансную томографию (фМРТ), чтобы узнать, как половые гормоны влияют на функции мозга у мужчин. Преимущество метода в том, что он позволяет наблюдать в реальном времени, какие области головного мозга активируются специфическими стимулами или задачами. Исследования, проведенные в Йельском и Вашингтонском университетах, подтверждают, что потеря тестостерона изменяет функции мозга в областях, связанных с памятью и когнитивной активностью. Было бы интересно узнать, нормализуются ли они при назначении эстрадиола в дозах, повышающих его уровень до нормы.

Итак, «женский» и «мужской» гормоны действуют сообща, и некоторое количество эстрогена в организме — норма для здорового мужчины, а большим, лишенным собственного гормона, его следует назначать. Конечно, здесь очень важен вопрос доз. И еще предстоит сделать немало исследований, чтобы разобраться, как именно добавленный извне эстроген влияет на взрослого мужчину.

Безопасны?

Естественно, один из первых вопросов: безопасно ли такое лечение эстрогенами для мужчин?

Когда эра нехирургической гормонотерапии рака простаты только начиналась, пациентам давали высокие дозы синтетического эстрогена диэтилстильбэстрола (DES) для того, чтобы подавить выработку тестостерона организмом. Этот подход работал благодаря обратной связи — высокие концентрации андрогенов или эстрогенов подавляли нормальный сигнал от гипофиза к половым железам, производящим половые гормоны, и собственный тестостерон практически не синтезировался.

В 1960-х годах более 2000 больных раком простаты в США участвовали в исследовании, которое показало, что хирургическая и химическая кастрации (с DES) одинаково эффективны. Однако примерно каждый пятый пациент, принимающий DES, умер от сердечно-сосудистых заболеваний, чаще всего — из-за образовавшегося тромба. Это заставило искать альтернативные препараты для подавления половых гормонов, и в 1980 году появился другой класс синтетических гормонов — агонисты рилизинг-гормона лютеинизирующего гормона (luteinizing hormone releasing hormone agonists, или LHRH agonists). Говоря понятнее — это аналоги гормона, который вызывает высвобождение лютеинизирующего гормона; такой препарат запускает цепочку событий, в конечном счете приводящих к подавлению синтеза тестостерона. При их приеме ниже риск образования тромбов, в последнюю четверть века они стали основными препаратами для лечения прогрессирующего рака предстательной железы.

Многие врачи, помня историю с DES, неохотно назначают мужчинам эстрогены при любых обстоятельствах, хотя формы эстрогенной терапии, существующие сегодня, гораздо менее опасны. Высокий риск образования тромбов при приеме DES был связан со способом приема. Пациентам его назначали в таблетках, и он сразу попадал в печень, минуя общую систему кровообращения, и это повышало уровень факторов тромбообразования в крови. Сегодня эстрогены наносят на кожу или делают внутримышечные инъекции, поэтому риск образования тромбов значительно уменьшается.

Тем не менее нельзя утверждать, что лечение эстрогенами абсолютно безопасно. Некоторые исследования позволяют заподозрить, что эстроген сам по себе может способствовать разрастанию простаты или клеток молочной железы. Пока еще недостаточно доказательств, что эстрадиол провоцирует у мужчин рак простаты. Среди тысяч транссексуалов, превратившихся из мужчин в женщин и получавших высокие дозы эстрогенов, известно только девять случаев этого рака.

Правда, эстрадиол может способствовать росту раковых клеток в культуре, активируя рецептор эстрогена ER α . Но в то же время есть доказательства, что эстроген может подавлять рост клеток простаты, активируя другой рецептор, ER β . А что и как происходит in vivo, пока никто не знает.

Еще одна грозная опасность — рак молочной железы: некоторые особо агрессивные формы этого рака стимулирует эстрадиол. У мужчин он встречается редко — примерно один случай на 100 000. Случаи рака молочной железы у мужчин, которых лечили эстрогеном, и даже у транссексуалов, принимавших его в высоких дозах, весьма немногочисленны. И все-таки, похоже, у больных раком простаты риск выше (1 из 7000), поэтому всех мужчин, длительно пьющих эстроген, надо регулярно обследовать.

Около десяти лет назад в рамках программы «Инициатива женского здоровья» Национального института здравоохранения США было проведено исследование: насколько эффективна и безопасна гормонозамещающая терапия у женщин в постменопаузе? Исследование остановили досрочно, когда предварительные выводы показали, что в постменопаузе эстрогены женщинам не только не полезны, но, возможно, вредны. Совсем недавно, однако, повторный анализ данных показал, что если приступить к лечению, когда собственный уровень эстрадиола только начинает снижаться (в начале менопаузы или сразу после удаления яичников), то заместительная гормональная терапия может ослабить снижение памяти и уменьшить риск сердечно-сосудистых заболеваний. Если же терапию начать через год после менопаузы, то положительный эффект уменьшается или его совсем нет. Лабораторные исследования самок крыс также подтвердили этот результат: эффективность лечения эстрогеном зависит от того, как скоро его начинают после подавления выработки собственных гормонов.

Существует ли аналогичный «критический период» у представителей сильного пола? Пока непонятно. Два исследования на грызунах показали, что лечение эстрадиолом, начатое через различные промежутки времени после кастрации, в любом случае поднимает сексуальный интерес. Однако разрыв во времени между кастрацией и началом лечения в этих исследованиях был меньше, чем в опытах с самками.

Так или иначе, теперь мы знаем, что функция андрогенов и эстрогенов не только в том, чтобы делать человека мужчиной или женщиной. Конечно, роль тестостерона в жизни мужчины переоценить невозможно, но он правильно работает только в паре с эстрадиолом. Очередное свидетельство гармонии мужского и женского начал в природе, теперь на уровне физиологии и биохимии.

По материалам статьи

Erik Wibowo, Richard Wassersug. Estrogen in Men. «American Scientist», 2014, 102, 6, 452–459, DOI: 10.1511/2014.111.452.

Микроэкзоны и аутизм

Никого теперь не удивишь тем, что здоровье и благополучие человека, а зачастую и его близких зависит от нормальной работы единственного гена или от нескольких аминокислот, которые содержат или не содержат определенный белок. По мере совершенствования методов исследования растет список таких последовательностей и патологий, на которые они влияют. Недавно ученые из Канады, Великобритании, Испании и США под руководством профессора Торонтского университета Бенджамина Бленкоу обнаружили, что аутизм — болезнь, возникающая при нарушении развития головного мозга, — связан с неправильным альтернативным сплайсингом в нервных клетках («Cell», 2014, 159, 1511—1523, doi: 10.1016/j.cell.2014.11.035). И хотя эти данные не позволяют пока лечить болезнь, они добавляют нам понимания и вселяют надежду.

Альтернативный сплайсинг — пример молекулярной экономной экономики. Это процесс, позволяющий одному гену кодировать несколько белков. Большинство генов млекопитающих состоит из кодирующих аминокислоты участков (экзонов), которые перемежаются некодирующими последовательностями, интронами (рис. 1). Синтезу белка предшествует синтез мРНК. Сначала образуется пре-мРНК — полная реплика последовательности гена. Затем, в ходе ее созревания, происходит удаление интронов и склеивание экзонов (сплайсинг). Зрелая мРНК состоит только из экзонов, но они могут объединяться по-разному: одна группа последовательностей образует одну мРНК, а другая группа — другую, в результате получают разные белки. Это и есть альтернативный сплайсинг. Часто он имеет тканевую специфичность, и тогда в разных тканях реализуются разные его варианты. А иногда разные белки синтезируются в одной клетке, но в разное время.

Альтернативный сплайсинг широко распространен, ему подвергаются более 95% мультиэкзонных генов человека, в том числе он регулирует около 2500 событий, необходимых для развития нервной системы. Экзоны бывают раз-

Аутизм и расстройства аутистического спектра представляют собой комплекс нарушений раннего развития мозга, в том числе недостаточное количество синаптических связей. Пациентам сложно общаться с другими людьми, их интересы ограничены, интеллект иногда нарушен, они испытывают дефицит внимания и проблемы с координацией движения. Признаки аутизма можно наблюдать уже в раннем детстве: если шестимесячный младенец не одаривает родителей широкой улыбкой и никак иначе не выражает привязанность, если в девять месяцев он не отвечает на обращенные к нему улыбки и жесты, в год не лепечет и ни на что не указывает руками, это повод для беспокойства.

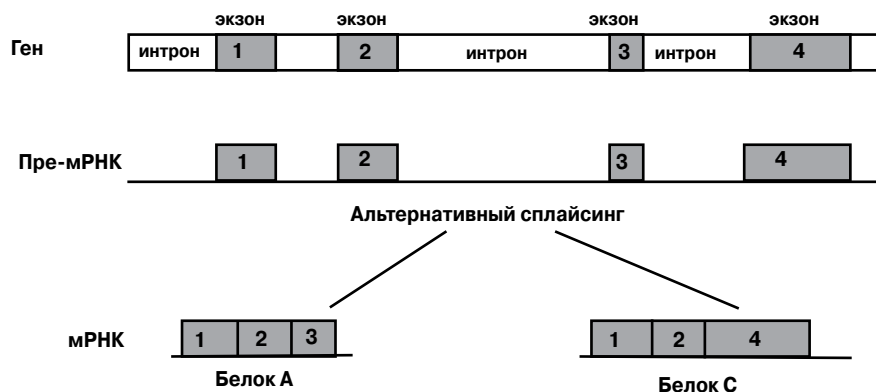
ного размера. Некоторые исследователи сообщали о том, что для нормальной работы мозга позвоночных важны микроэкзоны, размер которых не превышает 51 нуклеотид. Но об этом мало что известно: трудно учесть все варианты альтернативного сплайсинга, тем более обнаружить среди них микроэкзоны. Чтобы этого добиться, сотрудники профессора Бленкоу разработали компьютерную программу, которая, анализируя последовательности мРНК и кДНК, позволяет понять, из каких экзонов составлена мРНК, обнаруживает подавляющее

большинство комбинаций сплайсинга, в том числе микроэкзоны. Эту программу ученые использовали для поиска микроэкзонов в различных тканях. Они проанализировали более 50 типов клеток и тканей на разных стадиях развития у мышей, здоровых людей и пациентов, страдающих аутизмом и расстройствами аутистического спектра (симптомы этих расстройств более мягко выражены, чем при собственно аутизме).

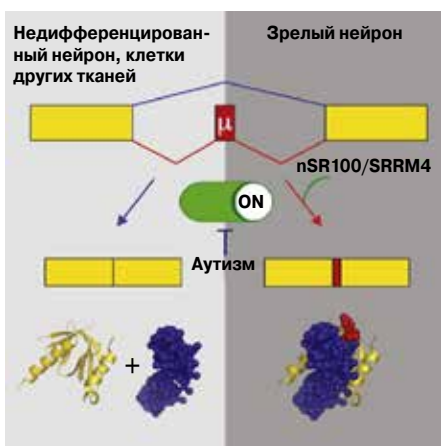
Ученые обнаружили, что микроэкзоны встречаются в мРНК нейронов примерно в 30 раз чаще, чем в клетках, не имеющих отношения к нервной ткани. Число нуклеотидов в них варьирует от трех до 27 и всегда кратно трем. Они на редкость консервативны: не менее 55 последовательностей имеют возраст 450—400 млн. лет, их можно найти у акулы и рыбок данио.

Большинство микроэкзонов включаются в состав мРНК и белков на поздних стадиях дифференцировки нейронов. Эти белки участвуют в образовании и росте аксонов, формировании и работе синапсов, транспорте веществ в клетку, межклеточной сигнализации и организации актинового цитоскелета, выполняют и другие функции, имеющие отношение к дифференцировке и работе нейронов, а также влияют на память, обучение и интеллект.

Микроэкзоны, как правило, входят в состав белков, находящихся на поверхности нейрона; они взаимодействуют с липидами и белками и участвуют в передаче клеточных сигналов. Не-



1 Благодаря альтернативному сплайсингу один ген кодирует несколько белков



2
Присутствие микроэкзонов влияет на взаимодействие белков, вовлеченных в нейрогенез. Нарушение альтернативного сплайсинга мешает развитию нервной системы

сколько аминокислот, составляющих микроэкзон, тесно соседствуют с поверхностным доменом белка или отчасти его перекрывают. Их присутствие не изменяет конформацию домена и его последовательность, но влияет на активность. Исследователи экспериментально доказали, что микроэкзоны усиливают межбелковые взаимодействия. Следовательно, нарушение сплайсинга и исключение микроэкзонов из состава белков должны препятствовать обмену сигналами между клетками, формированию и работе нервной системы и вызывать различные расстройства, в том числе аутистического спектра. Есть также сведения о том, что нарушения альтер-

нативного сплайсинга встречаются у больных шизофренией и эпилепсией.

Исследователи проанализировали последовательности мРНК, взятые из верхней височной извилины (посмертные образцы пациентов с болезнями аутистического спектра и людей сходного пола и возраста, не страдавших этим заболеванием). Оказалось, что нервная ткань обогащена микроэкзонами, но у пациентов с аутизмом их меньше, чем в нейронах здоровых людей, следовательно, альтернативный сплайсинг у них протекает неправильно. Авторы работы подчеркивают, что микроэкзоны, сплайсинг которых нарушен, находятся по большей части в генах, связанных с развитием аутизма.

Каким образом несколько аминокислот могут повлиять на развитие нервной системы, понятно, но почему нарушается сплайсинг? Чтобы микроэкзон попал в состав мРНК, а не сгинул в глубинах клетки вместе с интронами, необходимо участие фактора, усиливающего сплайсинг. Для многих микроэкзонов нервных клеток эту роль играет тканеспецифический фактор nSR100/SRRM4, который связывается с определенной последовательностью интрона вблизи сайтов сплайсинга. Синтез этого фактора усиливается в ходе нейрогенеза, поэтому микроэкзоны включаются в состав белка на поздних стадиях дифференцировки нейронов (рис. 2).

У больных аутизмом экспрессия nSR100/SRRM4 существенно понижена, и чем она слабее, тем меньше микроэк-



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

зонов в нейронах пациентов. При этом количество микроэкзонов, сплайсинг которых не зависит от этого фактора, не изменяется. Ранее ученые установили, что nSR100/SRRM4 стимулирует рост аксонов, теперь же у них есть все основания полагать, что этим его действие на клетки мозга не ограничивается.

По мнению исследователей, изменение экспрессии nSR100/SRRM4 нарушает регуляцию альтернативного сплайсинга, что, в свою очередь, влияет на межбелковые взаимодействия, необходимые для созревания и функционирования нейронов. Таков вклад альтернативного сплайсинга в аутизм и, возможно, другие заболевания, связанные с нарушением развития мозга. Ученые не исключают, что предложенный ими механизм — не единственная причина неврологических расстройств, но, безусловно, существенная.

Н.Резник



**23-28 апреля
2015**

Ежегодный международный студенческий форум «ChemCamp 2014»

Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова

Реальные химико-технологические задачи для команд из пяти человек

Личное состязание по решению задач на смекалку и научную эрудицию

Кейсы от крупных компаний (при поддержке Клуба бизнес-кейсов МГУ)

Встречи с представителями химических и нефтехимических компаний

Участие в форуме бесплатное, иногородним участникам, по возможности, предоставляется общежитие.



Регистрация уже открыта!

Победители получат **ценные призы**.

Расписание отборочных (заочных) этапов:



Зарегистрироваться и узнать подробности: ChemCamp.ru

Задать вопросы: vk.com/chemcamp

Телефон: +7 (916) 0567 000, Лёкина Юлия

E-mail: info@chemcamp.ru

Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 3

Новый туберкулез и новый антибиотик

Почему антибиотики со временем становятся неэффективными и перестают убивать бактерий, которых убивали десять лет назад? Причина, как известно, в том, что бактерии, во-первых, мутируют, во-вторых, передают друг другу гены устойчивости к антибиотику, причем обмен возможен даже между разными видами бактерий. Как у людей в социальных сетях разлетаются перепосты полезной информации, так и в бактериальном сообществе распространяются ДНК-копии инструкций по выживанию в среде с антибиотиком. Достаточно кому-то одному обзавестись плазмидой с нужными генами — и через пять–десять лет новый чудо-антибиотик больше не «препарат выбора». Ко всему прочему многие антибиотики — вещества природные, синтезируемые бактериями или грибами, или производные этих веществ. А если такое оружие одни микроорганизмы уже применяли против других, то наверняка у кого-то имеются и средства обороны.

Одно время фармацевтическая промышленность делала ставку на синтетические антибиотики, не существующие в природе, однако эта стратегия не привела к блестящим успехам. А находить в природе новые вещества теперь сложнее, чем в середине XX века: все самое заметное уже нашли, открыть неизвестный антибиотик так же непросто, как описать новый вид растения или насекомого в Европе.

Непросто не значит невозможно. Но это расхолаживает как исследователей, так и фармацевтические компании. Стоит ли вкладывать все больше и больше денег в поиски, если одноклеточный противник все равно станет устойчивым к лекарству? А вдруг это случится раньше, чем удастся вернуть затраты? Да еще врачам рекомендуют не назначать антибиотики без нужды, дабы не вести массированный искусственный отбор: стратегически это правильно, однако снижает объемы продаж. Не лучше ли заняться вакцинами либо иммуномодуляторами? С другой стороны, новые антибиотики человечеству необходимы. Вспомним хотя бы о туберкулезе.

До недавнего времени казалось, что туберкулез побежден, и даже на местах, где он еще встречается, покончить с ним — вопрос времени и финансирования медицины. Сомнения в окончательности победы появились, когда от туберкулеза начали умирать многие больные СПИДом, а окончательно развеяла иллюзию вспышка болезни 2005—2006 годов в южноафриканской деревне Тугела Ферри. Там врачи впервые столкнулись с множественной лекарственной устойчивостью (MDR — multi-drug resistant) *Mycobacterium tuberculosis*. Против возбудителя оказались бессильными оба антибиотика, которые обычно назначают при туберкулезе, изониазид и рифампицин. А некоторым больным не помогали и препараты второй линии обороны — канамицин, амикацин, капреомидин; эти люди умерли почти все. Подобные штаммы



стали называть XDR — с обширной лекарственной устойчивостью (extensively drug-resistant).

Это и наша, российская, проблема — вот когда публикации отечественных специалистов в ведущих научных и медицинских журналах совершенно не радуют. В 2010 году непочетное первое место в мире заняла Архангельская область: 35% случаев туберкулеза в этом регионе были вызваны MDR-штаммами. Недавнее исследование показало, что в Саратовской области 55,7% штаммов возбудителя туберкулеза устойчивы к изониазиду («Молекулярная генетика, микробиология и вирусология», 2013, 3, 3, 26—28).

Ухудшение ситуации с туберкулезом в странах бывшего соцлагеря и третьего мира связывают с плохим медицинским обслуживанием — поздней диагностикой, неправильными назначениями, а то и отсутствием лечения. Это еще опаснее, когда речь идет о MDR и XDR-штаммах: для них особенно важны и диагностика, и верный выбор антибиотика, и правильный режим лечения, кстати, длительного и дорогостоящего. Отличать обычный туберкулез от лекарственно-устойчивого плохо умеют не только у нас: по оценкам «Врачей без границ», такой анализ делают лишь одному из 20 пациентов. И будто мало было неприятностей, в России и Восточной Европе с конца 90-х начал распространяться «пекинский» штамм, или «Beijing», соединяющий устойчивость к антибиотикам с высокой вирулентностью.

Борьба тем не менее приносит плоды, ВОЗ надеется, что в 2015 году смертность от туберкулеза удастся снизить вдвое по сравнению с 1990-м, правда, в основном за счет восприимчивых к антибиотикам форм. В будущем планируется продолжать искать новые лекарства и вакцины (всем известная вакцина БЦЖ полной защиты не дает, и со временем ее эффективность ослабевает), совершенствовать диагностику. А для всего этого необходимо исследовать геномы различных штаммов.

Именно такую работу проделала международная группа исследователей, в которую вошли сотрудники Самарского областного туберкулезного диспансера. Ученые полностью секвенировали геномы 1000 изолятов, собранных у пациентов (это было первое исследование такого масштаба), и нашли до сих пор не известные мутации, вызывающие устойчивость к антибиотикам. Многие антибиотики мешают строиться клеточной стенке, поэтому устойчивыми становятся те бактерии, которые что-то меняют в архитектуре своих стенок, а поскольку эти замены редко бывают оптимальными, делятся они медленнее. Однако некоторые бактерии обходят это ограничение — они и устойчивы, и делятся быстро. Две трети изолятов оказались потомками «пекинской» туберкулезной палочки. Почти половина всех штаммов относилась к категории MDR, 16% из которых были еще и XDR: результат



пугающий даже с учетом всего, что мы знали до сих пор. Тем не менее эпидемиолог ВОЗ Кристофер Диэ, комментируя статью в «Nature Genetics», высказался оптимистично: «Если местные службы контроля правильно идентифицируют штаммы у каждого пациента и будут применяться наиболее эффективные схемы лечения, то количество случаев резистентности снизится. Так было в Эстонии, Гонконге, США, словом, везде. Не думаю, что в России будет иначе».

Casali N. et al. Evolution and transmission of drug-resistant tuberculosis in a Russian population. «Nature Genetics», 2014, 46, 279–286, doi:10.1038/ng.2878.

В январе 2015 года группа американских и немецких ученых из четырех институтов при участии двух фармацевтических компаний опубликовала статью об открытии нового антибиотика, найденного в природе. Таких находок не бывало с конца 80-х годов XX века.

Ключ к открытию дали новые подходы к изучению биоразнообразия. До сих пор мы были знакомы только с немногими представителями бактериальной фауны, главным образом с теми, кого удастся выращивать в лаборатории, — а это примерно то же самое, что судить о многоклеточной фауне Земли по обитателям скотного двора. Судить можно, все позвоночные имеют много общих черт, но в то же время ясно, что огромный массив информации оставался вне нашего внимания. Джерард Райт, автор новости об этом открытии в «Nature», назвал его «бактериальной темной материей».

Есть изящный подход к проблеме культивирования капризных бактерий, которых не устраивает лабораторный агар-агар и прочие искусственные среды. Его разработали в бостонском Северо-Восточном университете; сейчас права на него принадлежат компании «NovoBiotic Pharmaceuticals». (Кстати, Ким Льюис из Северо-Восточного университета, ведущий автор статьи о новом антибиотике, — основатель и консультант «Новобиотика».) Когда читаешь про такие изобретения, становится жалко, что не ты это придумал. Устройство называется iChip, где i — значит isolation. В ячейки на небольшой пластинке вносят почвенный раствор, разведенный так, чтобы в одну ячейку попала примерно одна бактерия. Затем пластинку покрывают полупроницаемой мембраной и зарывают в землю. Мембрана пропускает воду и необходимые бактерии вещества, именно такие, к которым она привыкла, а саму зверюшку и ее потомков из клетки не выпускает. Через некоторое время в ячейках окажутся бактерии в количестве, достаточном для исследования современными методами, а многих после этого удастся вырастить *in vitro*.

Применив этот подход на лугу в штате Мэн, среди тысяч новых штаммов ученые нашли бактерию, которой дали красивое

имя *Elephtheria terrae*, видимо, в честь ее принципиальной некультивируемости («элефтерия» по-гречески «свобода»). Оказалось, что она производит вещество, подавляющее рост золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus*. Соединение состоит из 11 аминокислотных остатков, причем не все из них встречаются в обычных белках, и содержит также сложноэфирные группы. А синтезирует его, как предполагают авторы работы, две специальные нерибосомные пептид-синтетазы — этим ферментам не нужна матричная РНК, чтобы строить аминокислотные цепочки, зато каждый из них может производить пептиды только одного вида.

Новый антибиотик получил название «теиксобактин». Он взаимодействует с липидами II и III — предшественниками важных компонентов клеточной стенки бактерий, тем самым мешает ее строить, и вражеские клетки лопаются. Надо сразу отметить, что эффективен он только против грамположительных бактерий, однако не действует на грамотрицательные, клеточная стенка которых покрыта дополнительной внешней мембраной. Сама *Elephtheria terrae* как раз грамотрицательная. (Но возможно, средство против грамотрицательных бактерий стоит поискать аналогичным методом у некультивируемых грамположительных.)

Есть мнение, что этот антибиотик долго останется эффективным, прежде всего из-за его мишени. Изменить структуру своего белка бактерия может сравнительно легко, тем не менее, чтобы заменить один липид в клеточной стенке другим, потребуется сильно перестроить биохимическую машинерию клетки. Бактерии все равно что-нибудь придумают (например, обзаведутся ферментом, который модифицирует или разрушает молекулу антибиотика), но на это могут уйти десятилетия, как было с антибиотиком ванкомицином, который тоже связывается с предшественниками компонентов клеточной стенки.

Теиксобактин вылечил мышей, зараженных золотистым стафилококком и пневмококком, и при этом не проявил токсичности. Чувствительны к нему также возбудители кишечных инфекций и сибирской язвы. А самое прекрасное — что при культивировании на среде с новым антибиотиком за 27 дней не появились устойчивые мутанты ни у стафилококка, ни у *Mycobacterium tuberculosis*. Пришло ли наконец время для ответного удара по туберкулезу, покажут клинические испытания, которые начнутся уже в 2015 году.

Ling L.L., Schneider T., Peoples A.J., Spoering A.L., Engels I., Conlon B.P. et al. A new antibiotic kills pathogens without detectable resistance. «Nature», онлайн-публикация 7 января 2015 года, doi:10.1038/nature14098.

Подготовила
Е. Клещенко

От рака вылечит верблюд

О.С.Горяйнова

Когда-то исследователи искали новые виды растений и животных, теперь ищут новые молекулы — необычного строения, с необычными свойствами. У позвоночных молекулярное разнообразие чрезвычайно велико, детальное изучение генов и белков других видов позволяет делать такие же удивительные находки, какими, например, для зоологов были панголин или утконос. Одним из самых впечатляющих сюрпризов молекулярной иммунологии за последние 20 лет стали антитела верблюда. Число публикаций о них постоянно растет. Чем же они так интересны?

Верблюды — одни из самых необычных животных нашей планеты. Все мы с детства знаем, что они способны жить в пустыне, в условиях, непригодных для жизни других млекопитающих, питаются одними лишь колючками и обходясь практически без воды. Внешне эти животные выглядят весьма своеобразно, однако их «внутренний мир» не менее необычен. Например, эритроциты верблюдов имеют овальную форму, что защищает их организм от обезвоживания (у всех остальных млекопитающих эритроциты круглые и поэтому при обезвоживании слипаются). Но есть у верблюдов и другая удивительная особенность, которой и будет посвящен дальнейший рассказ.

Наши защитники антитела

Антитела — особые молекулы иммунной системы, имеющие гликопротеиновую природу (то есть белки с присоединенными к ним углеводными молекулами). Они способны распознавать чужеродные для организма структуры, такие, как вирусы, бактерии и другие потенциально вредные агенты, называемые одним словом — «антигены». Антитела передают информацию об антигене клеткам иммунной системы — лимфоцитам, и те уничтожают вредоносный агент.

У человека и у всех млекопитающих антитела состоят из двух тяжелых и двух легких цепей. Антитела, обладающие такой структурой, называются классическими. Их тяжелые и легкие цепи, в

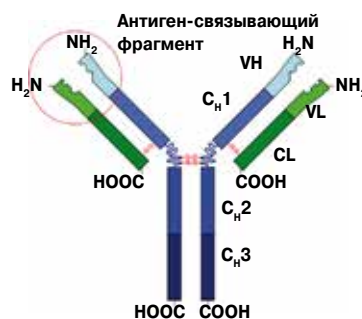


Фотобанк Лори / Carlo Photography

Верблюд — это не только выносливость и целебная шерсть, но и уникальные антитела

свою очередь, состоят из переменных (V) и константных (C) доменов. Тяжелые цепи содержат один переменный (V_H) и три константных домена (C_H1, C_H2, C_H3), легкие цепи — один переменный (V_L) и один константный (C_L) домены; индексы H и L, как нетрудно догадаться, от английских heavy и light (рис. 1). Именно

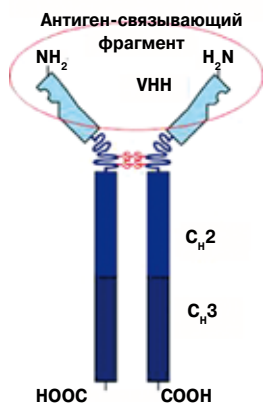
такое строение обеспечивает способность антител узнавать конкретные антигены: это называется *вариабельностью* антител, а отвечает за взаимодействие с антигеном V-домены; они потенциально также разнообразны, как и чужеродные молекулы, тем или иным путем попадающие в организм. Задача же константных доменов — обеспечить взаимодействие с клетками собственной иммунной системы (*эффекторная функция* антител).



1 Классическое антитело. C_H1, C_H2, C_H3 — константные домены тяжелой цепи, C_L — константный домен легкой цепи; V_H — переменный домен тяжелой цепи, V_L — переменный домен легкой цепи. Переменные домены образуют антиген-распознающий фрагмент, а константные — эффекторный, взаимодействующий с лимфоцитами

Молекулярный сюрприз

В 1993 году группа бельгийских ученых обнаружила в крови млекопитающих семейства верблюдовых (к ним относятся верблюды, ламы, викунии и альпаки) антитела, структура которых заметно отличалась от классической; позднее подобные антитела были обнаружены также у некоторых видов акул и родственных им хрящевых рыб (Hamers-Casterman C. et al., «Nature», 1993, 363, 446—448,



2
Верблюжье антитело HCAb. C_{H2}, C_{H3} — константные домены, VNH — переменный домен. VNH сами по себе образуют нанокантитела

doi:10.1038/363446a0, Greenberg A.S. et al., «Nature», 1995, 374, 168—173, doi:10.1038/374168a0). Поскольку казалось, что с травоядными млекопитающими работать все же проще и безопаснее, чем с хищными рыбами, ученые взялись за основательное изучение именно верблюжьих антител. И сделали удивительное открытие: антитела верблюдовых имеют уникальную структуру — они состоят только из укороченных тяжелых цепей, а легкие цепи у них отсутствуют (рис. 2).

Эти антитела были названы HCAb (heavy chain antibody). Антиген-узнающий участок HCAb формируется лишь одним переменным доменом — VNH (Variable domain of the Heavy chain of the Heavy chain antibody). Позднее ученые установили, что один отдельно взятый участок цепи VNH — полностью функциональная молекула, которая способна распознавать и связывать антиген ничуть не хуже, чем переменные домены классических антител, и сохраняет эту способность, даже если ее изолировать от константных доменов. Вдобавок они самые миниатюрные из всех известных белков с аналогичными свойствами: их

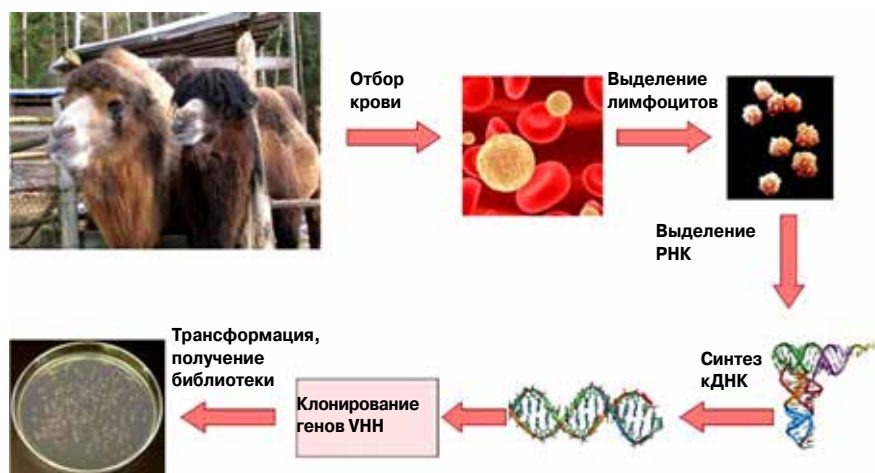
размер — примерно 2x4 нм. Этот фрагмент HCAb стали называть «нанокантитело», «нанотело» или «мини-антитело».

«Мал, да удал» — эта поговорка очень подходит нанотелам: именно малый размер дает им преимущества. В первую очередь важно то, что они легко проникают в органы и ткани организма, недоступные для классических антител. Кроме того, благодаря структурным особенностям, нанотела способны распознавать такие участки в антигенах, которые классические антитела не распознают. Еще одна важная особенность — нанокантитела очень стабильны и не разрушаются ни при низких, ни при высоких температурах, ни при различных значениях pH. Их проще и экономичнее синтезировать в больших количествах, что необходимо при производстве лекарств. Также стоит отметить, что с нанокантителами легко производить разнообразные генно-инженерные манипуляции и что они практически не иммуногены (то есть не вызывают иммунного ответа). Иными словами, это мощный инструмент, который можно использовать в диагностике и терапии множества заболеваний. Изучением верблюжьих нанокантител занимается и наша лаборатория молекулярных биотехнологий в Институте биологии гена РАН (<http://www.genecbiology.ru/structure/13.shtml>).

Нанотела по-русски

Итак, первое и самое главное условие: для того чтобы получить уникальные нанокантитела, нужен верблюд, в организме которого они будут синтезироваться. В 2004 году выбор пал на двугорбого верблюда *Camelus bactrianus*, поскольку он лучше других видов верблюдовых приспособлен к суровой русской зиме.

Далее начинается основная работа. В нашей лаборатории была отработана и усовершенствована следующая схема получения нанокантител (рис. 3):



3
Схема получения библиотеки нанокантител

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

— иммунизация верблюда антигеном для того, чтобы вызвать образование конкретных антител;

— отбор крови животного (примечание: ни один верблюд при этом не пострадал, для дальнейших процедур достаточно взять всего 100 мл крови);

— клонирование последовательности генов нанокантител из В-лимфоцитов, содержащихся в крови (выделяется РНК, и на ее основе синтезируется комплементарная ДНК, а затем нарабатывается в необходимом количестве методом ПЦР);

— встраивание последовательностей нанокантител в геном фага и отбор антител, специфических к необходимому антигену, методом фагового дисплея.

На этом методе остановимся подробнее. В один из генов, кодирующих белки оболочки бактериофага, встраивают чужую нуклеотидную последовательность — например, ген антитела. В результате получается бактериофаг, на поверхности которого размещены фрагменты антитела, причем можно получить множество вариантов таких бактериофагов. Затем бактериофаги, несущие миллионы различных фрагментов антител, наносят на хроматографическую колонку, содержащую нужный антиген. После отмывания ненужных фагов те, которые связывают данный антиген, снимают с колонки и размножают в бактериях. Вместе с фагом, конечно, размножается и ген интересующего антитела. Нуклеотидная последовательность отобранных фагов может быть модифицирована, после чего мутированные фаги снова размножают в бактериях и повторяют процесс селекции.

В нашей лаборатории была предложена модификация, повышающая эффективность отбора нанокантител и оптимизирующая процедуру селекции (Вятчанин А.С., Тиллиб С.В., «Биотехнология», 2008, 4, 32—34).

И наконец, последний этап — оценка отбираемых клонов методом, предложенным в нашей лаборатории, — методом параллельного рестрикционного анализа, или фингерпринтинга (Тиллиб С.В., Иванова Т.И., Васильев Л.А. «Acta Naturae», 2010, 6, 100—108). Этот метод



позволяет лучше контролировать процесс селекции и частично заменяет секвенирование.

Верблюды наноантитела на страже нашего здоровья

Уже сейчас наноантитела широко применяют в разных отраслях науки, биотехнологии и медицины. Например, они могут быть ингибиторами ферментов: благодаря малому размеру наноантитела проникают в каталитический центр и блокируют его. Также их можно использовать как аффинные лиганды, интратела (семейство антител, обладающих специфичностью и высоким сродством связывания антигена в сочетании с их устойчивой способностью локализоваться в определенных местах внутри клетки), зонды в биосенсорах, как инструмент изучения белок-белковых взаимодействий. Наноантитела — идеальные кандидаты для разработки небольших пептидомиметиков (лекарственных молекул различного назначения, содержащих белковые и небелковые элементы). Они могут применяться и в пищевой промышленности, например при производстве сыра, поскольку способны предотвратить инфекцию молочнокислых бактерий фагом и ускорить брожение.

Сейчас стремительно развиваются методы оптической микроскопии, позволяющие исследовать такие биологические процессы, как экспрессия



4
«Chromobody» — нанотело, связанное с красным флуоресцентным белком, RFP (внизу)

белка, движение клеток, их локализацию и активность. При этом часто используют флуоресцентные белки, которые делают объекты наблюдения хорошо видимыми под микроскопом. Они поглощают свет определенной длины волны и затем переизлучают его в более длинноволновом диапазоне (см. статью Е.О.Пучкова «Флуоресцентные репортеры и их молекулярные репортажи», «Химия и жизнь», 2014, № 9). Если объединить нанотело и флуоресцентный белок с помощью генно-инженерных методов, можно получить конструкцию, называемую «chromobody» (рис. 4). Подобный подход открывает принципиально новую возможность исследовать поведение антигенов в живых клетках. Антитело обеспечит специфическое связывание с интересующим белком, а флуоресцентная метка облегчит его наблюдение.

Самая важная область применения наноантител — конечно же медицина, в первую очередь профилактики и лечение раковых заболеваний. Онкотерапия сейчас развивается бурными темпами. Например, одна из последних тенденций в терапии и лечении рака — применение специальных гликопротеинов *лектинов*. Использование антител — другой новый и перспективный тренд в этой области. Можно синтезировать антитела, которые будут распознавать участки раковых клеток и прикрепляться к ним. За счет этого опухоль станет более заметной и уязвимой для клеток иммунной системы. Наноантитела в данном случае удобнее и эффективнее, чем классические антитела, — опять же благодаря малым размерам, поскольку для успешного лечения твердой опухоли прежде всего необходимо обеспечить доступ достаточного количества антител к различным ее участкам. Наноантитела справляются с этим лучше и выводятся из организма значительно быстрее, при этом успевая подействовать на опухоль (Milenic D.E. et al., «Cancer Research», 1991, 51, 6363—6371).

Наноантитела можно использовать как эффективные тест-системы для диагностики рака. Было создано несколько нанотел, которые распознают человеческий простатоспецифический антиген — молекулу, образующуюся при раке простаты. Эти нанотела определяют концентрацию антигена, позволяя установить, болен ли пациент, и предложить ему оптимальную схему лечения (Huang L. et al., «Biosensors and Bioelectronics», 2005, 21, 483—490, doi:10.1016/j.bios.2004.11.016).

Еще один механизм противоопухолевого действия антител — блокирование факторов роста, ускоряющих развитие раковых клеток. В норме эти вещества стимулируют деление и рост нормальных клеток. Однако действие факторов

роста неспецифично, и они помогают также злокачественным клеткам. В нашей лаборатории были получены наноантитела, специфичные к фактору роста эндотелия сосудов (см. ссылки в конце статьи). Блокирование взаимодействия этого фактора роста с рецептором опухолевой клетки предотвращает ангиогенный эффект, то есть вокруг опухоли не растут кровеносные сосуды, и, не получая достаточного кровоснабжения, она перестает расти и метастазировать.

Наноантитела находят применение и при других заболеваниях. Уже есть предварительные исследования, которые показывают, что с помощью нанотел можно лечить болезни Альцгеймера и Паркинсона, вызываемые «слипанием» белков. Нанотела способны не только предотвращать их агрегацию, но и, что более интересно, устранять уже существующие агрегаты (Dumoulin M., «Nature», 2003, 424, 783—788, doi:10.1038/nature01870).

Множество недавних исследований посвящено использованию наноантител для борьбы с вирусами и другими инфекциями (Wesolowski J., Alzogaray V., Reyelt J., et al., «Medical Microbiology and Immunology», 2009, 198, 157—174, doi:10.1007/s00430-009-0116-7). В нашей лаборатории было показано, что введение мышам наноантител определенной конфигурации за два часа до или через 24 часа после инфицирования вирусом гриппа типа H5N2 защищает животных от летального исхода.

«Нет ничего более изобретательного, чем природа», — сказал Цицерон. Одно из ее удивительных изобретений — верблюды антитела. Конечно, они будут использоваться и как эффективное дополнение к существующим подходам, и как основа для самостоятельной технологии уникальных антиген-распознающих белков.

Литература

- Тиллиб С.В. «Верблюды наноантитела» — эффективный инструмент для исследований, диагностики и терапии. Молекулярная биология. 2011. 45. 1—9.
- Tillib S.V., Ivanova T.I., Lyssuk E.Y., Larin S.S., Kibardin A.V., Korobko E.V., Vikhreva P.N., Gnuchev N.V., Georgiev G.P., Korobko I.V. Nanoantibodies for detection and blocking of bioactivity of human vascular endothelial growth factor A (165). «Biochemistry». 2012. 77. 659—665. doi:10.1134/S0006297912060132.
- Tillib S., Ivanova T.I., Vasilev L.A., Rutovskaya M.V., Saakyan S.A., Gribova I.Y., Tutykhina I.L., Sedova E.S., Lysenko A.A., Shmarov M.M., Logunov D.Y., Naroditsky B.S., Gintsburg A.L. (2013). Formatted single-domain antibodies can protect mice against infection with influenza virus (H5N2). «Antiviral Research». 2013. 97. 245—254. doi:10.1016/j.antiviral.2012.12.014.

Игры холонокровных

Н.Анина

Пять признаков игры

У понятия «игра» есть несколько определений, но все они подразумевают, что это занятие осмысленное. И до недавнего времени игры считались прерогативой человека и некоторых теплокровных животных, наделенных каким-никаким интеллектом. Играют обезьяны, кошки и собаки, слоны, медведи, выдры и лошади, особенно молодые. Играют крысы, умницы лабораторные. Даже сумчатые, кенгуру и вомбаты, замечены за этим занятием. Не отстают от млекопитающих вороны и попугаи. Об их играх мы знаем потому, что эти виды не одно столетие находятся у человека перед глазами, их поведение хорошо изучено, и наблюдателю, даже неспециалисту, легко понять, когда они серьезны, а когда развлекаются. О других видах известно меньше, поэтому их занятия труднее классифицировать. Если какое-нибудь животное в клетке не переставая лупит по мячу, это не значит, что оно играет. Может, у него стресс или оно «ненормальное».

В 2010 году профессор университета Теннесси Гордон Бургхард и антрополог Керри Грэем из Техасского университета проанализировали игровое поведение человека и играющих животных и сформулировали пять признаков, позволяющих узнавать игру в любой ситуации и у любых видов. Во-первых, игра — занятие не функциональное, то есть не приносит немедленной выгоды. Это не означает, что игры вообще бесполезны, у них могут быть самые разные цели, например развитие координации движений, навыков взаимодействия с половым партнером или собратьями по виду. Но это задачи отдаленные, с сиюминутной ситуацией не связанные, а два детеныша, которые понарошку дерутся, не получают в этот момент никаких преимуществ перед сверстниками. Во-вторых, игра — занятие добровольное. За еду и другие бонусы животное играть не станет. В-третьих, игра отличается от других форм поведения, например, она может быть сопряжена с пониженным риском получения травмы или свойственна только молодым животным. В-четвертых, игровое поведение регулярно повторяется, но это не патологические стереотипные движения, такие, как раскачивание или ходьба по клетке из угла в угол. И наконец, в-пятых, животные играют лишь в тех случаях, когда не испытывают стресса.

Вооружившись этими критериями, профессор Бургхард оценил поведение так называемых низших позвоночных, которым, как раньше считалось, игра не свойственна: рыб, амфибий и рептилий.

Битва с термометром

О том, что рыбы играют, известно давно. Еще в XIX веке американский натуралист Чарльз Холдер, большой любитель рыбалки, описал, как атлантические рыбы-иглы *Strongylura marina*, довольно крупные, кстати, до 1,2 м в длину, перепрыгивают через плавающие палочки и даже через черепаху. К сожалению, эти наблюдения противоречили тогдашним представлениям о рыбах. Статью Холдера раскритиковали и посоветовали ему не приписывать рыбам антропоморфное поведение. В результате о рыбьих забавах забыли почти на



1
Самец *Tropheus duboisi* нашел себе развлечение — толкает термометр-неваляшку

сто лет и вернулись к этому вопросу лишь недавно. Когда скаты собираются вокруг плавающего мяча и наперебой стараются ударить по нему, это уж точно игра. Есть и другие примеры, в том числе лабораторные наблюдения самого Бургхарда с коллегами («Ethology», 2014, 120, 1—7, doi: 10.1111/eth.12312). Исследователи экспериментировали с тремя самцами звездчатого трофеуса *Tropheus duboisi*. Их по одному помещали в 60-литровый аквариум, оснащенный корягами, камнями и растениями. Был там и термометр с утяжеленным низом, который при толчке отклонялся, а затем возвращался в исходную позицию, как неваляшка. Все три самца с увлечением атаковали этот термометр, причем каждый по-своему (рис. 1). Первый самец толкал его в верхнюю часть, а когда он возвращался в исходное положение, толкал снова. Второй не только пихал термометр, но и крутился вокруг него. Третий самец был активнее прочих: поддавал в основание, верхнюю часть и середину, один раз ударил так сильно, что термометр буквально пролетел через весь аквариум. Трофеусов не пугал стук термометра о стеклянную стенку, не отвлекало присутствие наблюдателя или рыб в соседнем аквариуме, которые были хорошо видны.



2
Комодский варан и человек: «а ну-ка, отними»



3

Юная нильская черепаха играет с разноцветными кольцами

Такое поведение удовлетворяет всем критериям игры. Оно необычно. Его нельзя объяснить интересом к новому предмету. Такой интерес со временем затухает, а рыбы неделями играли с термометром, никто их не заставлял. И стресса они явно не испытывали (об этом можно судить в том числе по тому, что ели рыбы с отменным аппетитом). Зачем они стучали по термометру — непонятно. Исследователи полагают, что от скуки, поскольку в присутствии других рыб трофеусы не обращали на прибор внимания и преследовали своих соседей по аквариуму. Не исключено, что, ударяя по отклоняющемуся термометру, самцы воображали, будто разят соперника. Самое интересное, что никакие другие рыбы, группами или в одиночку, не реагировали на термометр так, как трофеусы.

Играют и амфибии. Данных об их поведении немного, и сообщений о забавах саламандр или червяг (безногих земноводных) пока не поступало. А лягушки развлекаются. Например, взрослые лягушки-древолазы (*Dendrobatidae*), животные активные и ядовитые, часто проводят краткие борцовские поединки, независимо от пола. Такое поведение похоже на игру и заслуживает более тщательного изучения. Гордон Бургхард сообщает, что головастики вьетнамской мшистой лягушки, жившие у него в лаборатории в высоком аквариуме с компрессором, забавлялись тем, что катались на поднимающихся со дна пузырьках воздуха. Подобное поведение он наблюдал и у морских рыб, помещенных в очень большой аквариум («*Current Biology*», 2015, 25, R9—R10, doi:

10.1016/j.cub.2014.10.027. Наверное, и люди с удовольствием бы так прокатились, был бы пузырь по размеру.

Комодские драконы, самые крупные ящерицы в мире, возятся с ведрами, ящиками, старыми ботинками и мячами, их поведение при этом напоминает собачье (рис. 2). В зоопарках они играют со служителями в перетягивание предметов (<http://www.youtube.com/watch?v=almJghl1VXk>).

Водные нильские черепахи гоняют туда-сюда плавающие мячики и пустые бутылки и забавляются с кольцами (рис. 3). Юные североамериканские прудовые черепахи щекочут друг друга передними коготками, у взрослых такое поведение наблюдается только при сексуальных контактах и борьбе. Некий гребнистый крокодил в неволе играл с привязанным баскетбольным мячом. А недавно палеонтологи сообщили об играх тираннозавров («*Ethology Ecology & Evolution*», 2014, doi:10.1080/03949370.2014.92865). Они, оказывается, грызли косточки. Многочисленные ископаемые кости сохранили отметины от их зубов, но это не те следы, которые получаются, когда животное пожирает добычу, объедает с костей мясо или разгрызает их. Следы от зубов совсем другие: на костях остались поверхностные царапины. Любимой игрушкой тираннозавров были мышелки растительоядных динозавров трицератопсов — круглые отростки затылочной кости, соединяющие череп с первым позвонком. Питательной ценности они не представляют, и выковырять их из скелета сложно. Американский исследователь Брюс Ротшильд, обнаруживший этот феномен, считает, что тираннозавры специально выгрызали мышелки, чтобы добыть себе игрушку.

Спайдермен и спайдергёрл

Итак, низшие позвоночные играют, правда, реже, чем млекопитающие, и забавы у них попроще, но полностью соответствуют всем пяти критериям. Эти данные вдохновили исследователей на поиск игроков среди беспозвоночных животных. Его логично начинать с головоногих — знаменитых «интеллектуалов», которые отличаются сложным гибким поведением. Кальмары и каракатицы в играх не замечены. В неволе некоторые каракатицы, когда хотят есть, прыскают в человека водой из сифона, однако критерии Бургхарда к такому поведению не применимы. По мнению Сары Зилински, специалиста по головоногим из университета Лидса (Великобритания), имеет смысл понаблюдать за социальными кальмарами *Loligo* или *Sepioteuthis*, которые собираются в косяки и взаимодействуют друг с другом: они, может быть, играют («*Current Biology*», 2015, 25, pR10—R12, doi: 10.1016/j.cub.2014.09.068).

Зато осьминоги развлекаются вовсю. Их мускулистые щупальца позволяют манипулировать окружающими предметами, что моллюски и делают. Например, *Octopus vulgaris* играют в мяч, подтягивают его к себе с поверхности воды и отпускают, возятся с разными предметами на дне аквариума. Представители другого вида, *O. dofleini*, ведут себя сходным образом, но двигают вещи не щупальцами, а струей воды из сифона. Осьминоги как будто проверяют, что можно сделать с тем или иным объектом. Социальных игр у них, по-видимому, нет, потому что осьминоги — одиночки.

Зато общественные насекомые в такие игры играют. Бумажные осы *Polistes dominulus* сообща устраивают гнезда, устанавливая при этом четкую иерархию. Юные особи, которым до основания гнезда еще полгода, имитируют выяснение отношений, подобно детенышам млекопитающих, которые сражаются «понарошку». Возможно, такое поведение позволяет осам, играя, выяснить, на какое положение они смогут претендовать в будущем, или отточить навыки борьбы, так что занятие это не без пользы.



4
Самка паука *Anelosimus studiosus*

Еще один пример обучающей игры у насекомых приводит опять-таки Говард Бургхард («Ethology», 2012, 118, 33—40, doi: 10.1111/j.1439-0310.2011.01980.x). Вместе с коллегами он наблюдал за поведением социальных пауков *Anelosimus studiosus* (рис. 4).

Самки этих пауков спариваются только раз, поэтому в выигрыше тот самец, который подоспел первым. Когда наступает сезон размножения, самцы созревают на несколько дней раньше. Они направляются к юным самкам и караулят их, пока паучьи девы не повзрослеют. В ожидании этого события самец и выбранная им самка периодически имитируют половое поведение — ухаживание и спаривание. Кульминация игры наступает, когда самка принимает соответствующую позу, а самец помещает свои копулятивные органы туда, где им следует быть, но сперму пока не вводит, поскольку половые пути самки еще закрыты.

Такое поведение напоминает тренировочные сексуальные игры молодых позвоночных животных и удовлетворяет всем пяти критериям. Игра полезна паукам, потому что положительно влияет на ход и результаты настоящего спаривания. Игравшие пары управляют с этим быстрее, чем пауки, не имевшие такого опыта. Игравшие самки реже прогоняют самца и откладывают более тяжелые яйца. И чем больше партнеры играли, тем ощутимей эффект.

Польза и удовольствие

Считается, что игры возникли у животных с развитой нервной системой и сложным поведением, располагающих избытком еды и достаточным временем. В таких условиях, да еще в безопасном месте, можно себе позволить потратить часть ресурсов на отработку навыков, которые в данный момент не нужны, но когда-нибудь повысят шансы на выживание и репродуктивный успех. Играя, животное учится.

Однако ни один детеныш, человеческий или звериный, да и взрослый тоже, не играет потому, что это полезно. От игры получают удовольствие, именно отсутствие серьезности часто служит неотъемлемым признаком игры у высших позвоночных. Тем не менее в перечень критериев, предложенных Грэхем и Бургхардом, удовольствие не вошло. Вопрос в том, испытывает ли удовольствие любое играющее, животное, в том числе беспозвоночное, и может ли оно вызывать удовольствие целенаправленно? О головоногих судить трудно, их эмоции людям недоступны. А насекомые, по-видимому, в состоянии целенаправленно себя радовать. Это ученые выяснили экспериментальным путем.



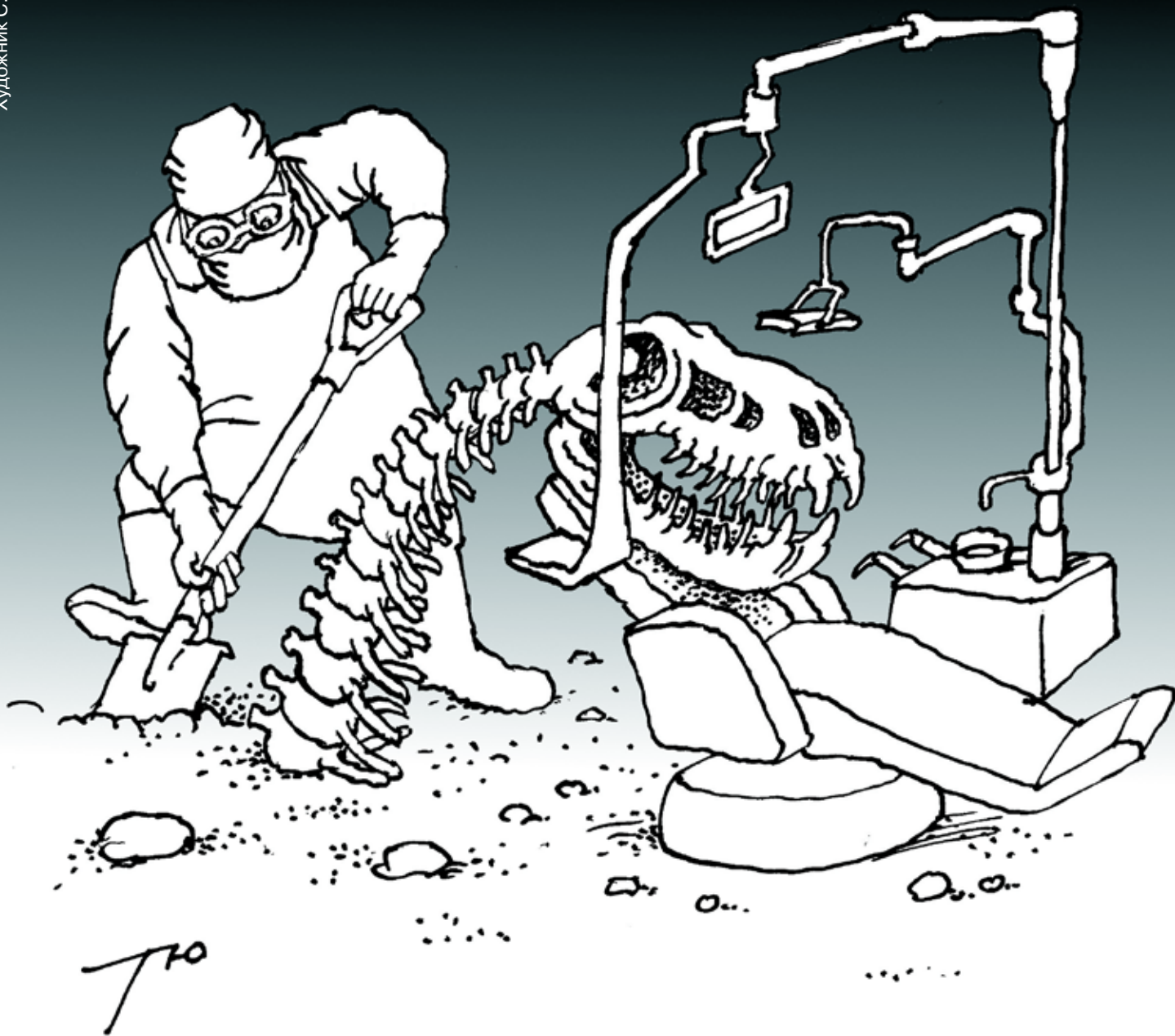
Специалисты Калифорнийского университета исследовали чувство удовлетворения у дрозофилы *Drosophila melanogaster* («Science», 2012, 335, 1351—1355, doi:10.1126/science.1215932). У животных существует система вознаграждения, которая закрепляет жизненно важные для особи программы поведения: половое поведение, пищевое, социальные взаимодействия. Когда животное делает то, что нужно, оно задействует определенные нервные пути, и выделяются нейромедиаторы удовольствия. Те же пути активируют наркотики, вызывающие привыкание.

Исследователи сформировали две группы самцов. У одной группы была возможность спариваться с самками по шесть часов в день. Самцов другой группы тоже ссаживали с самками, но с теми, которые уже спарились, поэтому не проявляли к противоположному полу никакого интереса. Незадачливые кавалеры терпели фиаско четыре раза в день по часу. В таком режиме самцы обеих групп провели четыре дня, а затем их поместили в пробирки, где они могли выбирать корм: обычный или содержащий 15% этанола. Самцы, не получившие сексуального удовлетворения, налегали на спирт. Но они не заливали горе, а компенсировали недополученное удовольствие.

При спаривании у мух включается система вознаграждения: выделяется нейропептид F — нейромедиатор, действующий на соответствующие рецепторы. Эту же систему активизирует этанол, в чем исследователи убедились, дав мухам подышать парами спирта. И напротив, искусственная активация нейронов, реагирующих на этот нейропептид, сокращает потребление этанола как вознаграждения. У самцов, лишенных секса, нейропептид F не только не вырабатывается в ожидаемом количестве, его уровень падает, и мухи компенсируют его нехватку другим доступным способом. Их поведение показало, что беспозвоночные умеют получать удовольствие от поведения, которое не полезно само по себе, но действует на соответствующие нервные центры.

У многих беспозвоночных, особенно социальных, достаточно сложное строение нервной системы и поведение. Они вполне могли бы играть, получая от игры не только полезные навыки в будущем, но и удовольствие в настоящем. Существует более ста видов членистоногих, у которых один пол ухаживает за другим. Почему бы им, подобно паукам *A. studiosus*, не играть в сексуальные игры? Возможно, они так и поступают. Может быть, играющих животных гораздо больше, чем мы думаем, и мы их просто не замечаем, точнее, не потрудились присмотреться к их занятиям. В конце концов, тема эта малоизученная, даже об играх млекопитающих известно немного, а до остальных просто руки еще не дошли.





Сокровища зубного камня

Кандидат
биологических наук
Н.Л.Резник

Ловушка с кормушкой

В 1683 году Антони ван Левенгук рассмотрел и зарисовал микроорганизмы зубного налета: кокки, спирохеты, веретенообразные бактерии. В послании Лондонскому королевскому обществу исследователь описал их как маленьких живых животных, которые весьма экстравагантно двигаются и количество которых превышает, по его мнению, число мужчин в королевстве. Так микробное сообщество зубного налета заняло свое место в истории науки.

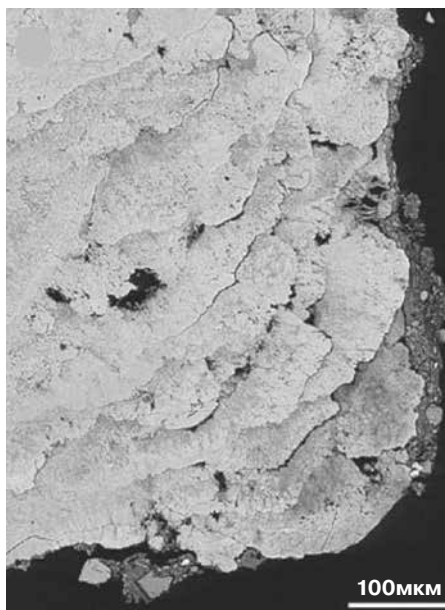
Ван Левенгук ошибся в подсчетах: микробов на зубах столько же, сколько людей на планете, один миллиграмм налета содержит до 200 миллионов микроорганизмов, и ежедневно каждый из нас глотает со слюной около 80 миллионов этих существ. Микробное сообщество (микробиом) ротовой полости занимает второе по численности место после кишечной микрофлоры. В нем более 2000 видов



1
Срез резца нижней челюсти.
Дентин и цемент корня зуба после смерти
разрушились, а зубной камень (указан стрелкой) цел

микроорганизмов, а функциональных белков, которые они выделяют, больше, чем в любом другом органе или части тела. Эти бактерии участвуют в пищеварении, стимулируют иммунную систему хозяина и сдерживают рост патогенов, которых, увы, во рту тоже много. Затаившись, они ждут своего часа и, когда нормальный микробиом по каким-то причинам разрушается, начинают размножаться. В числе недугов, вызываемых патогенами нашего рта, — помимо кариеса и периодонтита, ожирение, диабет второго типа, атеросклероз и эндокардит, экзема, вагинальные инфекции и воспалительные заболевания кишечника.

Во многих случаях полное исцеление больных невозможно без восстановления нормального микробиома ротовой полости, но тут возникает вопрос: что



2
Зубной камень имеет слоистую структуру,
которая хорошо сохраняется

считать нормой? Микробное сообщество маленьких детей, еще не успевших испортить зубы и здоровье, или взрослых людей без ожирения и диабета? Должны ли мы взять за образец микрофлору жителей крупных городов или, напротив, не испорченных цивилизацией селян? Человек прошел долгий путь от охоты и собирательства до постиндустриального общества, за это время вода, еда и среда обитания, а также представления о гигиене менялись неоднократно и наверняка повлияли на видовой состав зубного микробиома. Если бы ученые знали, каково было это влияние и как эти перемены сказались на здоровье людей, им было бы проще судить о норме.

Современный микробиом ротовой полости, по мнению специалистов, исследован не очень хорошо, но это дело поправимое. Более серьезную проблему представляет их сравнение с микроорганизмами, имеющими возраст сотни и тысячи лет, ибо где же их взять? В настоящее время есть две возможности: исследовать ротовую полость современных охотников-собираателей, уповая на то, что микробы у них те же, что и у древних людей, ведших сходный образ жизни, или извлекать откуда-то ископаемые бактерии интересующей нас эпохи, их белки и ДНК. По счастью, извлекать есть откуда: из зубного камня, который представляет собой минерализованный зубной налет.

Зубная эмаль покрыта тонкой белковой пленкой, предохраняющей ее от действия кислот, выделяемых бак-

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

териями и поступающих с пищей. На эту пленку оседают микроорганизмы и, если плохо чистить зубы, остаются там жить. Сначала на зубах поселяются стрептококки и актиномицеты, но со временем состав сообщества неоднократно меняется и усложняется. Образуется налет, состоящий из клеток, продуктов их гидролиза и лизиса, в том числе внеклеточной ДНК, прилипших кусочков пищи, а также выделяемых бактериями полимеров, которые скрепляют эту конструкцию. Именно из этих пластов Антони ван Левенгук извлекал для рассмотрения микроорганизмы.

Сообщество обитателей зубного налета отличается от других микробных композиций ротовой полости, населяющих мягкие ткани (язык, слизистую оболочку, небо, миндалины и заднюю стенку глотки). Строго говоря, твердые ткани зубов образуют два местообитания, выше и ниже десен, и соответственно два сообщества зубного налета: наддесневой (супрагингивальный) и поддесневой (субгингивальный). Наддесневой налет возникает на свободной поверхности зуба, на границе с краем десны, а поддесневой — на корнях зубов и в карманах десен. Эти места отличаются количеством кислорода и питательными веществами.

Зубы омываются слюной и десневой жидкостью, которые содержат ионы фосфата кальция. Они проникают в толщу зубного налета, пропитывают внеклеточный матрикс, а затем и бактерии. Зубной налет минерализуется, превращаясь в зубной камень, и микроорганизмы замурованы в нем, как насекомые в янтаре. Чем больше неровностей на поверхности зубов, тем активнее он образуется. Зрелый зубной камень тверд и сидит крепко. Он практически повсеместно распространен у взрослых, которые не соблюдают гигиену полости рта.

Зубной камень почти не подвластен действию времени. Когда человек умирает, микробы разрушают ткани зуба, но камень одолеть не могут (рис. 1). Его минеральный состав не меняется, лишь сверху откладывается тонкий слой почвенного кремния. Сравнивая



зубные камни древних и современных людей, исследователи убедились, что после смерти камень сохраняет характерную слоистую структуру, минерализованные бактерии зубного налета, их ДНК и белки, а также белки человека (рис. 2). Биомолекул почвенных бактерий, которые в изобилии присутствуют на зубах и костях, в зубном камне нет. Следовательно, он не загрязнен бактериями среды и прекрасно сохраняет биологический материал. Его можно уподобить капсуле времени, позволяющей непосредственно и детально исследовать древние микробные сообщества.

Капсула времени

Изучать древний зубной камень начали почти сто лет назад, но вполне оценили его значение только в 60—70-е годы прошлого века, когда с помощью сканирующей электронной микроскопии обнаружили в нем хорошо сохранившиеся бактерии и кусочки пищи. В 1990—2000-е годы разные исследователи проводили анализ растительных остатков и зерен крахмала, замурованных в зубном камне, и узнали много нового о компонентах растительной диеты человека и древних гоминид (корнях, семенах, клубнях), а также о способах приготовления еды.

Например, недавно ученые методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии исследовали зубной камень неандертальцев, живших на севере Испании, и обнаружили в нем волокна растений, явно приготовленных на огне («Naturwissenschaften», 2012, 99, 617—626, doi: 10.1007/s00114-012-0942-0).

С развитием современных методов исследования, в том числе с упрощением процедуры секвенирования, исследования зубного камня вышли на новый уровень. В 2013 году сотрудница университета Аделаиды (Австралия) Кристина Адлер и ее коллеги проследили, как изменилась зубная микробиота людей от мезолита до наших дней («Nature Genetics», 2013, 45, 450—455, doi: 10.1038/ng.2536). За это время в жизни человечества произошло два существенных события: переход к земледелию и промышленная революция. Исследователи собрали смесь над- и поддесневых камней с зубов 34 доисторических европейцев разного возраста (скелеты 11 мужчин, 11 женщин и 12 скелетов неизвестного пола), живших в период от мезолита до Средневековья. Это последние охотники-собиратели Польши, представители земледельческих культур Европы раннего и позднего бронзового века, жители средневековых сел и

городов. Из стерилизованных зубных камней извлекли бактериальную ДНК и по последовательностям гена 16S rPHK определили виды микроорганизмов, которым она принадлежала.

Из зубных камней, пролежавших тысячи лет, микробная ДНК выделяется прекрасно. Ее анализ показал, что во рту у охотников-собирателей преобладали непатогенные микроорганизмы, в том числе клостридии Clostridiales и бактерии семейства Ruminococcaceae. Примерно 7500 лет назад микрофлора зубов начала меняться. Наряду с непатогенными бактериями появились вызывающие кариес Veillonellaceae, а также возбудители болезни пародонта *Porphyromonas gingivalis* и представители родов *Tannerella* и *Treponema*. Пародонтит — это заболевание, поражающее ткани, которые удерживают зуб в лунке. Болезнь начинается с образования твердого зубного камня, который спускается даже в кармашки десен. Анализ останков подтвердил, что земледельцы чаще собирателей страдали пародонтитами, причем иногда с детского возраста: среди больных был трех-четырёхлетний ребенок.

Такая «земледельческая» микрофлора сохранилась почти без изменений и у жителей Средневековья, но около 200 лет назад в ней заметно прибавилось бактерий, вызывающих кариес (разрушение зубов), в том числе *Streptococcus mutans*. Исследователи связывают эту перемену с промышленной революцией, подарившей людям тщательно очищенную муку и концентрированный рафинированный сахар из сахарной свеклы и тростника. Эти продукты содержат моно- и дисахариды, в том числе сахарозу, которую *S. mutans* преобразует в молочную кислоту. Кислота разрушает эмаль, и развивается кариес.

Исследователи сравнили микробный состав древних зубных камней с современным микробиомом. Нынешняя микрофлора беднее, в ней меньше микроорганизмов, обеспечивающих здоровье зубной полости (Ruminococcaceae), и больше бактерий, вызывающих кариес, а возбудителей пародонтита примерно столько же, как и в Средние века.

Микрофлоре наших зубов, нарушенной усиленным потреблением легко ферментируемых углеводов, трудно выдержать такие потрясения, как пищевой дисбаланс или внедрение патогенных бактерий, на это способно лишь богатое, разнообразное сообщество. Кариесом в индустриальных странах сейчас болеют 60—90% детей школьного возраста, болезнями пери-



3 Частицы, извлеченные из древнего зубного камня, выглядят как коллагеновые волокна животных (а); гладкий фитолит — кремниевая микрочастица, образованная растением (б); крахмальные гранулы пшеницы (в) и бобовых (г)

одонта — 5—10% взрослого населения по всему миру.

Эволюционный анализ микрофлоры помогает уточнить роль патогенных бактерий зубного налета в развитии некоторых системных заболеваний. Так, принято считать, что возбудитель периодонтита *P. gingivalis* стимулирует развитие диабета 2-го типа и сопутствующих ему осложнений. Бактерии, взаимодействуя с иммунной системой хозяина, побуждают нейтрофилы выделять резистин — белок, причастный к формированию инсулиновой резистентности. Однако *P. gingivalis*, как оказалось, присутствуют в зубной микрофлоре несколько тысяч лет, и за это время бактерий больше не стало, а диабет и другие «болезни цивилизации» прогрессируют всего несколько десятилетий. Очевидно, за диабет *P. gingivalis* все-таки не отвечает.

Под камнем сим

Когда исследователи задаются целью извлечь из древних зубных камней максимум информации, они порой достигают поразительных результатов. Кристина Уориннер, доцент университета Оклахомы, и ее коллеги из разных стран исследовали скелеты четырех взрослых людей, скончавшихся в местечке Далхейм в Германии примерно в 950—1200 годах, согласно радиоуглеродной датировке («Nature Genetics», 2014, 46, 336. doi:10.1038/ng.2906). При жизни эти люди страдали средней или острой формой периодонтита. Исследователи стоматологическими инструментами сняли с зубов камень, экстрагировали из него ДНК и белки и определили их последовательности. ДНК сохранилась прекрасно и в достаточном для анализа количестве: от 5 до 437 нг на миллиграмм зубного камня. Ученым удалось определить около 40 предполагаемых патогенов. Прежде всего они идентифицировали возбудителей периодонтита, *P. gingivalis*, *Treponema denticola* и *Tannerella forsythia*. Эта троица, обычная при заболеваниях периодонта, так называемый красный комплекс, вызывает сильную кровоточивость десен и быстрое разрушение ткани. Оказывается, красный комплекс сохранился со Средних веков, несмотря на все изменения в гигиене полости рта, рационе и образе жизни.

В X—XI веках понятия о гигиене были самые приблизительные, и исследованные зубные камни оказались настоящим кладом патогенных бактерий. В их числе микроорганизмы, вызывающие инфекционный эндокардит; возбудители инфекции

верхних и нижних дыхательных путей *Streptococcus pneumoniae*, *S. pyogenes* и *Haemophilus influenzae*; возбудители бактериального менингита и гонореи *Neisseria meningitidis* и *N. gonorrhoeae*; *Actinomyces odontolyticus*, вызывающий острую зубную инфекцию; кариогенный *S. mutans* и некоторые другие возбудители оппортунистических инфекций, то есть таких, которые вызывают болезнь лишь у людей с ослабленным иммунитетом.

Кристина Уориннер и ее коллеги почти полностью восстановили геном средневекового патогена *T. forsythia*, одной из бактерий красного комплекса. Сходство с современной последовательностью велико, но гена устойчивости к тетрациклину, который есть у бактерий наших дней, у древних не было. Однако генами устойчивости к антибиотикам и токсичным соединениям уже тогда, в долекарственную эпоху, обладали другие насельники зубного налета, причем не только патогенные. Эти гены присутствовали во внеклеточном матриксе, и бактерии могли ими обмениваться. Антибиотики — вещества природного происхождения, они подавляют рост живых клеток, поэтому неудивительно, что некоторые бактерии выработали к ним устойчивость. Когда антибиотики стали целенаправленно использовать в лекарственных целях, в том числе лечить ими периодонтиты, *T. forsythia* тоже обзавелась защитным геном.

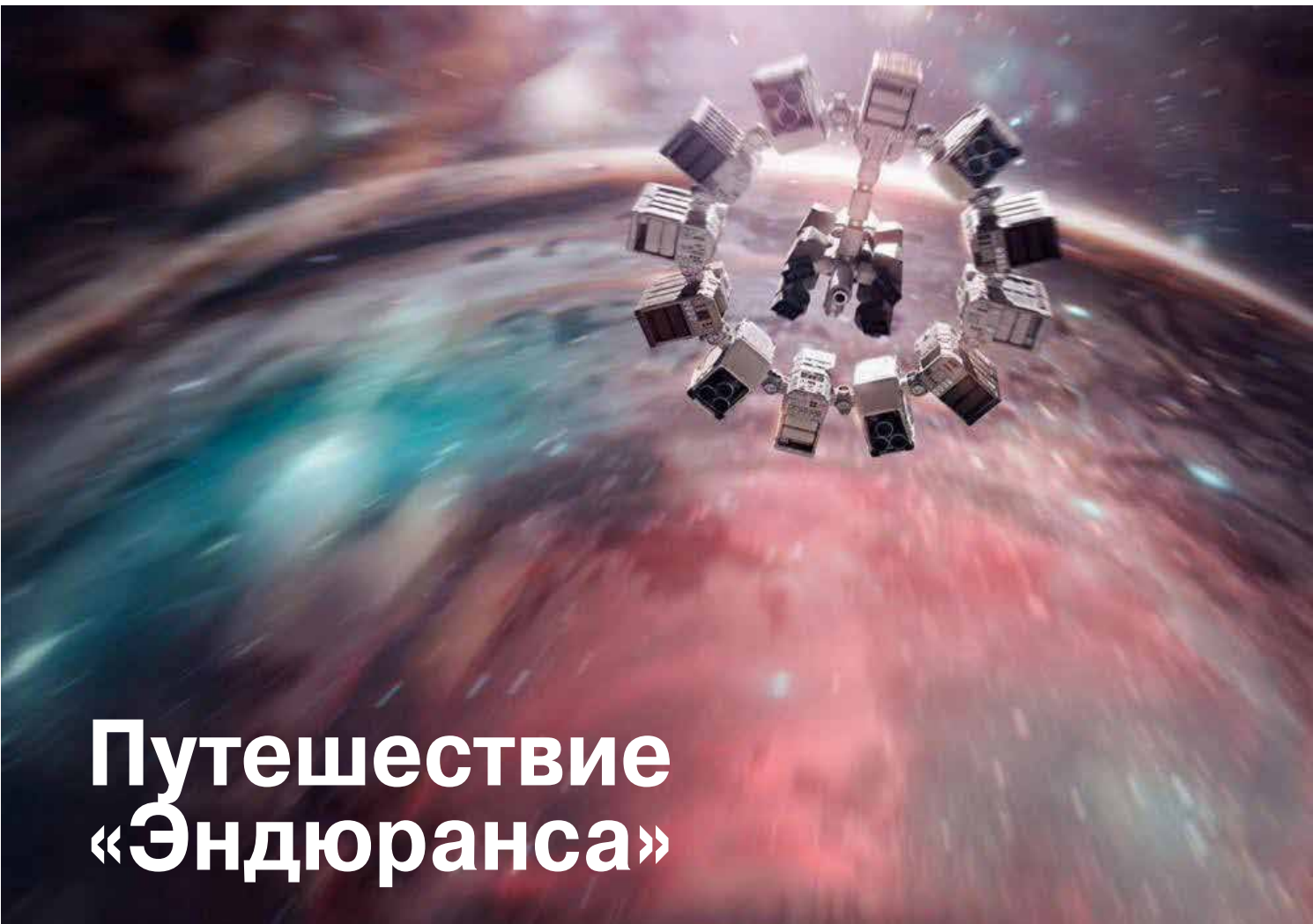
Не только ДНК зубных камней доступны для исследования, но и белки. Ученые обнаружили факторы вирулентности бактерий, ответственные за адгезию и агрегацию, а также белки иммунной системы человека. Обычно в слюне и десневой жидкости людей присутствует не менее 45 антимикробных белков; в средневековых зубных камнях исследователи идентифицировали 43 человеческих белка, из которых 25 имеют отношение к врожденному иммунитету, в том числе 8 обладают антимикробными свойствами. Это пептиды, выделяемые нейтрофилами во время воспаления. Поскольку они оказались замурованными в зубном камне, исследователи заключили, что

нейтрофилы, очевидно, изливали эти белки на зубной налет. Значит, десны и ткани периодонта были воспалены, что неудивительно — люди же страдали периодонтитом.

В составе зубного камня сохранились ДНК кусочков пищи. Рацион древних людей сложно изучать, поскольку окаменевшие остатки еды, равно как и копролиты, из которых можно извлечь ДНК, встречаются редко, и дополнительный материал, который может предоставить зубной камень, очень кстати. Исследователи обнаружили среди извлеченных биомолекул митохондриальную ДНК свиньи, возможно, овцы, крестоцветных и пшеничного хлеба, а также микрочастицы животной соединительной ткани, растительные волокна, крахмальные гранулы злаков и остатки бобовых (рис. 3). Эти данные не противоречат сведениям, которые получают археологи при анализе пищевых отходов в европейских средневековых поселениях: люди ели свиней, овец или коз, а также коров и лошадей. В современных зубных камнях тоже находят пищевые биомолекулы: ДНК хлоропластов пшеницы и кассавы, а также молочный белок бета-лактоглобулин. Все эти данные доказывают, что восстановить рацион по следам в зубном камне можно.

Старые зубные камни представляют огромный интерес для науки. Они позволяют изучать эволюцию отдельных микроорганизмов и микробного сообщества в целом, происхождение и эволюцию некоторых инфекционных заболеваний, рацион людей, живших тысячи, а то и десятки тысяч лет назад, и даже их миграции, поскольку люди кочуют вместе со своей микрофлорой. Исследовать можно не только человека, у животных тоже образуются зубные камни. Палеомикробиологам сказочно повезло, что в интересующие их времена не было стоматологов.





Путешествие «Эндюранса»

О.О.Фейгин

Из всех творений человеческого разума, от мифологических единорогов и драконов до водородной бомбы, пожалуй, наиболее фантастическое — это черная дыра; дыра в пространстве со вполне очерченными краями; дыра, куда может провалиться все что угодно и откуда ничто не в силах выбраться. Дыра, в которой гравитационная сила столь велика, что даже свет захватывается и удерживается в этой ловушке. Дыра, которая искривляет пространство и искажает течение времени. Подобно единорогам и драконам, черные дыры кажутся скорее атрибутами научной фантастики или древних мифов, чем реальными объектами. Однако из физических законов с неизбежностью следует существование черных дыр. В одной нашей Галактике их, возможно, миллионы.

Кип Стивен Торн.
Путешествие среди черных дыр

Научно-фантастический фильм «Interstellar» («Межзвездный»), вышедший на экраны в конце 2014 года, вызвал большой интерес не только в среде киноманов, но и в ученом мире. Ведь в сюжете фильма есть полеты через гиперпространство, падения в черные дыры и путешествия во времени. К тому же научным консультантом фильма был сам Кип Торн — коллега и друг Стивена Хокинга, профессор Калифорнийского технологического института, иностранный член РАН, известный своими смелыми идеями в области астрофизики, гравитации, — именно он в 1988 году представил доказательство того факта, что машина времени не противоречит идеям современной физики. Впрочем, это уже вторая попытка известного физика-теоретика придать физико-математический реализм продукции Голливуда. Первой была экранизация романа Карла Сагана «Контакт».

Контакт науки и фантастики

Тридцать лет назад знаменитый астроном и популяризатор науки Карл Саган начал писать научно-фантастический

роман. Он решил не заниматься беспочвенными фантазиями, а транспортное устройство для межзвездных путешествий создать «по науке». Для этого Саган обратился к своему другу, видному физико-теоретику Кипу Торну. Торн загорелся идеей Сагана и принялся за расчеты. Ему было известно, что еще в 1916 году австрийский физик Людвиг Фламм получил решение для «прокола пространства» в теории гравитации Эйнштейна. В 1930-х годах к подобному результату пришел и сам Альберт Эйнштейн с Натаном Розеном. Так возник образ «внепространственных переходов», названных «мостиками Эйнштейна — Розена». Долгое время их считали чистой абстракцией, однако Торн математически показал, что если объединить «проколы пространства» и черные дыры, то может получиться «ход в иной мир». Правда, для этого еще нужен антигравитационный материал. Может быть, когда-нибудь «антигравитационные частицы» найдут в загадочной «темной материи», заполняющей Вселенную...

Созданный таким образом туннель мог бы решить проблему не только

межзвездных, но и межгалактических перелетов. Одновременно мы получили бы и своего рода машину времени.

Сотрудничество Сагана и Торна привело к появлению научно-фантастического бестселлера «Контакт», который стал основой одноименного фильма, весьма зрелищного. А соответствующие исследования коллектива физиков-теоретиков под руководством Торна породили многочисленные публикации, вызвавшие большой резонанс.

Червоточины Уилера

Работы Торна заставили вспомнить не только о мостиках Эйнштейна — Розена, но и о «кротовых норах», «червоточинах» и «червячных ходах» американского физика, одного из участников проекта создания атомной бомбы Арчибальда Уилера. Уилер ввел эти термины вместе с «черной дырой», совсем не ожидая, что они войдут в обиход научных обозревателей и писателей-фантастов. Червоточина — это туннель в пространстве-времени, стабилизированный так называемой фантомной материей, которая не дает туннелю схлопнуться. Эта материя обладает отрицательной плотностью энергии.

Насколько правдоподобны подобные построения физиков-теоретиков? Существуют ли в действительности червячные ходы в пространстве-времени, или же это всего лишь нереализуемые математические фантазии? Но если верно второе, то почему они не реализуются, коль скоро не противоречат законам природы? И самый главный вопрос: можно ли предложить какие-либо реальные эксперименты, вплоть до создания искусственных подпространственных кротовых нор, пусть

даже в отдаленном будущем, когда наша цивилизация станет достаточно развитой и мощной?

Модель червоточины подобна согнутому листу бумаги (именно так ее и иллюстрируют в «Интерстеллар». Если проделать отверстие карандашом, то муравей-землянин не будет блуждать по листу, а мгновенно попадет на его другую половину. Такой «прокол пространства» служит обоснованием для всяческих «нуль-транспортировок», «телепортаций» и «трансгрессий» из фантастических произведений.

Бездонные провалы космоса

Когда речь идет о поиске подпространственных червоточин, первое, что обращает на себя внимание, это черные дыры — бездонные гравитационные провалы сколлапсировавших «замерзших звезд». По мнению астрофизиков, многие свойства коллапсаров говорят о том, что воронки таких звезд вполне могут быть входными порталами червоточин пространства-времени. Если это так, то можно (пока еще чисто умозрительно) попытаться приспособить их для путешествий в пространстве и времени, ведь время в их окрестностях останавливается лишь для внешнего наблюдателя, а для космонавтов, устремившихся в жерло черной дыры, все будет идти своим чередом, и никакого замирания процессов они не заметят.

Эта гипотеза особенно интересна тем, что астрономические теории предсказывают существование удивительных объектов с прямо противоположными коллапсарам свойствами. Такие белые дыры еще более загадочны, чем их черные сестры, и должны неудержимо из-



Портал межгалактического метро (фильм «Контакт»)



РАДОСТИ ЖИЗНИ

вергать вещество. Нырнув в зев черной дыры, звездолет мог бы вынырнуть из диска ее белой сестры в какую-нибудь пространственно-временную область нашего мира или совсем в другую вселенную, связанную с нашей лишь тонкой горловиной червячного лаза.

Вообще говоря, тут просматриваются два варианта фантастического будущего. Первый — из «Контакта» и «Интерстеллера» — это создание некоего «подпространственного метро», позволяющего мгновенно перемещаться на парсеки и столетия. Второй — не ждать милостей от природы, а оснастить звездолет генератором черных дыр. Дело в том, что теоретически в невообразимых глубинах пространства-времени (в масштабах «планковской длины» равной $1,62 \times 10^{-35}$ метра, что в 10^{20} раз меньше атомного ядра) бушует удивительнейшая «квантовая пена», насыщенная сверхмикроскопическими черными дырочками — микроколлапсарами. Опять же теоретически, если поймать микроколлапсар и насытить его энергией, он вырастет в черную дыру, пригодную для путешествий через гиперпространство.

Прыжок в подпространство

Сюжет фильма «Интерстеллар» включает полет корабля «Эндюранс» через портал искусственного коллапсара, возникший в окрестностях Сатурна. Далее отважные земляне попадают в кротовую нору, где встречают «пятимерных существ», которые переправляют их в чужую галактику. Наша это Вселенная или иная — понять невозможно. Во всяком случае, даже если это один из миров Мультиверса, там действуют те же физические законы.

Любопытно, что профессор Торн почему-то никак не обыграл весьма любопытный момент выхода из «подпространственного туннеля», а ведь это самый загадочный элемент межгалактического туннелирования. Черные дыры знают все, и многие астрономы считают их открытыми, а вот белой дыры никто еще не наблюдал...

В «Интерстеллере» в отличие от «Контакта» много внимания уделяют темпоральным парадоксам. Из общей теории относительности следует, что чем сильнее гравитация, тем медленнее течет время. С другой стороны, согласно специальной теории относительности, чем быстрее летишь, тем медленнее стареешь относительно неподвижного наблюдателя. Отсюда следует и знаменитый «парадокс близнецов», согласно которому молодой космонавт может вернуться к своему пожилому брату, оставшемуся на Земле. Кстати, российский космонавт-рекордсмен С.К. Крикалев, кружась на орбите со скоростью более семи километров в секунду, за 803 суток «отыграл у вечности» не менее 0,02 секунды.

В фильме червячный ход выбрасывает «Эндюранс» в десяти световых миллиардах от Солнечной системы у чудовищной черной дыры Гаргантюа, равной по массе ста миллионам Солнц. Радиус дыры сравним с земной орбитой, а ее аккреционный диск из притянутого вещества простирался бы чуть ли не до пояса астероидов. Из-за колоссальной гравитации коллапса час на поверхности планеты Миллер равен семи годам.

Падение в никуда

После приключений на планетах системы Гаргантюа главный герой и его робот на двух зондах устремляются в сердцевину черной дыры за научными данными. В теории катастрофический перепад сил тяготения должен был бы скрутить, растянуть и разорвать астронавта и робота на бесчисленное множество фрагментов. Однако Торн считает, что чудеса практики могут опровергнуть любую теорию, и позволяет отважным исследователям легко проникнуть через горизонт событий — точку невозврата для всего, что попадает внутрь черной дыры. Предложено и своеобразное объяснение. Гигантские размеры Гаргантюа минимизируют разрывающие приливные силы, так что при очень большом радиусе горизонта событий и его вращении с определенной скоростью есть шанс проникнуть невредимым в таинственные глубины коллапса.

Внутри вращающейся черной дыры исследователи находят пятимерную вселенную.

Тут надо вспомнить, что еще А.Д. Сахаров в своих удивительных космологических работах разработал многолистную модель Вселенной, которую затем дополнил несколькими временами. В ней Андрей Дмитриевич на совершенно новом научном уровне рассмотрел очень старую идею Тео-



В системе черной дыры

дора Калуцы. Для построения единой теории поля, над которой начал тогда работать Эйнштейн, Калуца в 1921 году предположил, что физическое пространство имеет не три, а четыре измерения, дополненные пятым — временем. При этом Калуца допустил, что четвертое пространственное измерение «свернуто» в сверхмикроскопические размеры и не может быть зафиксировано приборами. Идеи Калуцы восторженно восприняли не только физики-теоретики, среди которых был и великий Эйнштейн, но и писатели. Так, Герберт Уэллс ввел многомерное пространство в роман «Люди как боги» (1923). В этой утопии выдающийся фантаст предложил очень необычную для того времени систему Мироздания: «Как в трехмерном пространстве бок о бок может лежать любое число практически двумерных миров, подобно листам бумаги, точно так же многомерное пространство, которое плохо приспособлено к таким представлениям человеческий разум еще только начинает с большим трудом постигать, может включать в себя любое число практически трехмерных миров, лежащих, так сказать, бок о бок и приблизительно параллельно развивающихся во времени».

Вселенная Уэллса напоминает книгу, каждый лист которой оказывается новым миром. Путешествовать тут можно по «книжному корешку», соединяющему вместе все миры. Долгое время этот зримый образ множественного Мироздания, или Мультиверса, вдохновлял научных обозревателей и писателей-популяризаторов, но все считали его лишь блестящей выдумкой. Затем на экраны вышли голливудские блокбастеры «Филаделфийский эксперимент» и «Контакт», после которых иные времена и измерения попали даже в сериалы «Секретные материалы», «Хранилище 13» и «Теория Большого взрыва».

Ретрохрон

Использованию огромных черных дыр для космических путешествий отдал дань и Станислав Лем. В романе «Фиаско» он придумал способ обратить время, чтобы экипаж межзвездного корабля вернулся на Землю в свое время, а не спустя много тысячелетий. Вот описание этой идеи:

«...Теоретические модели гравитационных могил построила астрофизика в конце двадцатого века. Как обычно в истории познания, модель оказалась несовершенной. Она была упрощенной схемой действительности... Звезда "захлопывается" потому, что ее излучение слабеет и не может противостоять тяготению; она приобретает форму шара не сразу. Сжимаясь, она дрожит, как капля, попеременно расплющиваясь в диск и растягиваясь, как веретено. Эта дрожь длится очень недолго. Частота колебаний зависит от массы коллапса. Он ведет себя как гонг, ударяющий сам в себя. Но умолкший гонг может ударом извне заставить дрожать снова. С черным шаром это можно сделать при помощи сидеральной инженерии. Нужно знать ее законы и располагать достаточной энергией, порядка 10^{44} эргов, излучаемой так, чтобы черный шар начал резонировать. Зачем? Чтобы создать то, что астрофизики, вышедшие к громадности объектов своих исследований, назвали "темпоральной луковицей". Так же, как сердцевину луковицы окружает слоями мякоть, на срезе напоминающая годовые древесные кольца, так коллапсар в резонансе окружен изогнутым гравитацией временем — вернее, сложными наслонениями пространства-времени. С точки зрения удаленных наблюдателей, черная дыра дрожит, как камертон, несколько секунд. Но для того, кто оказался бы около нее в прослойке измененного времени, показания галактических часов потеря-



Коллапсар Гаргантюа



ли бы смысл. Значит, если корабль доберется до черной дыры, многообразно деформирующей пространство-время, он может вплыть в брадихрон и в этой области замедленного времени находиться годами — чтобы затем покинуть темпоральный порт.

Для внешнего наблюдателя корабль исчезнет, приблизившись к черной дыре, а после невидимой стоянки на брадихроне появится в окрестностях звезды. Для всей Галактики, для всех сторонних наблюдателей коллапсар, приведенный в резонанс, несколько секунд дрожит, изменяя форму от сплюснутого диска до веретена. Подобным образом он содрогался в агонии, когда был захлопываемой звездой, раздавленной собственной тяжестью после того, как выгорела ее нуклеарная начинка.

Для корабля на брадихроне время почти стоит. Но это еще не все. Содрогающийся коллапсар ведет себя не как идеально эластичный мяч, а скорее как неравномерно деформирующийся при подскоках шарик. Это результат усиления квантовых эффектов. Поэтому при брадихронах могут появляться ретрохроны: потоки времени, текущего вспять. Для внешнего наблюдателя не существует ни первых, ни вторых. Чтобы использовать это стоячее либо обратное время, в него нужно вторгнуться».

Петли времени

Можно сказать, что и в «Интерстеллере» вся картина запутана в петлях времени. При этом время, проецируясь из пятимерного пространства, описывает такую петлю, что начинает проявляться феномен «двойников». Главный герой из глубины сверхпространства видит самого себя в прошлом, затем мы видим, как он когда-то реагировал на «потустороннее» проявление своего пятимерного образа, что и привело его в межгалактическую экспедицию. Там

он попал в черную дыру и увидел себя... Петля замкнулась!

Это происходит почти так, как это описывает все тот же Лем в «Звездных дневниках Йона Тихого», с одной лишь существенной разницей — в «Интерстеллере» (как, впрочем, и в «Филладельфийском эксперименте») петля времени образовалась в результате воздействия черной дыры, а не фантастических темпоральных вихрей, и это уже допускается современной наукой. Как подобное может происходить в земных условиях? Однозначного ответа на этот вопрос пока нет.

Однако, скорее всего, выпадение из реального хода времени в данном случае связано не с перемещением в параллельное пространство, а с перемещением в некую зону искривления пространственно-временного континуума, в некий «временной мешок», черную дыру, где не существует даже времени.

Физика хроноквантов

Академик Сахаров, развивая теорию пульсирующей Вселенной, много внимания уделял теории изначального момента рождения мироздания. И однажды ему в голову пришла невероятная мысль: а если процесс появления новых миров в пучинах Большого взрыва никогда не прерывается? Тогда появляется образ динамичного, можно даже сказать, «живого» Мультиверса, стремительно растущего, как луковица миров, где в каждое неизмеримо малое мгновение появляется листок новорожденной вселенной.

Выдающийся мыслитель почему-то не стал достраивать столь необычный космологический сценарий и больше никогда к нему не возвращался. Между тем в последнее время квантовая механика добавила много существенных деталей в возникающую на наших глазах

физику времени. Эксперименты показали, что в мире существует удивительное явление квантовой нелокальности, когда частицы связаны друг с другом не силами, а особым квантовым образом. Когда-то подобное очень не нравилось Эйнштейну, который критически называл это «квантовой телепатией». Сейчас мало кто сомневается в эффекте «квантовой запутанности», приводящей к квантовой телепортации, тем более что на его основе собираются строить квантовые системы связи с совершенно фантастическими характеристиками.

Есть догадки, что существует и «хроноквантовая спутанность». Тогда миры, возникающие в сингулярности Большого взрыва, должны быть не только прошиты временными нитями, но и полностью повторять друг друга.

Теперь представьте себе бесконечную вереницу развивающихся одинаковых миров, нанизанных на стрелу времени. Что это будет напоминать стороннему наблюдателю?

Ну конечно же! Перед нами предстает хорошо знакомый образ «линейного времени», возникающий у нас в детстве и сопровождающий всю оставшуюся жизнь. Классическая физика учит, что это мнимый образ, помогающий решать школьные задачи. А вот современная квантовая теория предлагает считать подобные модели вероятным образом множественного мироздания. И тогда возникает удивительный парадокс — оказывается, что лишь невообразимый хроноквант отделяет наш мир от предшествующей и соответственно последующей вселенной, летящей вместе с нами в будущее. А вместе с этими мирами несутся по стреле времени и неисчислимы множества наших двойников... Может быть, подобная феерическая картина многомирья станет сюжетом для следующего экшен-блокбастера!



Покорение Сибири

К. Г. Михайлов

Зоологический музей МГУ

Да, именно покорение, а не «освоение». Потому как сибирские народы в большинстве своем отнюдь не мирно переходили под власть русского царя. Это обстоятельство, хорошо известное при царском режиме, старались обходить и замалчивать в советской литературе. Эта советская неправда, уже преодоленная, сохранившаяся ныне только в официозе, недавно вызвала резкую критику Ю. В. Чайковского («В круге знания», см. рецензию в № 4 «Химии и жизни» за 2014 год).

По мнению автора рецензируемой книги, с «общемировой, общечеловеческой точки зрения» завоевание Сибири русскими имело положительное значение хотя бы потому, что прекратило протекавшую здесь ранее «войну всех племен против всех». Не говоря уже про общекультурное и техническое влияние русских, о котором много писали советские историки.

Под регионом Сибири автор разумеет всю зауральскую территорию современной России, вплоть до побережья Тихого океана, включая Чукотку и Камчатку, но без юга Дальнего Востока.



Кречмар М. А. Сибирская книга. История покорения земель и народов сибирских. Москва: ИД «Бухгалтерия и банки», 2014.

Хотя по всем физико-географическим нормативам прибрежные районы севера Дальнего Востока принято называть Дальним Северо-Востоком, но никак не Сибирью. Автор, похоже, решил ограничить себя еще и временными рамками, начав с XVI века и завершив началом XVIII века; здесь главный репер — установление стабильной царской администрации в регионе. История распространения на юго-восток, по Амуру и за Амур, заканчивается Нерчинским договором между Россией и цинским Китаем 1689 года. А история дальнейшего продвижения на восток — к «Русской Америке» и на юг — к «городу нашенскому» (Владивостоку) — начинается позднее, захватывая уже и XIX век.

Большая обзорная книга по истории Русской Сибири давно была нужна. Тем более что автор учел и некоторые новейшие источники, например дневники корейского военачальника XVII века о сражении маньчжуров с русскими на Амуре, опубликованные лишь в 1980 году. Сложные и спорные вопросы автор дает в традиционной трактовке; некоторые детали мы обсудим ниже.

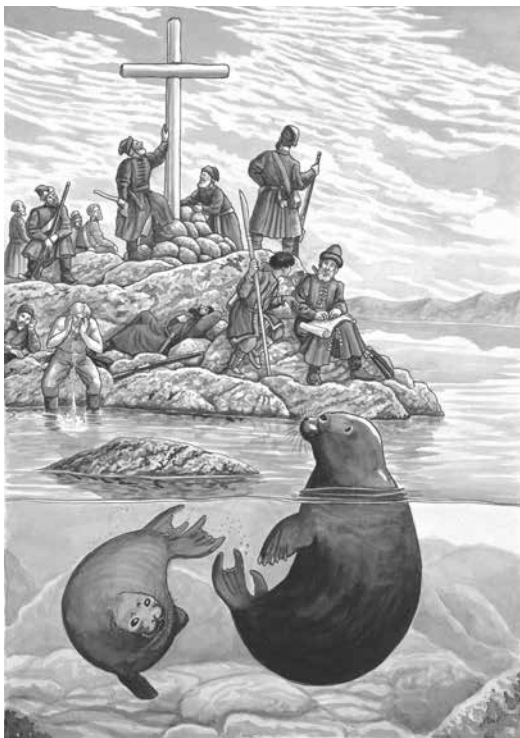
Композиционно книга состоит из двух больших разделов — «История с географией» (хронология покорения регионов Сибири) и «Пути, города и люди» (биографические очерки первопроходцев-покорителей и местных лидеров, вооружение, транспорт, строение крепостей, положение женщин и многое другое). В первом разделе представлены также три «интермедии» — скорее справочно-информационного свойства: «Боярские дети и остальные», «Институт аманатов» и «Сибирское управление».

В начале первого раздела автор дает геополитическую картину расширения территории России; восточное направление оказалось приоритетным, в первую очередь из-за отсутствия там мощного противодействия. Первыми этапом расширения стало окончательное покорение «страны вогулов и остяков» в Предуралье и в северной части Западной Сибири, а также аморфного татарского Сибирского ханства, расположенного в средней части Западной Сибири. Обсуждается поход Ермака Тимофеевича. Далее речь идет о Мангазее... После периода недолгого

расцвета в самом начале XVII века этот город зачах, главным образом из-за не богатой приполярной природы и транспортной отдаленности, не позволяющей прокормить большое население. Даже подвоз хлеба (зерна, муки) в Мангазее случался не каждый год. Тем более что плавание по Северному Ледовитому океану, самое простое для доставки грузов в город, было почему-то запрещено царскими указами в середине XVII века. Что до главного «золота» Сибири — соболиного меха, — окружающее население, отдав за один раз многолетние запасы, затем почти не поставило его. Довершили дело распри между мангазейскими воеводами, доходившие до регулярной осады города и стрельбы из пушек, а также большой пожар 1642 года...

Далее район освоения придвинулся к «стране тунгусов» и захватил енисейские территории. В борьбе с воинственными тунгусами был применен эффективный институт «аманатов» — заложников, который далее использовали во многих регионах Восточной Сибири и, добавляет автор вскользь, отменили только в конце «просвещенного» XVIII века. Юг енисейской Сибири — «страна киргизов» — также был освоен русскими. «Киргизы», однако, сопротивлялись довольно долго, вплоть до конца XVII века делали набеги на Красноярск и его окрестности. Завершилось это противостояние тем, что все киргизы были депортированы джунгарами (крупной азиатской силой того времени, наряду с маньчжурами и монголами) в южные районы их ханства, плодородная территория Минусинской котловины практически опустела и таким образом осталась за русскими.

Сильное сопротивление русским оказали и буряты, населявшие в те времена Прибайкальский регион. На руку бурятам сыграли внутренние свары между русскими, которые безуспешно надеялись разыскать в регионе золотые и серебряные месторождения. Но в конечном счете уже в середине XVII века буряты из окрестностей Братского острога переместились далеко на юг, «к монголам», и земля опять опустела... Вернулись они в Забайкальский регион уже в более поздние времена.



КНИГИ

*Выход отряда Курбата Иванова на Байкал
Справа коч Ивана Реброва в Ледовитом море.
Оягосский яр*

Еще один вектор движения — в сторону Лены — через «страну тунгусов» в «страну якутов»; при этом якуты сами лишь недавно освоили новый для себя регион поймы Лены и ее крупных притоков. Несмотря на несколько восстаний и две осады Якутского острога, якуты были покорены уже к 1642 году и в дальнейшем во всем поддерживали русских. Дальнейшее продвижение на восток шло через земли тунгусов, или эвенков (охотников с небольшой примесью оленеводства), и ламутов, или эвенгов (преимущественно оленеводов), проживавших в гористых районах правобережья Лены. Сражения на побережье Охотского моря с многочисленными немирными ламутами продолжались вплоть до 1680-х годов.

Следующее направление, северо-восточное, — в тундру, в район Колымы, в земли «ламутов и юкагиров», где русские вступили в соприкосновение с чукчами, коряками и обитателями Камчатки. В этом регионе общее замирение произошло уже в XVIII веке, а с чукчами удало окончательное договориться ближе к веку XIX, регулярно выделяя им от казны подарки в обмен на плохо выделанные олени шкуры. Особо кровопролитные действия происходили на Камчатке, в результате чего местное население там к середине XVIII века сократилось, по мнению Г.Стеллера, чуть ли не в тридцать раз!

Освоение Забайкалья (Даурии) и Приамурья привело к столкновениям с войсками маньчжурской династии Цин.

Русский город Албазин, заложенный на правом берегу Амура, пришлось разрушить по итогам Нерчинского договора. Другие русские поселения были перенесены на левый берег великой реки.

На этом заканчивается первый раздел книги. То, что изложено выше скучно-конспективно, рассказано в ней подробно, с множеством деталей. Тут и переписка, и взаимные клеветы, и царские указы, и свидетельства «главного историка» Сибири — Г.Ф.Миллера.

Второй раздел не менее интересен. Главный денежный эквивалент Сибири, так привлекавший торговых и государевых людей, — соболиные шкурки, меха. Немаловажно, что ареал соболя почти целиком ограничен территорией России. Именно в места его обитания устремились в первую очередь первопроходцы, и эти территории становились российскими. Только в редких случаях «соболя» нашли эквивалентную замену — моржовые клыки и мех других, менее ценных животных. Забавно, что за пределами Московского царства скоропортящиеся меха вовсе не являлись ликвидным товаром; отношение к ним в России стало более скептическим со времени «царя-технократа» Петра I.

В начале главы «Странники-завоеватели» автор пытается провести что-то вроде социологического анализа. Основное ядро землепроходцев составляли казаки, разноплеменная группировка лиц мужского пола, покинувших свои страны из-за неладов с законом, проживавших на полуничейных территориях, куда не распространялась власть соседних сильных государств. В промежутках между военными действи-

ями (на любой из противоборствующих сторон, лишь бы платили) казаки жили разбоем. Служилое население Сибири складывалось далее из военных, переселявшихся из Европейской России, крестьян, казаков, разноплеменных татар, иностранцев (поляков, литвы, даже немцев). Личная прибыль была главным мотивом первопроходца, равно как и простое человеческое любопытство, и государственная поддержка. А без центрально-русского хлеба и оружия сибирская Россия существовать тогда не могла, зависимость была велика. Поэтому и не отмечены среди сибирской казацкой вольницы случаи самозванства и весьма немногочисленны прямые выступления против государственной власти, хотя примеров всяческих безобразий и распушенности немало, они рассыпаны буквально по всей книге. С другой стороны — несомненно, присутствовало стремление оторваться от начальства и погулять, «пошалить» в свое удовольствие...

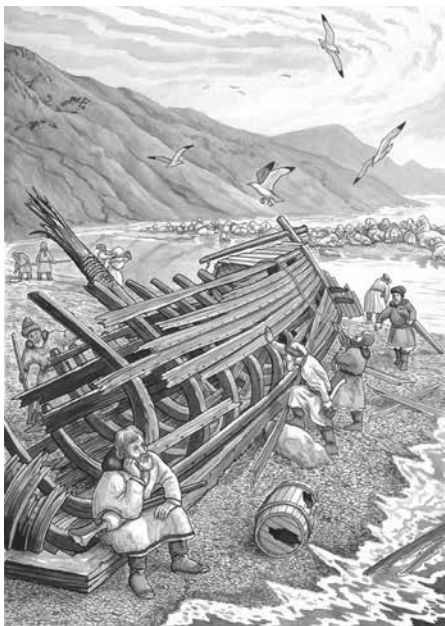
Далее в той же главе следуют краткие биографии первопроходцев — Ермака (Ермолая) Тимофеевича, Ивана Галкина («самый результативный завоеватель»), Петра Бекетова («правильный завоеватель-картограф»), Михайло Стадухина («буян и путешественник»), Семена Дежнёва («работяга, не сдающий своих») и других. Прямо в заглавиях очерков автор дает большинству персонажей яркие эпитеты, процитированные выше. Иные характеристики в тексте и вовсе нелестны: «Ерофей Хабаров, по современным понятиям, был барыгой, который при возможности быстро

оборачивался бандитом». Автор традиционно упоминает о службе Ермака в смоленском войске, воевавшем тогда с польской армией. Хотя уже в работе А.А.Введенского «Дом Строгановых в XVI—XVII веках» (1962) показано, что атаман волжских казаков Ермак Тимофеевич и атаман донских казаков Ермак Тимофеевич (как раз воевавший против поляков) — это две разные персоны. Последние изыскания Ю.В.Чайковского относительно маршрута Дежнёва, похоже, вовсе не проходившего через Берингов пролив, проигнорированы, хотя ситуация автору известна; впрочем, этот эпизод изложен в книге крайне конспективно.

Отдельная, более краткая глава посвящена вождям «другой стороны» — хану Кучуму, Еренаку, «князю» Гантимуру и другим. Достоверные исторические материалы по этим персонам немногочисленны. Тяжелый осадок оставляет чтение главы «Женщины Присоединения»: случаи захвата в рабство женщин и девушек из местного населения были почти нормой в течение всего XVII века. Далекая московская власть боролась с этим, предписывая воеводам следить, чтобы их люди не владели «ясырем» (то есть рабами из инородцев). Крещеных «ясырок» полагалось выдавать замуж, некрещеных — отправлять назад, к родичам.

Судя по выступлениям в соцсетях, автор рецензируемой книги — большой любитель оружия (им даже написана книга «Север и оружие»), поэтому глава «Вооружение и тактика сторон» написана подробно и со вкусом. Разобраны типы луков, ножей, варианты огнестрельного оружия. Обсуждаются

**Крушение у берегов Чукотки.
Семен Дежнёв принимает решение**



Остяцкий богатырь против русской пищали

причины русских побед, и главная из них — большая опытность и смекаливость завоевателей. Отдельные, очень интересные главы посвящены транспорту и снабжению, городам и крепостям...

Но одним из главных врагов русского завоевателя был... другой русский завоеватель, и этому противостояния посвящена подробнейшая глава «Между своими», одна из важнейших в книге. Трудно пересказать множество красочных эпизодов, поэтому я адресую заинтересованного читателя к оригинальному авторскому тексту. Далее следует краткое приложение (Георг Стеллер о безобразном поведении казаков на Камчатке) и небольшой список литературы.

Автор проводит сравнение покорения Сибири с завоеванием Северной Америки. Сопротивление народов Сибири было менее ожесточенным, чем отпор американских индейцев. Первопроходцы Сибири не обогатились в отличие от испанских завоевателей Нового Света. И там, и там покорение новых областей совершали не большие армии, но малые отряды, обычно численностью в несколько десятков солдат, стрельцов или лучников. Интересно, что во многих случаях «торговые, промышленные люди» (добытчики соболя в первую очередь) проникали в новые, неизведанные области на 10—20 лет раньше государевых людей-первопроходцев, однако никаких записей эти первые не вели и ясак (натуральный налог) не собирали; посему письменные свидетельства о ранних путешественниках практически отсутствуют. Возможно, автор ознакомился не со всеми источ-



Дмитрий Павлуцкий в походе на чукчей

никами по этому вопросу. Выдающийся историк С.Ф.Платонов в своей работе «Строгановы, Ермак и Мангазея» (1923) пишет, что название этой территории было дано торговцами задолго до закладки одноименного города (по указу Бориса Годунова) и что торговля с этим регионом шла чуть ли не в течение всего XVI века...

Книга написана хорошим современным языком, с множеством цитат из старинных книг и летописей. Автор отлично знает и чувствует географию и природу гигантского региона. Прекрасные иллюстрации созданы художником Николаем Фоминым специально для этой книги. Жаль, что они опубликованы в книге лишь частично. Я заметил, что почти на каждом рисунке присутствует какой-либо представитель сибирской фауны — то сова-сипуха, то ворон, кабарга, то соболь, то амурский тигр, то злой гнус, то красная рыба, идущая на нерест... Книга снабжена также и несколькими художественно оформленными картами с указанием годов основания русских крепостей-поселений. Количество опечаток умеренно. И конечно, не помешал бы именной указатель.

Издана книга неплохим тиражом в 3100 экземпляров, но отсутствует в магазинах. Купить ее можно только в редакции «Русского охотничьего журнала» (<http://shop.huntandfish.ru/>), где автор работает ныне главным редактором. Другими словами, только очень заинтересованные, упрямые читатели могут раздобыть это издание, которое на самом деле задумано как широкодоступный обзор-справочник.





Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Теодор Грэй
Научные опыты
с Периодической
таблицей
АСТ,
2014



Автор бестселлеров «Элементы» и «Эксперименты» Теодор Грэй вернулся к читателям не с пустыми руками — в его арсенале новые эффективные эксперименты, иллюстрирующие основные научные принципы самыми что ни на есть захватывающими и запоминающимися способами.

Джаред Даймонд
Третий шимпанзе
АСТ,
2013



От обезьяны к человеку - или, наоборот, от человека к обезьяне? Неандертальцы и кроманьонцы — сосуществование или война? Развитие речи — первый шаг к уничтожению себе подобных? «Третий шимпанзе» американского эволюционного биолога, известного популяризатора науки Джареда Даймонда — неожиданный, парадоксальный взгляд на историю наших прапредков

Ричард Докинз
Эгоистичный ген
АСТ, CORPUS, 2013



Мы созданы нашими генами. Мы, животные, существуем, чтобы сохранить их, и служим лишь машинами, обеспечивающими их выживание. Мир эгоистичного гена — это мир жестокой конкуренции, безжалостной эксплуатации и обмана. Однако Докинз лелеет надежду, что вид *Homo sapiens* способен взбунтоваться против намерений эгоистичного гена.



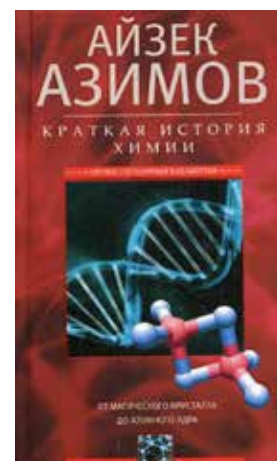
КНИГИ

Сергей Варфоломеев
Жизнь молекул
в экстремальных условиях:
горячий микромир Камчатки
Красанд,
2013



В каких предельных экстремальных условиях возможно существование биомолекул а следовательно, и жизнь? Отвечая на этот вопрос, автор опирается на более чем тридцатилетний опыт экспедиционных работ в областях активной вулканической деятельности, подводит итог своим экспериментальным исследованиям и работам партнеров — специалистов смежных специальностей..

Айзек Азимов
Краткая история химии:
от магического кристалла
до атомного ядра
Центрполиграф,
2014



История возникновения и развития химии рассказана просто и доступно. Знаменитый писатель-фантаст и просветитель приводит много интересных сведений о молекулах и атомах, изомерах и радикалах, об электролизе и катализе, валентности и радиоактивности, периодической системе Менделеева, предлагает популярные объяснения сложных теоретических понятий. Читателей ждет также экскурс в смежные отрасли знаний: физическую химию, химическую термодинамику, биохимию.

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

Маргарины и спреды

История начинается с маргарина. Однажды король, его величество, то есть французский император Наполеон III, захотел дешевого масла. Не себе, нет, нужно было обеспечить солдат и бедноту. Удовлетворил его желание химик Ипполит Меже-Мурье, разработавший в 1860-х годах технологию производства искусственного масла из говяжьего жира и обезжиренного молока. Измельченное сало смешивали с водой и прогревали при 45°C, добавив поташ (карбонат калия) и несколько бараньих или свиных желудков как источник пепсина. После такой обработки жир всплывал, его собирали, очищали и прессовали под давлением около 200 атм. При этом жир расслаивался на жидкую фракцию и стеарин. Стеарин отправляли на свечной завод, а жидкую фракцию остужали и сбивали с молоком и водой. Получался белый плотный продукт, не имеющий вкуса сала, но внешне его напоминающий. Некоторым он казался неаппетитным, но Меже-Мурье решил, что искусственное масло отливает перламутром, и назвал его олеомаргарином («олео» потом улетучилось). Французское слово «маргарин» восходит к греческому *margaron* — «перламутр». Современные производители этот восторг не разделяют и маргарин подкрашивают. Во Франции продукт не имел успеха, и в 1871 году Меже-Мурье продал свое изобретение голландской фирме «Юргенс».

В том же году американец Генри Бредли запатентовал процесс получения маргарина (так стали называть любой заменитель сливочного масла) из животного жира и хлопкового масла. Впоследствии вместо животных жиров он стал использовать более дешевые растительные, которые для увеличения их плотности гидрировали. Растительные жирные кислоты полиненасыщенны, то есть имеют несколько двойных связей. Гидрирование, или гидрогенизация, насыщает двойные связи и увеличивает температуру плавления жирных кислот. Гидрированные жиры мягче сливочного масла, но тверже исходного растительного. Технология Бредли основана на работах американского химика Джеймса Бойса, специалиста по изготовлению мыла и детергентов, который в 1890-х годах гидрировал хлопковое масло, и на открытии французского химика Поля Сабатье (будущего нобелевского лауреата), предложившего в 1897 году способ насыщения двойных связей в присутствии металлического катализатора.

В России маргарин производили по методу Меже-Мурье. Иногда к готовому продукту добавляли растительное масло, оно придавало маргарину более нежную консистенцию, понижало точку плавления и окрашивало его в желтый цвет. В 1909 году в Казани заработала первая в России установка для гидрогенизации жиров, построенная под руководством химика-органика и технолога Сергея Алексеевича Фокина, который сам изучал процессы гидрогенизации растительных масел в присутствии никелевого катализатора. Сейчас для гидрогенизации жиров используют разные металлические катализаторы — мелкодисперсные порошки, увеличивающие поверхность контакта жира с водородом. Когда процесс закончен, масло от катализатора тщательно очищают.

Какой бывает маргарин? С началом эры маргарина появились и недобросовестные производители, норовившие использовать некачественные компоненты, не предусмотренные технологией, отходы маргаринового производства и разные загустители. Сейчас в России действует ГОСТ Р 52178-2003, определяющий маргарин как эмульсионный жировой продукт с массовой долей жира не менее 20%. Основу для производства маргарина составляет саломас — гидрогенизированные растительные масла, перечень которых утвержден ГОСТом. К ним могут добавлять животные жиры, в том числе жиры рыб и морских млекопитающих, молоко или продукты его переработки, но бывает и чисто растительные маргарины. В состав продукта входят соль, сахар, красители (как правило, каротиноиды), эмульгаторы и ароматизаторы. Для производства маргарина используют только рафинированные и дезодорированные масла, поэтому ни рыбой, ни подсолнухами он пахнуть не должен.

Маргарины, в состав которых входит молоко или молочная сыворотка (столовый, сливочный, экстра), содержат 75—80% жира, как в сливочном масле, их можно и на хлеб намазать.

Растительные маргарины называют еще кондитерским жиром. Собственно, основные потребители маргаринов в России — кондитерская и хлебопекарная промышленность, а также производство мороженого.

Маргарины делят на твердый, сохраняющий плотную консистенцию и форму при температуре около 20°C, мягкий (он тает при температуре выше 10°C) и жидкий. Консистенция зависит от содержания насыщенных жирных кислот. Внутри этой классификации есть более подробная: существуют специальные марки маргарина, предназначенные для приготовления слоеного теста, кремов и суфле, для жарки и хле-



бопекарного производства, для использования в домашней кулинарии и в сети общественного питания. **Ужасы гидрогенизации.** В маргарине, который не содержит животных жиров, нет и холестерина, а такие продукты диетологи всегда приветствуют. Однако назвать маргарин полезным никак нельзя, и виной тому гидрогенизация растительных масел. Процесс сопровождается образованием трансненасыщенных жирных кислот, в которых атомы водорода расположены на противоположных сторонах двойной связи $CN=CH$, как концы буквы «S». Дело в том, что при гидрировании каждая двойная связь насыщается двумя атомами водорода: сначала присоединяется один, потом другой. Но при определенных условиях второй атом не присоединяется, а ранее присоединившийся отщепляется, при этом связь остается ненасыщенной, а жирная кислота может перейти в трансформу. В природе большинство ненасыщенных жирных кислот содержат цис-двойные связи, в которых атомы водорода находятся на одной стороне, трансизомеры большая редкость, но в маргарине их концентрация может быть достаточно большой. По наблюдениям медиков, трансненасыщенные жирные кислоты повреждают стенки артерий, вызывают сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, болезнь Альцгеймера и даже депрессию.

Потребитель маргарина может ослабить вредное действие трансненасыщенных кислот, если использует сорта с высоким содержанием молочного жира: чем его больше, тем меньше гидрогенизированных жиров и, следовательно, трансизомеров. Имеет значение и состав растительных масел: пальмовое и кокосовое при гидрогенизации трансизомеров почти не образуют, а в соевом и подсолнечном их содержание достигает 50%. К сожалению, производители не всегда перечисляют на упаковке использованные масла.

Еще один способ — замена гидрирования переэтерификацией. Жиры и масла представляют собой триглицериды — эфиры глицерина и жирных кислот. При переэтерификации смеси разных жиров и масел глицериды случайным образом обмениваются жирными кислотами, из-за чего меняются их свойства. Получается пластичная однородная субстанция, которая практически не содержит изомеров.

И наконец, можно вообще отказаться от маргарина и перейти на спреды.

Мягкое и легкое. Спред (от английского spread — «намазывать») раньше называли мягким или легким маслом. Он действительно мягкий, менее жирный, чем сливочное масло, и легко мажется. Для него тоже есть ГОСТ Р 52100-2003, он определяет спреды как пластичный эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира не менее 39%, изготовленный из молочного жира, сливок и (или) сливочного масла и натуральных и (или) модифицированных растительных масел.

Производители спредов используют в основном переэтерифицированные, а не гидрированные жиры, за счет чего удастся значительно снизить содержание трансизомеров. Согласно ГОСТу, оно не должно превышать 8%. У маргарина таких ограничений нет. Кроме того, маргарин не обязан быть пластичным, а спред не содержит жиры рыб и морских млекопитающих.

Из-за этих различий на упаковке с маргарином нельзя писать «мягкое масло» и «спред», а на упаковках спреда не должно быть слова «масло». Производители, однако, научились обходить этот запрет и называют свой продукт одними прилагательными в среднем роде, например «Мягкое деревенское» или «Кремлевское». Остальное домыслит потребитель, тем более что расхваливать «превосходный сливочный вкус» ГОСТ не запрещает.

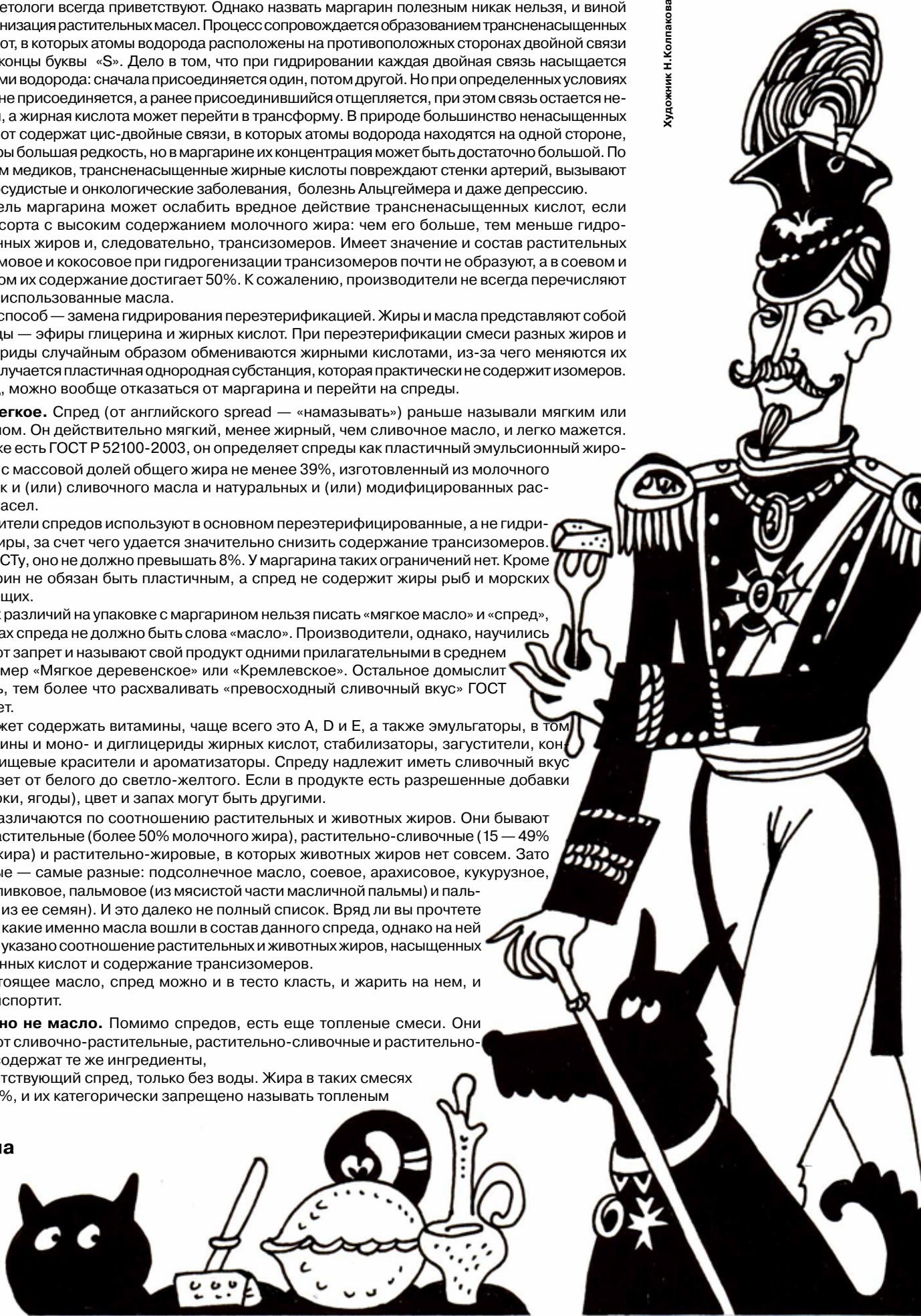
Спред может содержать витамины, чаще всего это А, D и E, а также эмульгаторы, в том числе лецитины и моно- и диглицериды жирных кислот, стабилизаторы, загустители, консерванты, пищевые красители и ароматизаторы. Спреду надлежит иметь сливочный вкус и запах, а цвет от белого до светло-желтого. Если в продукте есть разрешенные добавки (ванилин, соки, ягоды), цвет и запах могут быть другими.

Спреды различаются по соотношению растительных и животных жиров. Они бывают сливочно-растительные (более 50% молочного жира), растительно-сливочные (15 — 49% молочного жира) и растительно-жировые, в которых животных жиров нет совсем. Зато растительные — самые разные: подсолнечное масло, соевое, арахисовое, кукурузное, рапсовое, оливковое, пальмовое (из мясистой части масличной пальмы) и пальмоядровое (из ее семян). И это далеко не полный список. Вряд ли вы прочтете на этикетке, какие именно масла вошли в состав данного спреда, однако на ней непременно указано соотношение растительных и животных жиров, насыщенных и ненасыщенных кислот и содержание трансизомеров.

Как и настоящее масло, спред можно и в тесто класть, и жарить на нем, и кашу он не испортит.

Топленое, но не масло. Помимо спредов, есть еще топленые смеси. Они также бывают сливочно-растительные, растительно-сливочные и растительно-жировые и содержат те же ингредиенты, что и соответствующий спред, только без воды. Жира в таких смесях не менее 99%, и их категорически запрещено называть топленым маслом.

Н. Ручкина



КНТОВРАС



Ничейный Федор

Анатолий
Герасименко



Федор сидит на узкой скамье в решетчатой клетушке. По бокам — приставы. В стороне, за высоким черным столом, с золотой цепью на груди — судья. Жарко, окна раскрыты настежь, но забраны железными прутьями, не выскачишь. Судья читает по бумажке: «Рассмотрев дело Феодора Авдеева сына, уроженца села Малые Торжки, обвиняемого в покраже имущества купца первой гильдии Сикомора Матвея Павлова сына...» Федор обводит зал тоскующим взглядом. Вот присяжный поверенный, сидит, бумажкой обмахивается, скучает. Вот заседатели — кто с соседом шепчется, кто каракули на листочке выводит, кто зеваает, рот ладонью прикрывши. Вот купец Сикомор, которого так неудачно он обворовал, в первом ряду: сам гордый, фрак блестит, губа оттопырена. Судья-то, говорят, Сикоморов кум. Ну, держись, Федор... Он еще успевает заметить Ульяну, заплаканную, в сбившемся платке, — и тут слышит: «...Суд установил!» Федор стискивает колени, вжимает голову в плечи. Судья переводит дух и с новой силой, на весь зал объявляет: «Феодора Авдеева признать в покраже виновным и назначить оному наказание в виде превращения магическим способом в коня сроком на пять лет. Приговор исполнить немедленно!»

Оглушительно, точно по самой макушке, стучит молоток. Приставы хватают Федора, заламывают руки. Ему все еще кажется, что это — шутка, что вот-вот рассмеются все кругом и скажут: ладно, прощаем, иди, да больше не балуй! Но лязгает распахнутая дверь, плечистые санитары заносят в клетушку носилки с ремнями. Приставы валят Федора, он кричит от натуги и месит ногами воздух, санитары набрасывают ремни, и остается лишь извиваться, словно гусенице в коконе. Голову тоже стягивают ремнем, в рот заталкивают кляп. Федор видит потолок, густо беленный, в трещинах. Санитары подхватывают носилки, выносят, как покойника, ногами вперед. Он слышит детский, навзрыд, плач Ульяны, гомон заседателей, но звуки уплывают, уплывает потолок над головой, и Федор оказывается в коридоре.

Несут. Приставы шагают рядом, перекидываются словами, один достает семечки, лузгает, сплевывает в кулак. Носилки поворачиваются, наклоняются: лестница. Вдруг становится нестерпимо светло, краем глаза заметен кафельный блеск. Запах — острый, больничный, страшный. Носилки кладут на стол. «Готово, ваше благородие! Этого — в китовраса!» Сверху наклоняется судебный волшебник. Лицо скрыто врачебной маской, видны лишь блестящие маленькие очки и косматые сивые брови. «Кляп уберите». Изо рта выдергивают затычку. Федор ревет от ужаса, дергается, но ремни держат цепко. «Ну-ка, не вертись, голубчик!» — Волшебник хмурится. Грубо нахлобучивают маску, вонючую, тошную. Перед глазами рябит, накатывает темнота. Федор кашляет, захлебывается, давится криком...

— А ну хватит! Хорош! Хорош базлать-то!
Федор дрогнул всем телом, всхрапнул. Открыл глаза.
Сон. Опять.

— Всех перебудил! — недовольно прогудел Македон. — Чего шум поднял?

Федор встряхнул гривой:

— Приснилось. Как превратили.

Сквозь узкое окно конюшни слепило полуденное солнце. Из-за него все вокруг было желтым: и усыпанный опилками пол, и ясли, и струганая решетка денника. «Днем задремал, — подумал Федор. — Жара проклятая!» Из соседнего, по левый бок, стойла заглядывал выпуклым глазом буланый Македон.

— Эх, паря! — протянул он. — Так оно ж всю жизнь теперь сниться будет. Привыкнуть пора.

— Овес, — послышалось из другого стойла, что было справа. Там стоял пожилой мерин Адмирал. Он всегда произносил только одно это слово, будто и не знал других.

— Вот видал я одного, из ваших, — не обращая на Адмирала внимания, продолжал Македон, — тот семерик отмотал, а все, бывало, снилось превращение-то ему. Ну, ты сенца пожуй — и дальше кемарь...

Но Федор уже не слушал. Он вспомнил. Сегодня последний день! Пять лет он ходил китоврасом, пять лет жевал сено и возил на себе Сикомора. С виду обычный, каурой масти конь, на лбу — пятно. Но как раз сегодня истекает срок заклинания, и к вечеру Федор снова станет человеком. Вольным человеком. Как же он забыл?.. Жара сморила, не иначе.

Хлопнула дверь, вошел, крепко, враскачку ступая, конюх Аввакум. Он тоже был желтым от солнца — а может, так лишь казалось, ведь китоврасы неважно различают цвета. Зато силы им не занимать. Ну на то они кони, хоть и волшебные.

— Выходи, — велел Аввакум, подняв тяжелую щеколду на воротцах денника. — Барин покататься хочет. Напоследок.

— Ишь, нейметса ему! — недовольно проворчал Федор. — Оставил бы в последний-то день...

Аввакум, разумеется, лошадиного ржания не понял, а потому ничего не ответил и стал надевать на Федора уздечку. Закончив, похлопал по крупу и повел на двор. День выдался погожий, яркий, и Федор зафыркал, моргая от солнца. Во дворе уже ожидал Сикомор, ходил, заложив руки за спину. Как обычно, вырядился щеголем, на аглицкий манер: серая крылатая визитка, клетчатые штаны с кожаным задом, сапоги модные, выше колена. На указательном пальце золотом посверкивало кольцо — его купец не снимал никогда. Несмотря на солнце, был он застегнут на все пуговицы, и щеки переваливались через стоячий крахмальным воротник.

Тут же вился у хозяйских ног рыжий, облепленный репьями Полкан, повизгивал, напрашиваясь на ласку. Федор Полкана не любил, пес имел привычку хватать лошадей за бабки, а лягнуть его не представлялось возможным: Полкан, как любой подлец, был верток.

Повернувшись всем телом, Сикомор принялся глядеть, как седлают Федора. Дождался, подошел, поставил ногу в стремя и, выдохнув горлом, поднялся в седло.

Поначалу, сразу после превращения, Федор боялся возить дородного купца: хоть и был конем, по старой памяти мнил себя человеком, только на карачки вставшим. Если пострижешь волосы накоротко, первое время то и дело тянется рука поправить вихор, словно голова помнит, как была лохматой, — так и новоявленный китоврас себя ощущает в старом, людском, теле. Но сила оказалась у Федора и впрямь лошадиная, почти не чувствовал хозяина на спине во время прогулок. Эх, вот бы эта силища осталась, когда придет пора назад в человечка оборачиваться! Да только говорят, что, наоборот, после превращения очнешься слабым, как младенец, и долго еще слаб будешь...

Открыли ворота; Полкан сипло гавкнул, прощаясь. Сикомор тронул Федора пятками, и тот покорно затопал на улицу. Поехали шагом, не торопясь. Вокруг — тихий городишко, невысокие дома с чинными, привядшими от жары палисадниками. Звонарь на далекой колокольне отбивал полдень, акации с шелестом роняли стручки в пыль, стайка воробьев, истошно чирикавая, делила хлебную корку. Тут Федор опять встряхнулся: «Нынче, нынче превращение!» Под шкурой забегали мурашки. Мотнул гривой, проржал коротко. Скорей бы вечер!

Федор от нетерпения стал приплясывать на ходу и украдкой хватать зубами штакетины проплывавших мимо заборов. Сикомор, против обыкновения, его за это не ругал и поводишь не дергал, а только покачивался задумчиво в седле да кряхтел, обдумывая что-то свое. Федор в который раз порадовался, что достался такому спокойному хозяину. Боялся ведь сначала, что определят в страшную угольную шахту, где лошади таскают вагонетки в крошечной темноте. Когда оказался в тюремной конюшне, все бился, ржал, норовил проломить копытами стены и сбежать на волю... А оказалось — Сикомор тогда специально просил судью окитоврасить Федора. Хотел к себе взять. И вышло, если подумать, совсем даже неплохо. Все пять лет жил Федор в конской шкуре получше многих людей. И то сказать: трехразовое питание, теплое стойло. Полный пансион. Но — нынче превращение!

— Бери влево, Федька. К реке.

Вот за что китоврасов ценят — так это за понятливость. И людская речь, и конское ржание им ведомы одинаково, поэтому хозяину китовраса по-хорошему и уздечка-то не нужна. Федор повернул к реке, перешел на рысь. Здесь дышалось легче, речной воздух разогнал кровь, да и Сикомор повеселел, стал напевать что-то под нос, похлопывая Федора по шее в такт. Вскоре они выехали на берег. Приходилось ступать осторожно: галька под копытами, голыши, того и гляди, ногу подвернешь.

— Стой!

Купец, пыхтя, слез с Федора, который тут же почуял в ногах приятную легкость — вроде и не тяжело всадника носить, а без него все же лучше.

— Что ж, вот и расставаться нам сегодня, Федька.

Федор громко фыркнул, волнуясь. «Скорей бы!..»

— Сослужи-ка, брат, службу напоследок, — попросил

Сикомор и отошел, выискивая что-то под ногами. Вернулся, держа пару одинаковых голышей размером со свеклу. Поставил перед копытами Федора — один камень на другой, пирамидкой. Блеснуло золотом на персте кольцо с гравированными буквами. Купец достал из кармана кусок сахара, положил на верхний камень. Отступил на шаг и спросил негромко:

— Выдать Катеньку за Фрола Кузьмича? У него бакалейный магазин, дом трехэтажный. Немолод, правда, батюшка Кузьмич, да зато умен. Выдать, а, Федя?

Федор запрядал ушами. В народе верили, что китоврасы — скотина вещая. Волшебники этой веры не разделяли, да и вообще к народным приметам относились с насмешливым презрением. Известное дело: волшебники, мудрецы, в университетах по книжкам учатся. Но всякий мужик знает, что в новый дом следует первым запускать kota, в лесу кукушка накукует, сколько лет жить осталось, а китоврасы, кони-люди, — судьбу предсказывают. Сикомор же, хоть с виду и старался походить на аглицкого щеголя, внутри оставался простым русским мужиком.

— Выдать Катьку-то за Фрола?

Федор наклонил голову и аккуратно смел плюшевыми губами сахар. Захрупал. Камни остались лежать один на другом. Сикомор крякнул, цыкнул зубом.

— Она как, — протянул он. — Ну, стало быть, выдам... А может, за Петра Варфоломеича? Он ведь земский гласный, в собрании заседает. Изрядный зять будет, хоть и не шибко зажиточный. Да и Катька по нем вздыхает...

Он порылся в кармане, снова положил кусочек сахара на голыши. Федор склонился, вытянув шею, хотел так же, как в первый раз, бережно взять сахар, но промахнулся на вершок, ткнул храпом верхний камень, и тот скатился вниз. Сикомор вздохнул:

— Ну, так тому и быть. За Фрола так за Фрола. Стерпится — слюбится. А теперь вот чего скажи...

Он поднял упавший голыш, утвердил на втором.

— Война с турками будет в том году? Уж больно возможные статьи в «Голосе» печатают.

Снова появился сахар. Федор изловчился как мог, самыми краешками губ втянул сладкий кусочек, но в этот миг на круп ему сел слепень и уязвил жалом. Федор дернулся, махнул хвостом. Слепень изничтожился, но от неловкого конского движения верхний голыш опять упал наземь. Сикомор перевел дух.

— Не будет, значит, — удовлетворенно сказал он. — Вот и славно. Хватит воевать-то, повоевали!.. Еще вопрос имею...

Федор скосил глаз: Сикоморов карман бугрился от сахарных запасов. Купец напоследок решил, видимо, испросить ответов впрок. Китоврасам при гадании всегда предлагались два поставленных один на другой камня. Если конь ронял верхний камень, это считалось за отрицательный ответ, если же оставлял в сохранности — ответ был положительным. Сахар клали как дань вещицу животному, ну и просто для привлечения конского внимания. Никто не знал, почему гадали именно таким способом, но Федор никогда не возражал против дармового сахарку. Да и никто из китоврасов не возражал, ясное дело. Вообще, думал Федор, грызя очередное подношение, вообще, скорей всего, брешут люди про вещей-то китоврасов. Были бы мы вещими — волшебники бы день-деньской гадания устраивали, для министров, для государя. Скажем, захочет государь на турок войной идти, тут же китовраса

ему кличут. Ставят камушки и вопрошают: воевать нам али погодить? Тот камень носом — брык! И не бывать войне... А может, оно так и есть, думал Федор, дотягиваясь до сахара. Может, это только мы не знаем, а на самом деле Русью одни китоврасы правят и государь с министрами — так, для виду. Чтобы турки дурного болтать не начали.

Когда сахар у Сикомора весь вышел, вопросы кончились. Купец, побряхтывая, залез в седло, перекрестился и велел:

— Домой, Федька. Пора.

Такое гадание — как и любое прочее — считалось грехом. Оттого гадал Сикомор нечасто, к вещему коню обращался только с вопросами жизненной важности, а после — долго отмаливал грех в церкви. Бывало, что по результатам предсказания ему не выходило профита, а только убыток. Взять хотя бы казус, когда Федор, обрушив камень, не велел везти голландское кружево поездом. Наняли корабль, повезли товар морем, и все кружево потонуло вместе с кораблем в разыгравшемся шторме. Были и иные происшествия. Сикомор, однако, в таких случаях лишь вздыхал, крестился и твердил: «На то Божья воля! Воздал Господь Матфею-грешнику!» Федору же, как бессловесной скотине, все прощалось. Тем более что кружева-то были застрахованы...

Домой отправились по кружной дороге, небыстрым шагом. Сикомор молчал, раздумывая над полученными ответами, Федора окончательно разморило от душной, звенящей полуденной жары. Он погрузился в тревожную дрему: ни сон, ни явь, а что-то среднее. Умные лошадиные ноги сами несли вперед, в голове же мутилась бессвязная дребедень, из которой порой вырывалось: «Нынче превращение!» Тогда он всхрапывал, просыпаясь, тряс ушами, но духота брала свое, и сонная одурь вновь овладевала им.

За рекой надсадно мычали коровы, где-то в вышине позывали крошечные ласточки. Дорога стелилась под попыта бесконечной песчаной лентой, но вдруг песок сменился травой, и запахло по-особому, знакомо — домом запахло. «В усадьбу воротились», — понял Федор. И точно, перед ним были ворота усадьбы. Почуввав хозяина, залаял приветственно Полкан. Сикомор крикнул людей, подождал, пока откроют, и, въехав на двор, спрыгнул с китовраса наземь.

Подошел Аввакум, принялся расседлывать. Купец, так же, как утром, молча наблюдал за ним, и, когда Федора повели на конюшню, Сикомор не ушел, против обыкновения, переодеться в дом, а последовал за конюхом. Аввакум закрыл денник на засов и, неся под мышкой седло, враскачку вышел вон. Сикомор потянулся над отгородкой, потрепал Федора по гриве, сказал:

— Тебе теперь все дороги будут открыты, брат. С чистого листа жить начинаешь. Гляди, не озоруй!

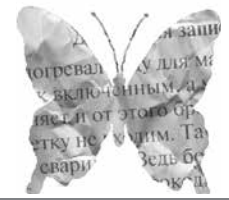
— Еще чего, — ответил Федор, но, как обычно, вместо человеческих слов вышло: иго-го! Сикомор в ответ невесело хмыкнул.

— Ну как я без тебя, а? Хоть нового китовраса заводи, ей-ей!

— Проживешь как-нибудь, — сказал Федор ржанием.

Сикомор покачал головой, вздохнул и вдруг прижался к конской голове лбом.

— Эх, Федька, Федька! — прошептал он. — Привык я к тебе, к дураку... Ну все, бывай, брат. Бывай.



ФАНТАСТИКА

Отстранившись, он быстрым шагом вышел из конюшни. Федор тряхнул гривой и стал щипать из яслей сено. «Скорей бы», — думал он. В ближнем стойле заворочались.

— Ишь, разобрало его! — заметил Македон. Федор не ответил — был занят, жевал.

— Слышь, паря, — снова начал Македон, — а ты чего на воле делать будешь? Опять за лихое дело возьмешься? Я б на твоём месте домишки выставлял. Карманы в одиночку щипать — мазы нет. А вот домишко богатый обработать по-тихому — самое то. Я-то знаю, я видел...

У Македона была непростая судьба: в малолетстве увели конокрады, затем долго ходил под каким-то разбойником, потом разбойника застрелили, а Македона реквизируют в пользу полицейского участка. Таскать бы ему до конца дней повозку с решетками на окнах, но заметил на улице Сикомор крепкого буланого жеребца — и выкупил. Такой уж был Македон из себя видный, да с норовом.

— Не, дядя Македон, — махнул хвостом Федор, — хватит с меня. Завязал.

— Завяза-ал! — глумливо заржал Македон. — Ну, оно, конечно. Ты ж у нас и так не пропадешь. Ремеслам обучен. Как откинешься — пойдешь на завод гроши зарабатывать... Ага?

— Может, и пойду, — мрачно сказал Федор.

— Подымешься, мастером станешь, — издевался Македон, — забуреешь, дом купишь с огородом!.. Лошадь заведешь! Во! А может, и меня у Сикомора перекупишь? Хо-о-о-о!

— Чего зубы скалишь? — всхрапнул Федор. — Отзынь, дядя Македон!

— Овес, — вздохнув, гулко произнес Адмирал в своем деннике.

— Цыц! — велел ему Македон. — Говорить мешаешь... А ты, паря, подумай. Я ж дело советую.

— Ты-то дело знаешь, — огрызнулся Федор. — Тебе сколь годков? Семнадцатый минул? Стало быть, ума палата. Почитай, старик. Скоро на живодерню свезут.

— Да ты че буровишь-то! — возмутился Македон. — Ты на кого, падаль, кашляешь! Да я тебя...

Он принялся с треском лягаться, одновременно силясь просунуть морду сквозь решетку между денниками — хотел укусить Федора.

— Еще тебя переживу, гнида! — визжал он. — Еще на могилку пасть к тебе приду! Китоврас позорный!

— Овес, — слышался невозмутимый голос Адмирала.

— А ну тихо! — Это пришел Аввакум. Шаркая пегими сапогами, двинулся вдоль конюшни. Остановился у денника Македона, не спеша размотал висевший на плече кнут и оглушительно щелкнул. Македон шарахнулся в угол. — От я вам! — безадресно погрозил кнутовищем Аввакум и, харкнув под ноги, удалился. Какое-то время было тихо. Потом Адмирал несмело спросил:

— Овес?..

— Овес, брат, овес, — хмуро ответил Македон. — Нам с тобой один этот овес и жрать до самой смерти. Не то что некоторым.

Все замолчали. В конюшне было жарко, пахло люцерновым сеном, с улицы почирикивали воробьи. Македон с хлопаньем тряс гривой, переживал обиду. «Некрасиво как-то вышло, — подумал Федор. — Последний день видимся, а я нагрубил. Да и он хорош. А, пес с ними со всеми...»

Он снова незаметно впал в сонное оцепенение и увидел себя в прошлом, еще человеком. Вот он идет по ярмарке, ведет под руку Ульяну. Наяву китоврасы различают меньше цветов, чем люди, но сны видят яркие, человеческие. Федору снится: на Ульяне сапожки лаковые, красные, сарафан расшит пурпурными цветами, в косе малиновый бант. Федор шепчет: пойдём, Улья, за шатры целоваться. А потом чего? — спрашивает девчонка весело. А потом видно будет, таинственно отвечает Федор. Ульяна смеется: если что, замуж позовешь? А то как же, скалится Федор, замуж-то я всех девок беру, кого целовал... Ульяна смеется пуще. Да кому ты нужен, Федя, — идти за тебя. На что горазд, кроме разговоров? Ничего же не можешь. Ни кола, ни двора, ни ремесла, из богатства — одни глаза васильковые. А ну! — прикрикивает Федор на глупую девку, разворачивает к себе рывком и, пригнув голову, почти насильно целует. Ульяна все хихикает, губы ее — твердые и шершавые, точно у деревянной куклы. Он тянет руки, хочет взять ее за бока, чтоб убедиться — перед ним не кукла, а живая девушка, но внезапно оказывается, что рук у него нет, а есть передние ноги...

Федор очнулся и обнаружил, что во сне вцепился зубами в решетку яслей. Вот ведь напасть, снова привиделась ярмарка проклятая! Как раз в тот день он и пошел шарить по карманам: хотел покрасоваться перед дурой Ульянкой неожиданными большими деньгами. Гляди, мол, каков я добытчик!.. Покрасовался, чего уж.

— Овес, — пробубнил Адмирал сквозь дрему.

В конюшенное окно лился дневной свет, побледневший, утративший знойную силу. Федор выпустил изо рта обмусоленную решетку, встряхнулся и твердо решил не спать, чтобы не пропустить момент обратного превращения. Он не спал изо всех сил, мерно бил копытом, считал мух под потолком. Глаза слипались, голова кружилась и болела. Все сильнее болела. Федор хотел почесать макушку о стену, но шея почему-то отказалась сгибаться, будто в ней срослись все кости. «Захворал! — с ужасом подумал Федор. — Такой день, и захворал. А ну как помру?»

Заломило ноги, да так, что подкосились. Он упал, сильно ударился грудью о засыпанный сеном пол. Спину пробило судорогой вдоль хребта. Федор скосил глаза и увидел, как укорачиваются ноги, режутся из копыт пальцы, еще по-звериному мохнатые, еще с огромными черными роговыми ногтями, но — пальцы. «Превращаюсь, — сообщил он, — батюшки, худо-то как! Вот отчего тогда волшебник усыплял».

Морду корежило, длинные конские челюсти с хрустом сжимались, плющились, череп трещал, съеживаясь до человеческого размера. Федор не вытерпел, завопил — крик рванулся из человеческого уже горла: «Па-и! Па-и-те!» Никак не вспоминалось забытое слово...

Заржали рядом лошади. Кто-то, шлепая босиком, вбежал в конюшню. Послышались голоса. «Спа-ите!» — провыл Федор.

Все кругом заиграло яркими, забытыми красками, глаза полезли из орбит, съезжая к носу: возвращалось людское зрение. Подбежал телесно-розовый, в синих штанах и алой рубаше, Аввакум. Шатнулся, увидев существо на полу денника, начал креститься, не довел руку, глядя с ужасом. «Спасите!» — сумел наконец выговорить Федор и сомлел.

Очнулся он на закате.

Разлепив веки, со стоном задышал. Приподнял голову, оглядел себя — длинные, худые руки, босые ноги в запекшейся грязи. Потрогал лицо, нащупал нос картошкой, дернул за нечесанные вихры. Пересилив муторное головокружение, сел.

На нем были драные портки с бечевкой вместо пояса и драный же зипун — судя по запаху, тот самый, в котором Аввакум обычно чистил конюшню. Над головой шелестел пальчатыми листьями клен с беленым комлем. Федор узнал этот клен: дерево росло на задах Сикоморовой усадьбы, за забором, где начиналась полоска ничейной земли. Должно быть, его вынесли сюда, бесчувственного, да так и оставили лежать в тенишке. Земля была ничейной, и Федор теперь тоже был ничейным. Возвращаться в усадьбу не стоило, Сикомору он больше был не нужен. В самом деле, ни под седлом ходить, ни на камнях гадать теперь не судьба. Стало быть, надо искать занятие по силам.

«Вот я и снова человек вольный, — подумал он. — Куда ж податься теперь?»

Родители давно уж в могиле, сгорели вместе с домом. После них, правда, остался надел. Да какой надел, одно название: почитай, все прибрал к рукам оборотистый барин, а Федору досталась непаханая делянка у болотца. Без денег, в одиночку ее не поднять. Пять лет назад Федор нанялся бы к кому-нибудь из окрестных помещиков жать хлеб, косить сено или рубить дрова. Он так и жил в ту пору — не думая о том, что станет завтра, стараясь быстрее отделаться от докучливых трудов, спуская каждый вечер все заработанные за день гроши на девок и кабацкие радости.

Но тогда он был крепким, видным парнем, да и одеваться старался не в обноски. В теперешнем виде никакой помещик его и близко не подпустит к хозяйству, а то и собак натравит — в драных портках, грязный да тощий Федор из себя вылитый бродяга, а бродяг господ не жалуют. Можно прибиться к какой-нибудь строительной артели или попытать счастья на вокзале, там всегда нужны люди на разгрузку угля, и берут кого угодно. Но подлое колдовство иссушило мускулы Федора, не оставив им и доли конской выносливости. Сейчас он еле мог встать, опираясь на ствол клена. Что и проделал — кряхтя, с трудом распрямляя затекшую спину, спотыкаясь о собственные ноги. Касаясь дерева, запачкал в известке руку. Хотел обтереть ладонь об Аввакумов зипун, но, утратив опору, едва не упал, проковылял к забору и повис на нем, вцепившись в штакетины.

Нет, уголь ему разгружать не светит. Выходит, остается милостыню просить на церковных ступеньках — рядом с такими же оборванными, калечными нищими. Те примут, они кого хочешь принимают. Небось и прозвище

дадут — «китоврас» или чего похуже... Федор вспомнил Ульяну, как она пришла на суд, как плакала, когда его уносили, бьющегося, на носилках. Нет, не посмотрит на него теперь Ульяна. Гулял с ней тогда лихой да пригожий, а нынче он — хуже загнанной клячи...

Вдали на колокольне часы пробили семь раз. Федор привычно встрепенулся: как раз в эту пору Сикомор любил проехаться в коляске, а то и верхом. Сейчас придет Аввакум, отворит денник, выведет во двор... Но тут Федор опомнился: никто не придет, не будет никакой поездки. Вольная жизнь теперь, так ее и растак!

Из усадьбы послышалось конское ржание: Федор узнал голос Македона. Приникнув лбом к доскам забора, он жалобно заржал под нос — не в ответ, а просто для себя. Забор вкусно пах сырым деревом. Федор изогнул ставшую непривычно короткой шею, оскалился и куснул штакетник. Нахлынуло родное, он что есть мочи сжал зубы, чувствуя на языке кислоту от старой краски. «Ничейный, — думал он, — ненужный». Над ухом зудели комары, но не было хвоста, чтоб их отогнать привычно, а руками — хоть обмашись, всех не разгонишь.

План созрел внезапно. Вспомнилось кольцо Сикомора, заветное, неснимаемое, и днем, и ночью золотым червяком обвивавшее перст хозяина. Федор собрал не Бог весть какие силы и, держась за штакетник, побрел вдоль забора, туда, где, он помнил, была калитка с простой веревочной петлей вместо замка. В сумерках подул ветер, зашелестела кленовая листва, то ли остерегая Федора от будущего поступка, то ли, напротив, одобряя и даже помогая — шуршащий лиственный говор скрадывал шаги.

Федор обогнул курятники, перешагнул низкую загородку бахчи и, давая арбузные плети, пробрался к дровяному сараю. Двор он знал хорошо: уж сколько раз, словно бы невольно отвязавшись, пускался ночью блуждать по огороду и лакомился молодыми огурцами!

Вот с домом обстояло хуже, внутри купеческих хором китовраса делать нечего. Пришлось действовать наугад. В дровянике воняло смолой и пылью, он едва не рассчитался, но, уткнувшись носом в сгиб локтя, подавил чих и стал пробираться меж наваленных поленьев к маленькой дверце в глубине сарая. Выбрался на двор, едва не упал, оступившись. Притаился, выжидая — не залает ли Полкан? Полкан и впрямь тявкнул, но глухо, сквозь сон, и замолк, провалился обратно в дрему. Федор перевел дух. В десятке шагов от него, окруженная кустами жасмина, громоздилась веранда Сикоморова особняка. Федор, пригнувшись, шмыгнул к веранде и залег под оглушительно благоухавшим кустом. До рассвета оставалось совсем немного.

Купец первой гильдии Матвей Палыч Сикомор вставал, по аглицкому обычаю, рано. Выпив кофею с пузатым калачом, он умывался, одевался и ехал в одну из пяти своих лавок, где проводил складскую ревизию, шпынял приказчиков, дотошно проверял гроссбухи, а то и лично вставал за весы, обслуживая покупателей с неизменной сахарной улыбкой, — и так до обеда. Роздых он позволял себе лишь в воскресное утро. Но нынче был аккурат понедельник, а потому Матвей Палыч в шесть пробудился, в полседьмого окончил утреннюю трапезу, к семи завершил туалет, дав лакею Прошке обрызгать себя брокеровским одеколоном «Персидская сирень», и в семь с четвертью вышел на веранду. В конюшне приученный



ФАНТАСТИКА

к распорядку Аввакум уже запрягал Македона. Купцу первой гильдии Матвею Палычу Сикомору оставалось сойти с крыльца и направить стопы в новый, исполненный праведных трудов день.

С крыльца сойти ему не дали.

Из-под жасминовых кустов выросла оборванная вонючая фигура, шатнулась к Сикомору и крепко схватила за руку — верней, за перстень на пальце. В последний раз Матвей Палыч снимал перстень лет десять назад и с тех пор значительно прибавил в весе, так что украшение сидело, как влитое, и никакого грабежа не вышло. Оборванец, невзирая на фиаско, продолжал крепко дергать Сикомора за палец. Купец, вначале отпрянувший назад, оправился от испуга, как следует дал оборванцу в зубы, а потом, пользуясь его замешательством, схватил за шиворот и крепко встряхнул. Тут он разглядел наконец рожу грабителя.

— Ты! — только и вымолвил Сикомор.

— Я! — улыбаясь до ушей, подтвердил Федор.

Купец выпустил ворот его грязнящего зипуна, но Федор, против ожидания, не пустился в бега, а остался на месте.

— Отдавай, батюшка Матвей Палыч, кольцо золотое! — весело завопил он, радуясь, что речь вернулась к нему как раз в нужный момент. — Не то худо сделаю!

Тут Полкан в своей конуре взревел и бешено забился, пытаясь выбраться наружу через узкий лаз. Послышались удивленные возгласы дворовых людей. Сикомор мигом все понял.

— А ну сюда! — перекрикивая Федора, завопил он. — Выручайте, православные! Разбой, грабят! Снова вор окаянный вернулся!

Полкан рвался с цепи, надрывно лаял. Кто-то бежал к ним, громко топоча и отдуваясь, — кажется, Аввакум. В конюшне ржали взбудораженные Македон с Адмиралом. «Овес, — вспомнил Федор. — Скоро уж...» Он снова заулыбался.

— Руку-то пусти, шут гороховый! — негромко сказал Сикомор.

— Не, — покачал головой Федор. — Не поверят же.

— И то верно, — согласился купец. — Держи тогда.

Оглядев Федора с головы до ног, он усмехнулся, проговорив:

— Ишь... Китоврас.

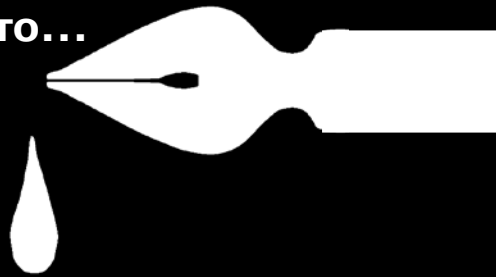
— Ага, — согласился Федор. — Теперь надолго превратят.

Подбежал Аввакум, скрутил Федора, опрокинул мордой в землю и стал вязать руки вожжами. Лаял Полкан, кричали подбежавшие люди, Сикомор громко, по-театральному охал, выставлял напоказ руку с перстнем, а Федор улыбался, сплевывал пыль и думал: «Скорей бы!..»





Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

О старении науки

В базисе общества заложен набор правил, по которым деньги и прочие ценности перераспределяются между согражданами. От этого базиса зависит все то, что есть в надстройке (в частности, там находится и наука). Если правила перераспределения денег неверны, то надстройка станет деформироваться — какие-то ее части слишком вырастут, а какие-то, наоборот, неоправданно деградируют, подвергая опасности всю конструкцию. Так, перекосы в финансировании науки и в эпоху застоя, и в период первичного накопления капитала, когда научный сотрудник получал меньше дворника, вызвали феномен старения научных кадров.

Оказывается, такая деградация надстроечных элементов наблюдается и в других странах. Про старение науки в США рассуждает человек весьма сведущий — Рональд Дэниэлс, президент Университета Джонса Хопкинса («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2015, 112, 2, 313–318; doi:10.1073/pnas.1418761112). Проанализировав статистику, он заметил, что в Соединенных Штатах очень быстро растет возраст ученого, способного получить грант на собственную работу. Сейчас он достиг 46 лет, а в 1980 году, то есть в предыдущем поколении, составлял 36 лет. Доля грантов, выданных ученым моложе 36 лет, в 1983 году была 18%, в 2010-м — всего 3%. Неудивительно, что, не имея возможности реализовать свои идеи, талантливые молодые люди бросают занятия наукой и идут в смежные сферы. Причин такого положения, по мнению Дэниэлса, несколько. Это и слишком долгая подготовка, которую должен получить ученый, чтобы грантовый комитет счел возможным дать ему денег. Это и рост стоимости исследований, увеличивающий риски убытков, — соответственно институты делают ставку на пусть не самые смелые, но надежные идеи зарекомендовавших себя исследователей, не подкрепленные же никаким авторитетом идеи молодых оказываются в стороне. Это и политика грантовых комитетов, которые скорее поощряют специалистов, уже имеющих высокий индекс Хирша. Результат не радует: новые идеи, подобно спирту из кипящего глинтвейна, улетучиваются, не успев превратиться в открытия, новые наставники молодежи не появляются. В общем, по мнению Дэниэлса, и систему выдачи грантов, и систему приема статей в рецензируемые научные журналы надо менять, поощряя смелые идеи молодых, даже если они и вызывают сомнения.

С.Анофелес

...в мире ежегодно производится около 300 миллионов тонн пластика, и примерно треть выбрасывается сразу же после использования («New Scientist», 2015, 3006, 28–32)...

...исследования в течение 14 лет детей из одного и того же детского сада в Иркутске показали, что из-за интенсификации процесса информатизации снижается интеллектуальный потенциал детей, увеличивается скорость, но ухудшается качество обработки информации, растет общий уровень тревожности, агрессивности и проявления немотивированных страхов («Гигиена и санитария», 2014, 6, 23–26)...

...образование — весьма существенный фактор сохранения когнитивных способностей у пациентов с ишемической болезнью сердца («Журнал неврологии и психиатрии», 2014, 114, 89–93)...

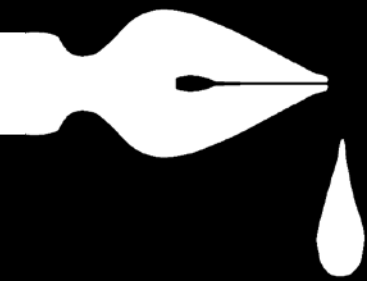
...согласно новой статистической модели, две трети случаев рака у взрослых вызваны «невезением», то есть случайными мутациями, и лишь треть — факторами среды и наследственностью («Science», 2015, 347, 6217, 78–81, doi: 10.1126/science.1260825)...

...оказывается, опухолевые клетки способны поглощать митохондриальную ДНК из здоровых; возможно, синтетическая мтДНК сможет стать основой для новых противоопухолевых препаратов («Cell Metabolism», 2015, 21, 1, 81–94, doi: 10.1016/j.cmet.2014.12.003)...

...недостаточный вес младенца при рождении увеличивает риск развития диабета второго типа, когда он станет взрослым («Diabetologia», 2015; doi: 10.1007/s00125-014-3479-2)...

...у моллюсков-прудовиков *Lymnaea stagnalis* из радиационно неблагоприятного района вблизи Чернобыля обнаружено удвоенное количество ДНК в гемоцитах; скорее всего это свойство наследуется как адаптивная модификация, поскольку такие особи более устойчивы к воздействию стронция («Журнал общей биологии», 2014, 75, 6, 466–477)...

...математическая одаренность у подростков коррелирует с креативностью и лидерством во взрослой жизни; мужчины, участвовавшие в исследовании, в среднем существенно опередили по карьерным показателям своих жен, а женщины почти догнали мужей («Psychological Science», 2014, 25, 2217–2232, doi:10.1177/095679761455137)...



...представление о том, что человек принимает более удачное решение, если делает сложный выбор бессознательно, отвлекаясь на другие задачи, экспериментально не подтверждается («*Judgment and Decision Making*», 2015, 10, 1, 1–17)...

...можно создать неинвазивный тест на болезнь Альцгеймера, выявляющий накопление бета-амилоидов в радужной оболочке глаза («*ACS Chemical Neuroscience*», 2014, doi: 10.1021/cn500242z)...

...почвенные азотфиксирующие бактерии *Azospirillum brasilense* могут восстанавливать золото из золотохлористоводородной кислоты до элементарного состояния и формировать золотые наночастицы («*Микробиология*», 2014, 83, 1, 41–48)...

...созданы анодированные металлические поверхности с нанопорами, на которых бактерии *Escherichia coli* и *Listeria innocua* не удерживаются и не образуют пленки; это можно применить в медицине, производстве пищевых продуктов и очистке воды («*Biofouling: The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*», 2014, 30, 10, 1253–1268, doi:10.1080/08927014.2014.976561)...

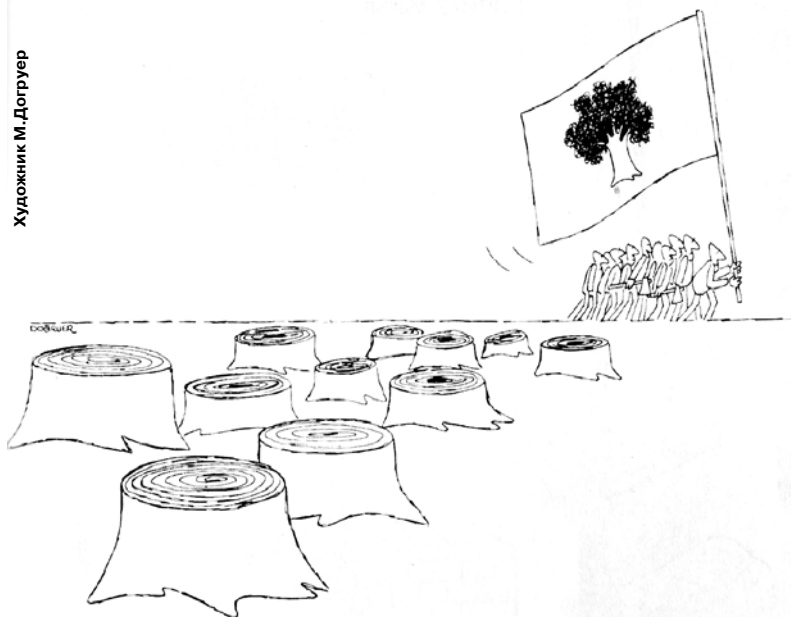
...форму тела рыбы-кузовка *Ostracion cubicus* напрасно использовали в качестве образца при разработке концепт-кара «мерседес-бени»; эта форма не дает предполагаемого улучшения по аэродинамичности и устойчивости («*Interface*», 2015, 12, 104, doi: 10.1098/rsif.2014.1146)...

...созданы ГМ-бактерии, которые нуждаются в аминокислоте, не встречающейся в природе, и, следовательно, не способны жить сколько-нибудь длительное время вне лабораторных условий («*Nature*», 2015, 517, 423, doi:10.1038/517423a; doi: 10.1038/nature14121, doi: 10.1038/nature14095)...

...растительные гемоглобины — леггемоглобины, добавленные в вегетарианские гамбургеры, могут придавать им более «мясной» вкус («*Scientific American*», 2015, 312, 2)...

...создателей фильма «Тор» консультировала программа Национальной академии наук США «The Science & Entertainment Exchange», чтобы магия на экране имела научное обоснование; в частности, обсуждался вопрос о стремительном перемещении Тора из Вальгаллы на Землю и обратно («*Proceedings of the National Academy of Sciences USA*», 2015, 112, 4, 939, doi: 10.1073/pnas.1421546111)...

Художник М. Догруер



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Борьба за энергию

«Когда мы покупаем бензин или газ, чтобы их сжечь, мы отправляем деньги арабам или русским. Если сжигать биотопливо или пользоваться солнцем, получится дороже, но деньги достанутся местным лесоводам, местным переработчикам, а также местным кровельщикам и прочим специалистам. Для общества это было бы выгодно», — так рассуждает профессор Поуль-Альберг Эстергорд из университета Ольборга в Дании (агентство «Alpha Galileo», 27 января 2015 года). Он проанализировал перспективы полного перехода своего города на альтернативную энергию и вот к каким выводам пришел. Главным источником тепла должно стать электричество, за счет которого будут работать тепловые насосы — холодильники наоборот, охлаждающие внешний воздух и нагревающие внутренний. Легковые машины также должны ездить на электричестве. А вот производственные цеха, тяжелые грузовики, самолеты будут использовать энергонасыщенное углеводородное топливо, полученное из растений. Стало быть, нужно развивать солнечную и ветряную энергетику в частных домах, а дровяные печи и пеллетные котлы — запретить: хотя древесина и возобновляемый источник, но площади леса в Дании невелики, поэтому древесину лучше переработать на промышленное топливо. Все дома города и округи нужно связать системами автоматизированного контроля для оптимизации выработки, накопления и потребления энергии. А оптимизировать — с учетом прогноза погоды, чтобы, например, в преддверии ненастья лучше прогреть дом.

В результате Дания существенно упрочит свою независимость от стран-поставщиков энергоносителей. Денег на этом не сэкономит, но, как уже было сказано, развитие округи обеспечено. Короче говоря, все в полном соответствии с циклической экономикой Вальтера Штахеля (см. «Химия и жизнь», 2013, № 12), где упор сделан именно на использование местных энергоресурсов. (Кстати, аналогичная идея лежала и в основе плана ГОЭЛРО.) По расчетам Эстергорда, осуществляются его планы нескоро, лет эдак через двадцать, однако наступление такого нового энергетического мира неизбежно.

А. Мотыляев



А.П.КАПУСТИНУ, Челябинск: Шарик из сока и синтетическую икру делают с помощью процесса сферификации: жидкость смешивают с порошкообразным альгинатом натрия и по каплям выливают в холодный раствор хлорида кальция, при этом альгинат на поверхности капли желируется.

В.М.ПОНОМАРЕВУ, Санкт-Петербург: Купить трилон Б, в том числе отечественный, вполне реально, что касается цен — остаться прежними они, очевидно, не могли.

М.Л.ВИШНЯКОВСКОЙ, Кострома: И препарат тимол для лечения пчел от клеща варроа, и одноименное «человеческое» лекарство (противогельминтное, дезинфицирующее и т. д.) содержат 2-изопропил-5-метилфенол, компонент эфирного масла тимьяна, но это, конечно, не значит, что они взаимозаменяемы.

Р.Б.СЕРЕДЕ, Новосибирск: Дитерпеновый лактон андрографолид в составе горького спрея, отучающего щенят грызть мебель, получают из андрографиса метельчатого, который растет в Индии и Шри-Ланка; в малых дозах он не опасен и даже, по мнению некоторых, обладает целебными свойствами.

Б.Д.ГОЛУБЕВУ, Казань: Ультрамарин означает не «крайне морской», а «привезенный из-за моря»; название связано с тем, что итальянские торговцы привозили этот пигмент в Европу из Афганистана.

Т.Н.АЛЕКСАНДРОВНОЙ, Москва: Махровые полотенца становятся жесткими из-за солей, содержащихся в воде; чтобы они размягчились, их можно постирать в стиральной машине без порошка, добавив мерный стакан уксуса или средства для смягчения воды.

*Вадиму ВЛАСОВУ, электронная почта: По свидетельству самого Питера Джексона, прототипом паучихи Шелоб в фильме по «Властелину колец» послужил новозеландский паук *Porrhothele apterodiana*, однако художники фильма не стремились к портретному сходству.*

Михаилу, электронная почта: Более интенсивное запотевание стекол машины при наличии в салоне выпившего пассажира, скорее всего, связано с расширением сосудов в его организме и повышенным тепловыделением; влияние паров спирта в выдыхаемом воздухе, очевидно, ничтожно.

Более важные вопросы

С небольшим опозданием я должен объясниться, то есть пояснить, почему отказался отвечать на задаваемые мне вопросы относительно автора, который мог бы выиграть в этом году в конкурсе «Nike» (главная ежегодная литературная премия в Польше. — В.Я.). Кроме этого необходимо объяснить для газеты «Rzeczpospolita», почему о текущей и будущей ситуации в нашей стране мне нечего сказать. В тот самый момент, когда меня расспрашивали о том и о сем, я пребывал в нижнем кембрии, то есть примерно 550 миллионов лет назад, углубившись в данные современной палеонтологии, содержащиеся в книгах двух американцев и целой стопке номеров российского ежемесячника «Природа». Все, что я знал когда-то о так называемом кембрийском взрыве, во время которого животные, покинув океаны, впервые в истории Земли вышли на сушу, за последнее время было углублено и уточнено. Хотя жизнь появилась на Земле три миллиарда восемьсот миллионов лет назад, однако в течение почти трех миллиардов лет она существовала и размножалась исключительно в океанах, главным образом потому, что в то время земная атмосфера была бескислородной и тем самым губительной для организмов, метаболизм которых основан на окислении. Необычайно интересны были для меня новые данные, объясняющие, что выходу живых организмов на сушу предшествовало резкое увеличение содержания кислорода во всей атмосфере. Вымирание прорывавших в воде организмов, для которых кислород был смертелен, привело к еще большему насыщению воздуха этим элементом, а это сделало возможным эволюционное возникновение существ, далекими

потомками которых являемся мы сами.

Таким образом, мое равнодушие к текущим вопросам объясняется их ничтожностью, поскольку в перспективе миллионолетья земного существования вопрос о премии «Nike» показался мне столь же мелким, как внутренние раздоры в Евросоюзе перед самым вступлением туда Польши.

Вышеприведенными замечаниями я не изворачиваюсь и не дезертирую с фронта современных событий, но дело обстоит так, что в масштабе геологического времени современность выглядит всего лишь мгновением. Правда, я отдаю себе отчет в том, что моя точка зрения может быть признана чисто индивидуальной или даже путаной, но я говорю о том, что сейчас действительно представляет мои жизненные интересы. Палеонтологические бездны, в которые я углубился, ни в чем не оправдывают предосудительности моих поступков. Однако это было чтение, приносившее известия, воистину способные изумить человека, ибо они разъясняли, почему поиски других технологически развитых цивилизаций могут потерпеть фиаско. Если даже они существуют, непреодолимым является разделяющее нас космическое пространство, измеряемое миллиардами световых лет. К сожалению, уже скоро перестанут приходить ко мне захватывающие новости, наполняющие мой разум, но я не могу резко изменить свою натуру нелюдима, с удовольствием отдающегося погружению в космическую праисторию.

Первоисточник:

Lem S., Rozważania sylwiczne CXXVI. — Odra (Wrocław), 2003, Nr. 11.

Гибель Земли

Уважаемые читатели! Предостерегаю вас: нижеприведенный проект не принадлежит к жанру science fiction, а был представлен английским астрономом Марком Гарликом в июньском номере журнала «Scientific American»!

Наше Солнце, сформировавшись четыре миллиарда шестьсот миллионов лет назад, одновременно дало начало образованию из окружающей его протопланетарной туманности внутренних планет, к которым принадлежат Венера, Земля и Марс, а также наружных, таких гигантов, как Юпитер и Сатурн. Молодое Солнце, войдя на так называемую главную ветвь развития звезд (диаграмма Герцшпрунга–Рессела), медленно разгоралось за счет внутренних ядерных изменений, то есть водородно-гелиевого синтеза, обычно называемого термоядерным синтезом. Сейчас Солнце дает почти на 40% больше энергии, чем в прадавнюю эпоху своего рождения.



СРО

НЕИЗВЕСТНЫЙ ЛЕМ

Мы, люди, как существа, живущие по космическим меркам неслышанно мало, вместе с нашей цивилизацией не замечаем того, что Солнце разгорается и — в соответствии с космическими закономерностями эволюции звезд — будет становиться все более горячим, то есть обжигающим. Разумеется, приложить к Солнцу градусник невозможно, но астрофизикам уже известно, что приблизительно через миллиард лет Солнце будет на 10% сильнее нагревать околосолнечное пространство, а следовательно, и Землю. Океаны испарятся, и все, что живет на материках, погибнет. Под руководством Дональда Корисански из Калифорнийского университета был создан необычайно амбициозный, но в принципе возможный для реализации проект, который мог бы спасти Землю от неизбежной гибели жизни. Когда космическое тело приближается к планете, благодаря ее гравитации оно получает ускорение и отдаляется, получив дополнительную, как бы позаимствованную порцию энергии. В результате этого планета столько же теряет на энергии движения и немного отдаляется от Солнца, то есть начинает огибать его по несколько большей, чем раньше, орбите.

Группа Корисански опубликовала в журнале «Astrophysics and Space Science» расчеты, показывающие, каким образом мог бы быть увеличен диаметр околосолнечной орбиты Земли: благодаря притягиванию из кружащего между Землей и Марсом пояса астероидов (видимо, оговорка Лема или ошибка редактуры: в научной статье говорилось о главном поясе астероидов и поясе Койпера. — *Примеч. ред.*) тела диаметром около ста километров и весящего приблизительно десять триллионов (10^{16}) тонн. Когда такой объект пролетит вблизи нашей планеты, отлетая, он отнимет у Земли немного энергии орбитального движения, в результате чего мы немного отдалимся от Солнца. Орбитальная траектория этого тела (берущего энергию движения у Земли) должна быть ориентирована так, чтобы после облета Земли оно помчалось в сторону Юпитера или Сатурна, где возникнет обратный процесс. Значит, когда это тело окажется уже достаточно далеко от Солнца, будет произведена, благодаря работе помещенных на нем двигателей соответствующей мощности,

корректировка его движения, в результате чего названный астероид со временем вернется к Земле.

Группа Корисански рассчитала, что для того, чтобы Земля получала ту же самую интенсивность солнечного излучения, что и сейчас, описанный космический маневр должен повторяться каждые шесть тысяч лет в течение всего оставшегося периода увеличивающегося излучения Солнца. В результате этого за шесть миллиардов лет Земля окажется в районе сегодняшней орбиты Марса.

Этот сценарий звучит как science fiction, но расчеты достоверны, а технология, на которую он опирается, может быть достигнута уже через несколько десятков лет. Но в связи с этим появляются четыре дополнительные проблемы.

Во-первых, астероид, используемый для так называемого эффекта рогатки, может, вместо того чтобы миновать Землю, удариться в нее, и такое столкновение было бы при закладываемой массе «снаряда» для нас не особенно полезно. Во-вторых, изменение орбиты Земли может нарушить движение других планет нашей системы трудно рассчитываемым образом, поскольку это так называемая проблема взаимодействия многих тел. В-третьих, вероятнее всего, Земля потеряла бы после проделанной операции свой спутник, что было бы для нас очень вредно, поскольку кружащая вокруг нашей планеты Луна стабилизирует и защищает Землю, играя роль космического гироскопа. Спасти спутник можно, но это потребовало бы использования дополнительного количества энергии. И наконец, после все более мощного разгорания Солнце сначала разбухнет, превращаясь в так называемого красного гиганта, а затем подвергнется коллапсу и станет холодным, бледным звездным карликом. Раз уж такой фатальный исход, как конец нашей системы, неизбежен, то нам ничего не останется, как только искать себе среди бесчисленного множества звезд другое, более молодое Солнце.

Первоисточник:

*Lem S., Ziemia na Marsa [Zagłada Ziemi].
— Przekrój (Warszawa), 2001, Nr. 30.*

Перевел с польского Виктор Язневич



АНАЛИТИКА ЭКСПО

13-я Международная выставка
лабораторного оборудования и химических реактивов

14 – 17 апреля 2015 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

Более 6000 посетителей

Свыше 250 участников



Забронируйте стенд на сайте

www.analitikaexpo.com

КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

Организатор:



Тел: +7 495 935 81 00
E-mail: analitikaexpo@ite-expo.ru

Соорганизаторы:

