



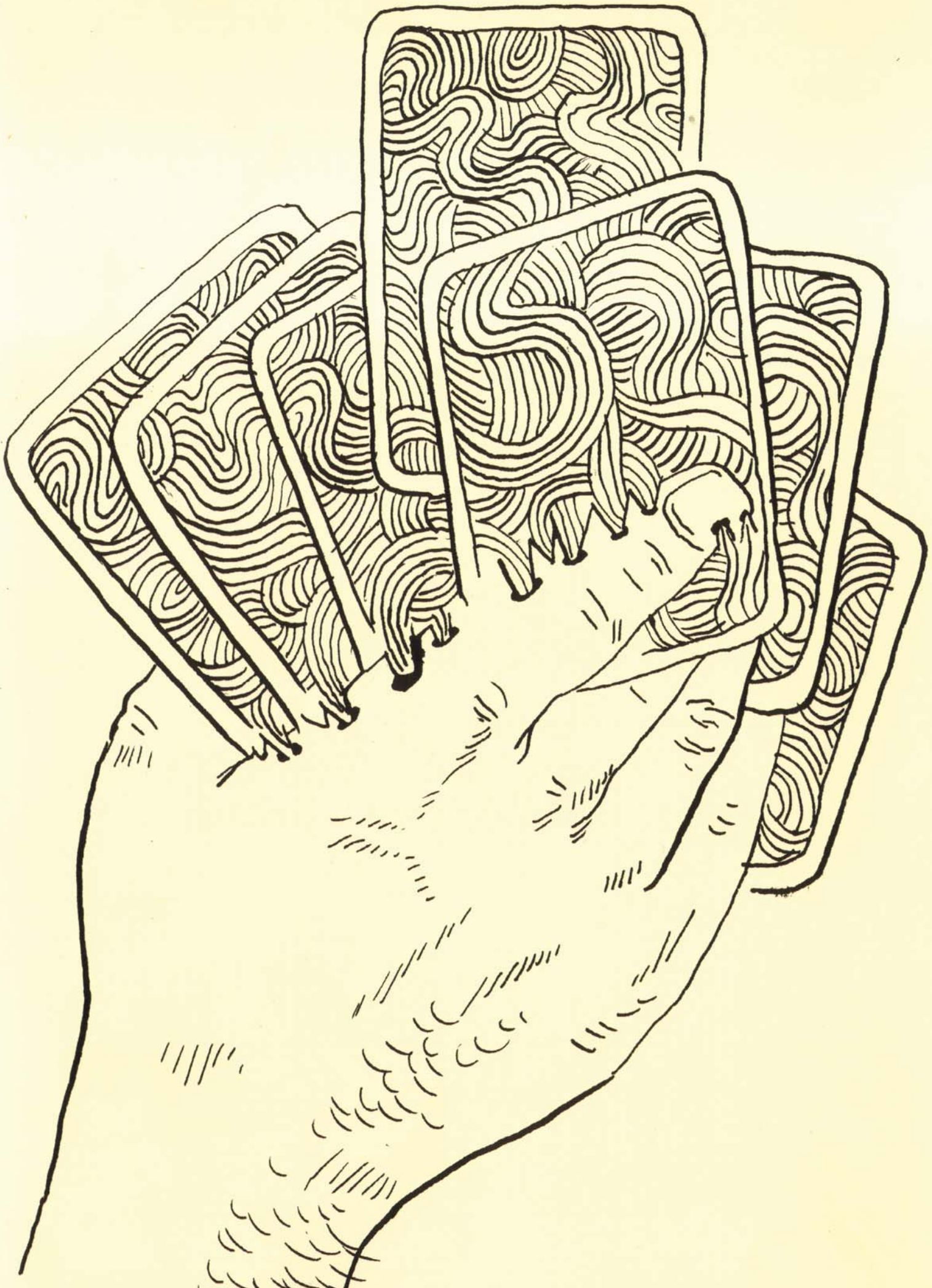
₹

10

2012

ЖИЗНИ И ВШИХ









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

**Технические рисунки**

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 3.10.2012

**Адрес редакции**

105005 Москва, Лефортовский пер. 8

**Телефон для справок:**

8 (499) 267-54-18

**e-mail:** redaktor@hij.ru

<http://www.hij.ru>

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

© АХО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
работа Кристофа Нимана. «Причудливо  
тасуемая колода карт» нашего генома...  
Важны не только комбинации, которые  
нам выпадают, но и правила игры. Чи-  
тайте об этом в статье «"Энциклопе-  
дия элементов ДНК": доступ открыт».

*Каждый волен верить, во что он хочет.  
Я только против того, чтобы заставляя всех  
верить во что-то одно.*

Айзек Азимов

# Содержание

<b>Интервью</b> ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ВИДЕОТАБЛИЦА И ЗЕЛЕНый ПОЛИЭТИЛЕН. Мартин Поляков ... 2
<b>Технологии</b> ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ 20 ЛЕТ СПУСТЯ. Мартин Поляков, Ричард Бурн ..... 4
<b>Научный комментатор</b> «ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДНК»: ДОСТУП ОТКРЫТ. Е.Клещенко..... 8
<b>Интервью</b> «ВСЕ ЭТО КРАЙНЕ УВЛЕКАТЕЛЬНО...» С.А.Боринская ..... 8
<b>Проблемы и методы науки</b> ЦИВИЛИЗАЦИИ XXI ВЕКА: КОНФЛИКТЫ И КОНТАКТЫ. А.В.Акимов ..... 12
<b>Нанофантастика</b> ОШИБКА НА ОШИБКЕ. Алексей Дуров..... 17
<b>Проблемы и методы науки</b> ДРУГИЕ. В.Благутина ..... 20
<b>Радости жизни</b> ДРЕВНИЕ ЧИСЛА. Вадим Мисюк ..... 25
<b>Книги</b> ЭВОЛЮЦИЯ: НОВОЕ О СЛУЧАЙНОСТИ И НЕОБХОДИМОСТИ. В.И.Глазко..... 28
<b>Проблемы и методы науки</b> БЕЛКИ — ПРИЧИНА СТАРЕНИЯ МОЗГА. А.Лешина ..... 34
<b>Тематический поиск</b> НАШИ ЯДОВИТЫЕ СОБРАТЬЯ. Е.Сутоцкая ..... 36
<b>Мифы нашего времени</b> НАНОСЕРЕБРО И МИКРООРГАНИЗМЫ. Д.А.Рогаткин, О.Д.Смирнова..... 38
<b>Вещи и вещества</b> СВОБОДНЫЙ ФТОР В ПРИРОДЕ? М.Ю.Корнилов..... 42
<b>Расследование</b> НЕИЗВЕСТНЫЙ ЖЕРТВОВАТЕЛЬ НА РОССИЙСКУЮ НАУКУ. А.С.Садовский ..... 43
<b>Земля и ее обитатели</b> ПСЫ ВОЙНЫ. Григорий Панченко ..... 48
<b>Что мы едим</b> КАШТАН. Н.Ручкина..... 54
<b>Фантастика</b> ДРОВА-233. Константин Пимешков ..... 56
<b>Имена минералов</b> И ПО ФАМИЛИЯМ, И ПО ИМЕНАМ. И.А.Леенсон ..... 64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	18	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	33, 47	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	53	ПЕРЕПИСКА	64

# Периодическая видеотаблица и зеленый полиэтилен

В сентябре в Москву приезжал **Мартин Поляков** — вице-президент и иностранный секретарь Королевского общества Лондона, профессор Ноттингемского университета, а также крупнейший специалист в области зеленой химии и страстный пропагандист ее идей (его статью о новых зеленых принципах химического производства «Химия и жизнь» публиковала в № 5 за 2004 год). Нам было интересно узнать, что, с его точки зрения, произошло в мире за восемь лет в этой области, но это оказалось только частью занимательной беседы.

Мартин Поляков — настоящий энтузиаст популяризации химии, говорит увлеченно и весело. Он — не из тех, кто боится начинать новое из опасения, что ничего не получится. Когда мы встретились, на нем был галстук с ячейками Периодической таблицы.

## Господин Поляков, выбор галстука не случаен?

Конечно. Я хочу рассказать об очень интересном интернет-проекте, который неожиданно для нас зажил своей жизнью. В 2008 году ко мне пришел видеожурналист Биби-си Бреди Херан, до этого год снимавший фильм об исследованиях в Ноттингемском университете, сказал, что он совершенно покорен исследованиями по химии, и предложил снять видеоролики об элементах Периодической таблицы Менделеева. Сделать таблицу элементов в видеоформате. Мы сделали ее в фантастически короткий срок — за пять недель, отсняли 118 роликов, и появился сайт The Periodic Table of Videos ([www.periodicvideos.com](http://www.periodicvideos.com)).

Первая страница сайта выглядит как обычная таблица Менделеева, но, если кликнуть на любой элемент, вы увидите забавный видеоролик о нем — без всякого официоза и занудства, с опытами и комментариями. Например, в ролике про менделевий, полученный в 1955 году группой американских ученых, я немного рассказываю, что это за элемент, а потом показываю бутылку русской водки «Менделеев» и рассказываю, как русский ученый связан с традиционным напитком.

К тому времени, как мы выложили все 118 роликов, у сайта собралась солидная зрительская аудитория, а ролики пошли гулять по блогам в Интернете. Аудитория самая широкая — от нобелевского лауреата до шестилетнего мальчика. По отзывам мы поняли, что зрители ждут продолжения, поэтому начали придумывать другие ролики по химии. Мы сняли серию о разных молекулах, к Олимпиаде-2008 — видео о золоте, серебре и бронзе, о химических нобелевских премиях, о химии традиционной тыквы на Хеллоуин и даже новостные видео. Так, когда случилась трагедия в Японии, я все время объяснял, что там происходит. Сейчас наша команда состоит из десяти человек, а на сайте уже 444 видеофильма, и все время появляются новые. У сайта есть «зеркало» на



Видеожурналист Бреди Херан снимает профессора Полякова

YouTube ([www.youtube.com/periodicvideos](http://www.youtube.com/periodicvideos)) — фактически это новостной канал по химии, который по популярности обошел такие же каналы на YouTube о королевской семье и футбольном клубе «Челси».

На сайте [www.periodicvideos.com](http://www.periodicvideos.com) можно увидеть эксперимент с объяснениями, почему чай светлеет от лимона, что будет с чизбургером, если положить его в соляную кислоту (она присутствует и у нас в желудке), узнать, из чего состоят спиртные напитки, которые мы пьем, с наглядной перегонкой пива и вина. Видео с чизбургером в соляной кислоте — один из лидеров, его уже год назад посмотрели полмиллиона человек. Сейчас у сайта больше 108 000 подписчиков, в том числе из России, а сам сайт получил множество наград, например от журнала «Science». Совершенно неожиданно наш проект стал популярным пособием на каждый день для школьных учителей и учеников по всему миру.

Мне кажется, секрет популярности этих химических зарисовок в том, что они живые, а не постановочно-академические. Иногда опыт выходит не сразу, или видеожурналист может задать неожиданный вопрос — и зритель видит непосредственную реакцию химика. Химия получается человеческой, а из комментариев к роликам ясно, насколько это важно зрителям, как им это нравится. Многие школьники написали нам, что благодаря этим видео они хотят более углубленно изучать химию.

## Вы стали иностранным членом Российской академии наук?

Да, 11 сентября на торжественном заседании Президиума мне присвоили звание иностранного члена РАН. Но я тоже приехал с подарком, притом очень весомым во всех смыслах. Королевское общество, британский аналог вашей Академии наук, — самая старая действующая академия наук в мире, она работает с 1660 года. От начала существования Королевского общества каждый его член должен был расписаться





# Зеленая химия 20 лет спустя

**Мартин Поляков,  
Ричард Бурн**  
Ноттингемский университет



*На торжественном заседании Президиума профессору Мартину Полякову вручают звание иностранного члена РАН*

## **Какое направление зеленой химии, с вашей точки зрения, самое перспективное?**

Думаю, что это производство химических веществ не из нефти, а из возобновляемого сырья. И в этом процессе огромную роль играют большие компании: «Кока-кола», «Хайнц» и другие, которые начинают производить бутылки из биопластиков. Если такой гигант, как «Кока-кола», захочет биобутылки, то химическая промышленность, без всякого сомнения, будет их производить, и это может изменить весь рынок.

Еще я считаю, что зеленая химия очень интересна для Африки. Там мало химической промышленности, нет нефти и непонятно что с газом. Если создавать химическую промышленность с нуля при таких климатических условиях, то, конечно, надо будет использовать растительное сырье и солнечную энергию. В 2003 году я читал лекцию в Эфиопии о зеленой химии. Могу сказать, что теперь она там очень популярна, Королевское общество даже провело в 2010 году в Аддис-Абебе первый Африканский конгресс по зеленой химии, на который приехало 300 участников из Африки и из Европы. Они очень заинтересованы именно в зеленом производстве.

## **Вы думаете, что мир уже повернулся в сторону технологий, безопасных для окружающей среды?**

Знаете, проблема продвижения не так проста, как кажется, поскольку тут есть психологический аспект. Зеленая химия немного напоминает проблему с сигаретами. В Америке нельзя продать «безопасные» сигареты, поскольку это означает, что раньше сигареты были опасными. Можно сказать, что новое химическое производство более эффективно, но нельзя сказать, что оно экологически чистое, поскольку это означает, что предыдущее было грязное.

На самом деле большинство людей не знает, что они употребляют химические продукты, и им все равно, пока им не расскажут об этом и кто-нибудь их не напугает. Поэтому единственный стимул для промышленности производить «зеленые продукты» — выгода, для публики пока они сами по себе не имеют большого значения.

Мне кажется, процесс продвижения таких технологий все же идет, хотя и не очень быстро.

Беседовала  
**В.Благутина**

Большинство специалистов согласно с тем, что зеленая химия родилась примерно 20 лет назад. Когда-то она сделала революционный шаг: в уравнении «Риск = Опасность × Экспозиция» зеленая химия предложила сократить риск, убрав опасность, а не время ее воздействия, — другими словами, сделать более безопасными реактивы и процессы. Отсюда родилось и формальное определение зеленой химии: «Способ получения химических веществ, который уменьшает или исключает использование и производство опасных соединений». Эта идея действительно была хороша в начале 1990-х годов, но теперь, через 20 лет, надо задать вопрос: действительно ли этот постулат изменил ситуацию в крупнотоннажной химии и как эта область будет развиваться дальше?

Каковы достижения зеленой химии? Возможно, самая крупная инновация — это E-фактор, введенный Р.Шелдоном (соотношение «побочные продукты/нужный продукт»). «Зеленые» свойства процесса нередко также выражают через понятие атомной эффективности (отношение молярной массы целевого продукта к сумме молярных масс всех остальных продуктов в стехиометрическом уравнении). Но разница между этими показателями большая, поскольку E-фактор показывает количество потерь на килограмм продукта (включая растворители, использованные катализаторы, нежелательные побочные продукты), которые не включены в стехиометрическое уравнение, используемое для определения атомной эффективности. Это важно, поскольку дополнительные отходы часто бывают больше, чем общие, образующиеся в промышленном процессе.

Еще один революционный момент — П.Анастас и Дж.Уорнер сформулировали 12 принципов зеленой химии, довольно простой список, с помощью которого можно оценить, насколько «зелен» тот или иной процесс. Существует много версий этого списка, однако нам больше всего нравится версия «PRODUCTIVELY» (см. подверстку). Эти 12 принципов безусловно взяла на вооружение промышленность. Например, фирма «Pfizer» разработала технологию производства силденафилцитрата (виагры), при которой для производства продукта требуется не 1300 литров хлорсодержащего растворителя, а всего 6,5 литра безопасного растворителя. В результате E-фактор этого производства сократился со 105 до 6, а сам фармакологический гигант получил премию по зеленой химии правительства Великобритании. Французская косметическая фирма «L'Oréal» производит из древесины бука про-ксилан (вещество, способствующее восстановлению кожи) по технологии, имеющей E-фактор 13. Это также отвечает принципам зеленой химии, о чем фирма написала в своем отчете в 2007 году.





В Эфиопии мед продают в полиэтиленовых пакетах

В мире присуждаются и другие премии по зеленой химии, что, несомненно, свидетельствует о внимании к этой проблеме. В частности, премию президента США присуждают шестнадцатый год подряд за инновационные решения, учитывающие интересы окружающей среды, причем независимо от того, президент какой партии находится у власти. Появились также новые журналы с солидным импакт-фактором («Green Chemistry», «ChemSusChem», «Green Chemistry Letters&Reviews»), регулярно проводятся конференции.

Несмотря на очевидные успехи, нам кажется, что взгляд на зеленую химию должен измениться, поскольку мир тоже изменился за 20 лет. В нем почти не осталось коммунистических режимов, Европейский союз разросся до огромных размеров, а производства из Европы и США переместились в Китай и страны Азии. В то же время теперь люди по всему миру в любой момент связываются друг с другом с помощью электронных средств связи — 20 лет назад такое было практически невозможно представить.

С другой стороны, все меньше остается полезных ископаемых, нефти, металлов. Теперь мы живем в мире, где больше мобильных телефонов, чем зубных щеток, и каждый из них содержит более 40 химических элементов. Поэтому металлы тоже стали стратегическим запасом. Все это происходит на фоне роста населения планеты. Итак, потребности растут, палитра доступных ископаемых и элементов сокращается. А химики должны обеспечить мир привычными продуктами. При этом зеленая химия обязана это сделать, исключив опас-

#### PRODUCTIVELY

- P** – prevent wastes (предупредить потери)
- R** – renewable materials (возобновляемые материалы и сырье)
- O** – omit derivatization steps (исключить побочные реакции)
- D** – degradable chemical products (разлагающиеся химические продукты)
- U** – use safe synthetic methods (использовать безопасные синтетические методы)
- C** – catalytic reagents (использование катализаторов)
- T** – temperature, pressure ambient (использование нормальных температуры и давлений)
- I** – in process monitoring (мониторинг процесса)
- V** – very few auxiliary substances (как можно меньше вспомогательных веществ и растворителей)
- E** – E-factor, maximize feed in product (максимальный выход продукта)
- L** – low toxicity of chemical products (низкая токсичность химических продуктов)
- Y** – yes, it is safe (да, процесс безопасен)



#### ТЕХНОЛОГИИ

ные компоненты, не производя опасные отходы и не нанося вред окружающей среде.

Никто еще не знает, как решить эту сверхзадачу, но ее решать придется, чтобы привычное нам общество продолжало существовать. Для одних решений можно будет использовать или адаптировать существующие технологии, а также находящиеся в стадии разработки. Для других потребуются открытия или совершенно новые технологии.

Люди, живущие в разных странах, имеют разные потребности и ожидания. Поэтому и 12 принципов, отражающие ситуацию в Северной Америке и Европе, не обязательно будут такими же в Африке. В 2010 году в Аддис-Абебе прошел первый Африканский конгресс по зеленой химии. На нем мы с эфиопскими коллегами предложили 13 принципов по «озеленению Африки», которые частично пересекаются с двенадцатью, предложенными ранее (см. подверстку). Возможно, один из важнейших — это «новые идеи и другое мышление». В нем подчеркивается, что решения, которые работают в развитом мире, не всегда подходят для Африки.

Например, упаковка меда. В Великобритании мед продают в стеклянных банках с металлической завинчивающейся крышкой. Для производства банок нужны человеческие и энергетические ресурсы, кроме того, банки тяжело транспортировать. В Эфиопии мед продают в полиэтиленовых пакетах, которые проще производить и которые почти ничего не весят. Полиэтилен менее прочный, чем стекло, но, поскольку про-

#### PRINCIPLES FOR GREENER AFRICA

- G** – generate wealth not waste (производить богатство, а не отходы)
- R** – regard for all life & human health (уважение к любой жизни и здоровью)
- E** – energy from sun (энергия от солнца)
- E** – ensure degradability & no hazards (обеспечить деградируемость и никакой опасности)
- N** – new ideas & different thinking (новые идеи и другое мышление)
- E** – engineer for simplicity & practicality (простые и практичные инженерные решения)
- R** – recycle whenever possible (повторное использование, где только возможно)
- A** – appropriate materials for function (материалы должны соответствовать функциям)
- F** – fewer auxiliary substances & solvents (как можно меньше вспомогательных веществ и растворителей)
- R** – reactions using catalysts (использовать катализаторы)
- I** – indigenous renewable feedstocks (местное возобновляемое сырье)
- C** – cleaner air & water (более чистые воздух и вода)
- A** – avoid the mistakes of others (избегать чужих ошибок)

даже в Африке более локализована, он вполне справляется со своей задачей. После того как эта статья была послана в редакцию, мы заметили, что некоторые сорта меда в местных супермаркетах в Ноттингеме тоже продаются в пластиковых упаковках. Может быть, мы уже перенимаем опыт Африки?

Конечно, полиэтилен делают из нефти, и это нельзя назвать примером устойчивого развития. Бразильская компания «Braskem» продемонстрировала, что полиэтилен можно производить из сахарного тростника, причем технология вполне конкурентоспособна. Сахарный тростник ферментируют до этанола, который потом превращают в этилен. Этот процесс показывает, что в условиях повышения цен на нефть и сокращения ее запасов из биомассы можно получать продукты массового химического производства, а не только дорогостоящие реактивы для фармакологии. Именно на массовых химических продуктах должна сосредоточиться зеленая химия.

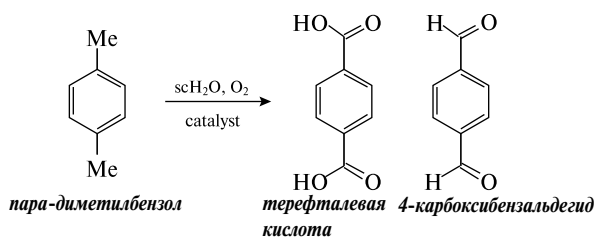
Известно, что только около 5% сырой нефти идет на производство химических продуктов, а остальное — на топливо. Надо переключить нефтяное сырье с топлива на химические продукты. То же самое справедливо и для биотоплива, и химических продуктов из биомассы.

Сейчас все больше публикаций, которые описывают новые зеленые процессы или реакции, но немногие авторы понимают, какой фактор делает новый процесс действительно выгодным. Такие факторы называют «ценностными предложениями» (value proposition), но они не всегда очевидны. Вот несколько примеров.

Кингман и его коллеги (C. Dodds, G. Dimitrakis, S. Kingman, заявка на патент WIPO WO/2010/070357) предложили использовать микроволновый нагрев для проточного «вспучивания» вермикулита. Этот минерал со слоистой структурой при нагревании вспучивается в направлении, перпендикулярном слоям, после чего получается широко используемый изоляционный материал. Обычно всю партию нагревают в специальном духовом шкафу при температуре 800°C. Микроволновое оборудование — а с его помощью вермикулит можно нагреть в проточном режиме в то время, как он ползет по конвейеру, — имеет существенно меньший объем, оно менее шумное и, кроме того, позволяет за счет обслуживания сэкономить до 95% энергии по сравнению с существующей технологией. Но «ценностное предложение» процесса в том, что гранулы вермикулита можно расфасовывать прямо с конвейера в бумажные мешки, тогда как при обычной технологии его перед расфасовкой приходится еще две недели остужать.

В нашей лаборатории использования сверхкритической воды для окисления пара-диметилбензола до терефталевой кислоты (рис. 1). Сегодня широко используют окисление в уксусной кислоте, но в новом процессе не требуется никаких органических растворителей и экономится много энергии. Тем не менее истинное преимущество новой технологии в том, что

1  
Окисление пара-диметилбензола в терефталевую кислоту в сверхкритической воде

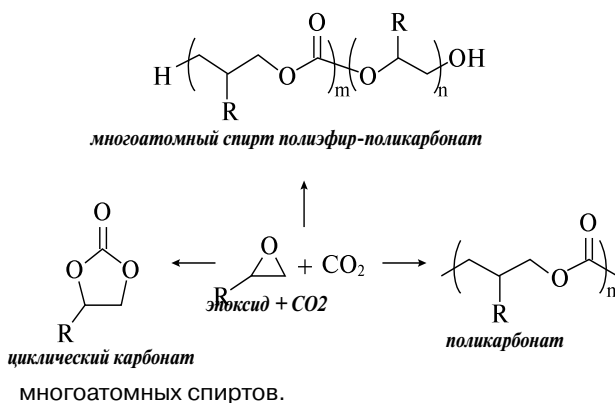


Микроволновое нагревание вермикулита в проточном режиме и расфасовка его в мешки

при окислении в сверхкритической воде одновременно с терефталевой кислотой не выпадает 4-карбоксибензальдегид, который мешает процессу.

В Германии, в Центре катализа, прорабатывают технологию применения CO<sub>2</sub>, извлеченного из углеродных ловушек электростанций. Его можно использовать в качестве исходного химического сырья и, преодолев его химическую инертность, например с помощью органических эпоксидов, в зависимости от катализатора получить те или иные циклические карбонаты, поликарбонаты или многоатомные спирты. Причем спирты — излюбленные продукты многих исследователей, поскольку из них можно получить полиуретаны (рис. 2). Можно было бы предположить, что улавливание и использование CO<sub>2</sub> смягчат климатические изменения, но даже по самым оптимистичным подсчетам таким образом удастся убрать меньше 1% от ежегодных антропогенных выбросов. Ценность этой технологии в том, что, используя углекислый газ в качестве реагента, можно на 15% уменьшить потребность в органическом сырье, которое необходимо для производства

2  
Использование CO<sub>2</sub> как сырья для производства различных соединений



многоатомных спиртов.

В последние десять лет мы в Ноттингемском университете довольно много занимались применением сверхкритического CO<sub>2</sub>. Ведь его можно использовать во многих крупнотоннажных процессах вместо органических растворителей, полученных из нефти: при гидрировании, окислении, этерификации и в других каталитических реакциях. В частности, мы разработали прекрасную реакцию гидрирования изофорона, но общемировое повышение цен на электроэнергию (а для получения сверхкритического углекислого газа нужно давление) сделало новый процесс неконкурентоспособным. Правда, теперь ситуация может измениться, поскольку в Европе не только делают ловушки для CO<sub>2</sub>, но и предлагают технологию его хранения и транспортировки. Например, предполагается



транспортировать CO<sub>2</sub> по трубопроводу с давлением 100 бар — примерно такое давление и необходимо в реакциях со сверхкритическим углекислым газом. Конечно, уловленный углекислый газ будет не особенно чистым, поэтому недавно мы исследовали, как влияют N<sub>2</sub>, CO и H<sub>2</sub>O на гидрирование изофорона, и обнаружили, что существенного влияния они не оказывают. Таким образом, имеющиеся технологии могут стать рентабельными, когда изменятся условия.



## ТЕХНОЛОГИИ

Как писали в обзоре 2007 года Хорвас и Анастас (Chem. rev. 2007, т. 107, с. 2169): «Современный научный и технологический истеблишмент (или профессора и менеджеры) щедро вознаграждает тех, кто открывает и развивает новые химические реакции и процессы с высоким выходом, как правило, 95—99%. Когда достичь 100% слишком сложно, никто не даст вознаграждения за оставшийся процент». Эта максимизация выхода не всегда требует полного изменения системы, во многих случаях нужно просто оптимизировать существующие реакции. Однако она отнимает много времени и сил, и зачастую это ненужная трата времени квалифицированных специалистов, которые хотят перейти к новым темам исследований. Недавно мы начали разрабатывать самооптимизирующиеся проточные реакторы — они используют эволюционные алгоритмы поиска, которые способны подобрать лучшие условия примерно за три дня. Достаточно запрограммировать и запустить нашу компьютеризованную систему, и она без помощи человека будет неутомимо искать наилучшее решение.

В заключение надо отметить следующее. Хотя чистые хими-

ческие производства очень важны, абсолютное большинство химических соединений приобретают ради эффекта, которого от них ждут, а не ради той или иной химической структуры. Так, люди покупают моющие средства, масла и краски потому, что они очищают, смазывают и хорошо красят, а не потому, что у них определенный химический состав. Вот почему зеленая химия должна думать о конечных свойствах, а не о самих соединениях. Отличный пример — мойка окон. Она требует специальных средств, кроме того, сопряжена с опасностью (мойщики окон могут упасть). Но выход есть: можно обработать окно специальным покрытием и оно станет самоочищающимся — необходимость в средствах и мойщиках исчезнет (<http://www.pilkingtongselfcleaningglass.co.uk/>). Такой подход можно применить ко многим химическим процессам, и тогда зеленая химия выйдет на новый уровень.

Полная версия статьи опубликована в журнале «Mendeleev communication», 2011, т. 21, с. 235-238.

## Отходы — в доходы

Долго ученые пытались всеми силами предотвратить образование отходов — это один из принципов зеленой химии. Но сейчас акцент смещается скорее в сторону правильного их использования — ведь некоторые отходы неизбежно образуются. В первую очередь речь идет о сельскохозяйственной биомассе, то есть об органике, которая остается, когда из растений извлекли то, ради чего их выращивали. Ее, равно как и твердые бытовые отходы, можно превращать в самые разнообразные химические продукты. Кстати, это практически всегда мультидисциплинарная задача, здесь нужны усилия химиков, биологов и технологов.

Сельскохозяйственных отходов много и они разные, но их объединяют в четыре большие группы по типу сырья, которое из них можно получить: полисахариды, лигнин, триглицериды (из жиров и масел), белки. К сожалению эффективной технологии расщепления лигнина на полезные ароматические фрагменты до сих пор нет. Зато дальнейшая обработка полисахаридов, триглицеридов и белков приводит к получению тех составных блоков, из которых они построены — моносахаридов, жирных кислот и глицерина, а также аминокислот.

В отходах спрятан огромный сырьевой потенциал — каждый год их образуется сотни мегатонн (Мт), то есть больше 10<sup>8</sup> тонн. Если думать о нормальной биоэкономике, основанной на отходах,

то и продукты из них надо получать крупнотоннажные, то есть те, которые удовлетворяют нужды промышленности. В первую очередь это: смазочные материалы, поверхностно-активные вещества, мономеры для получения пластиков и волокон, промышленные растворители. «Тонкая» химия (то есть сложные химические вещества, которые производят не в таких больших объемах) также экономически выгодна и важна, но спрос на нее невелик, поэтому она не так влияет на устойчивость химической промышленности в целом.

Самые крупные источники углеводов и лигнина — это лигиноцеллюлозные отходы, мировой объем которых превышает 2х10<sup>11</sup> тонн/год. Пока исследования с лигнином не сильно продвинулись, все-таки что-то новое появляется — например, новые катализаторы. Еще в мире производится примерно 120 Мт рисовой шелухи в год (на каждые 4 т риса — тонна лузги), причем из всего объема используют сегодня только пятую часть, тогда как еще 100 Мт можно преобразовать в химические продукты. Ежегодно у человечества появляется 220 Мт жмыха сахарного тростника, поскольку с каждой тонны сахарного тростника получается 135 кг сахара и 130 кг жмыха. Большинство сахарных заводов жгут его — он им служит как источник энергии, но все же его остается достаточно, чтобы получать и химические продукты.

Твердые бытовые отходы — кладь полезных веществ. Так, большая их часть состоит из бумаги и органических отходов (24 и 38% в США). Вообще-то в мире достаточно бумажных отходов, чтобы только из них каждый год получить 65 Мт этанола. Кроме того, в твердых бытовых отходах есть и другие полезные вещества — например, полистирол и другие пластмассы. Непроданные или неиспользованные продукты питания в развитых странах — еще один источник биомассы.

Урбанизация происходит так быстро, что, возможно, скоро бытовые отходы выйдут на первый план и по объему, и по значимости. Это особенно вероятно в экономически развивающихся странах, где в отходах выше содержание органических веществ. Кто еще недавно мог бы подумать, что будет прибыльно перевозить из Италии в Роттердам морем домашние отходы, по 200000 тонн в год, чтобы получать на голландских электростанциях дополнительную мощность?

Подробнее об этом можно прочитать в статье **C.O. Tuck, E. Perez, I.T. Horvath, R.A. Sheldon, M. Poliakoff** «Valorization of Biomass: deriving more value from waste» («Science», 2012, т. 337, № 6095, с. 695—699).

# «Энциклопедия элементов ДНК»: доступ открыт



Обложки журналов, в которых опубликованы результаты второго этапа ENCODE

Е. Клещенко

Новый этап в исследовании генома человека называется ENCODE. Если вы еще не знаете, что это такое, теперь самое время узнать.

Encode — значит «кодировать, шифровать», а ENCODE — аббревиатура Encyclopedia of DNA Elements. Такое название получил международный исследовательский консорциум, который начал свою работу в 2003 году — после окончания проекта «Геном человека». Работу консорциума финансировал Национальный институт исследований генома человека (National Human Genome Research Institute, NHGRI) — подразделение Национального института здоровья, и среди участников преобладали американские научные группы.

Один из ошеломляющих сюрпризов генома человека состоял в том, что как минимум 95% его длины, казалось, не имеют никакой функции. Суммарная длина последовательностей, кодирующих белковые цепи, — около 2%. Если добавить регуляторные участки, тесно примыкающие к гену, а также некодирующие вставки — интроны, то можно увеличить эту цифру до 5%, в которые и впишутся около 20 тысяч человеческих генов. И строительные материалы нашего тела, и ферменты, отвечающие за превращения веществ, и рецепторы, принимающие сигналы извне, и сигнальные молекулы вроде инсулина, и мембранные каналы — все они туда умещаются. И зачем нам в таком случае три миллиарда нуклеотидов, когда для существования наших белковых тел хватает и 150 миллионов?

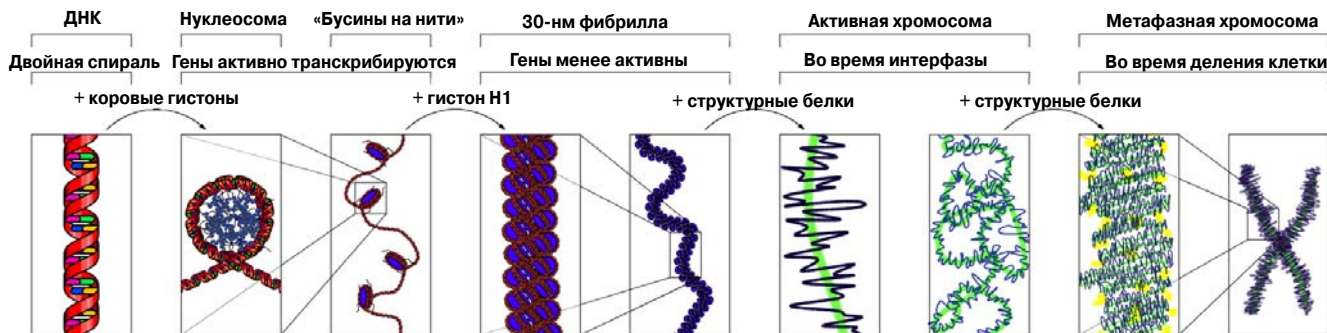
Напрашивался несерьезный ответ: остальные 95% — развернутые комментарии Великого Программиста к этой маленькой и богатой глюками программе. Шутки на эту тему было множество, не смогли промолчать и мы («Почему отменили практикум по геной инженерии», «Химия и жизнь», 2011, № 7). Ну а если серьезно?

То, что участков, кодирующих белки, в ДНК должно быть очень мало, ученые заподозрили задолго до того, как финишировал «Геном человека». Обидный термин junk DNA — «мусорная ДНК» — еще в 1972 году предложил американский генетик японского происхождения Сусуму Оно, который отметил, что существует верхний предел плотности мутаций — после него хуже организму уже не становится. Исходя из этих данных, он предсказал, что число генов у млекопитающего должно быть всего около 30 тысяч (и в порядке величин не ошибся).

Обширные некодирующие области генома называли также эгоистичной, паразитической ДНК: пользы от нее вроде бы нет, а клетка почему-то вынуждена ее воспроизводить... В самом деле, значительную часть этой ДНК составляют вирусоподобные мобильные элементы, в первую очередь (если по количеству) ретротранспозоны, а также эндогенные ретровирусы — «отпечатки» древних инфекций. Однако есть там и псевдогены — последовательности, похожие на гены, но не способные кодировать белок. Это могут быть «бывшие» гены, инактивированные мутациями, или ретрогены — ДНК-копии матричной РНК, встроенные в геном. Можно представить их как своего рода архив, хранилище неактивных генов, которые были нужны в далеком эволюционном прошлом и, возможно, еще понадобятся — мало ли что. (Об активном ретрогене у такс и пекинесов, который делает их лапы короткими, мы писали в январском номере.) Высказывалось предположение и об «эволюционной лаборатории», где не только хранятся старые гены, но и формируются новые. Предлагали и менее интригующие варианты: например, что некодирующие области просто удерживают гены на расстоянии друг от друга, играя роль своего рода упаковки, а нуклеотидные тексты в них более или менее случайны, вроде типографской «рыбы» — бессмысленного набора слов, занимающего места в верстке.

По совокупности данных в начале XXI века эту ДНК практически перестали называть «мусорной», предпочитая вежливое «некодирующая». Для того чтобы наконец разобраться, что она делает, и был создан ENCODE. В работе приняли участие более 30 научных групп из пяти стран мира, и месяц назад они отчитались о своих достижениях публикацией 30 статей в трех ведущих научных журналах — «Nature» (2012, т. 489, № 7414), «Genome Research» (2012, № 22 (9)) и «Genome Biology» (2012, т. 13, № 9). В статьях представлены результаты 1648 экспериментов. Это было окончание второй фазы работы проекта. (Первая, пилотная фаза завершилась в 2007 году, и это были данные примерно об 1% длины генома.)

Как выразился обозреватель «Nature», ENCODE — масштабная научная экспедиция в пустыни некодирующего генома, вдаль от оазисов-генов. Пустыня оказалась не такой уж пустынной — в ней есть и диковинная флора с фауной, а возможно, и



Степень упаковки хроматина и активность генов

Richard Wheeler, en.wikipedia.org



дворцы джиннов. Предположения о легкомысленных комментариях Программиста пока не оправдались. Зато можно сказать, что в этой части кода нашли команды, которые дали совершенно новое представление о работе программы.

Цель проекта ENCODE — «просканировать» геном человека на предмет управляющих элементов различного рода. Известно много факторов, которые могут влиять на активность генов, и пора уже пересчитать все их проявления. Понятно, что в разных органах и тканях активированы разные гены: где-то нужен кератин для длинных и шелковистых волос, а где-то он совсем не нужен. Поэтому исследовали геномы разных клеточных линий — всего их было 147, хотя и не на каждой линии провели все возможные эксперименты.

В «Nature» говорится о 24 стандартных методиках, которые использовали сотрудники проекта. Мы не будем подробно рассказывать о каждой, сосредоточимся на результатах. Если вкратце: в геноме человека найдено беспрецедентное количество «функциональных элементов», то есть участков, кодирующих конкретный продукт (белок или РНК) или воспроизводимо демонстрирующих какое-то свойство, которое имеет отношение к регуляции активности генов, например связывание с определенным белком.

Название «некодирующая ДНК» тоже изначально было неверным. Как уже давно учат в школе, на ДНК гена синтезируется матричная РНК, или мРНК (этот процесс называется транскрипцией), а на ней, в свою очередь, рибосома собирает белок (это трансляция). Но мРНК — только одна из разновидностей РНК. Есть еще и транспортные РНК (тРНК), которые приносят к рибосоме аминокислотные остатки и служат посредниками между мРНК и белком, и рибосомные РНК (рРНК) — каркас и функциональная основа «фабрики белкового синтеза». Эти РНК, конечно, тоже считываются с ДНК — с участков, которые действительно не кодируют белок, но кодируют РНК!

Другие разновидности РНК в школьные учебники пока не вошли, но они играют не менее важные роли. Это, например, малые некодирующие РНК, которые отвечают за регуляцию активности генов. Много ли толку от самого активного фермента или самого прочного структурного белка, если они синтезируются не вовремя и не в том месте?

Особое внимание ученых в последние десятилетия привлекают совсем коротенькие молекулы РНК, длиной около 22 нуклеотидов. К этому классу относятся малые интерферирующие РНК (small interfering RNA, siRNA) и микроРНК (microRNA, miRNA; общепринятых русских аббревиатур для них пока нет, и мы во избежание путаницы оставим английские). Первые, siRNA, образуются путем расщепления длинных двухцепочечных молекул РНК, которые синтезируются в клетке или попадают в нее извне — при вирусной инфекции, а сейчас уже и по воле экспериментаторов. Затем они образуют комплекс со специальными белками, и этот комплекс избирательно связывается с определенными мРНК (за избирательность отвечает как раз siRNA). После этого мРНК обречена на уничтожение: на ней метка «чертеж больше не нужен, в мусорную корзину его». Этот процесс называется РНК-интерференцией (RNAi), и за его открытие была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине 2006 года.

МикроРНК отличается от siRNA, например, тем, что у животных одна ее разновидность может взаимодействовать с разными типами мРНК за счет неточного спаривания. Но делает она примерно то же самое: выключает синтез белка (иногда временно, без уничтожения матрицы). Есть и другие классы некодирующей РНК, скажем, малые ядерные РНК, которые участвуют в «созревании» мРНК и поддержании длины теломера.

Поисками участков генома человека, кодирующих РНК, в рамках ENCODE занимались сотрудники знаменитой лаборатории Колд-Спринг-Харбор, той самой, которой многие годы руководил Джеймс Уотсон. Исследовательская группа под руководством профессора Томаса Джинджераса опубликовала полногеномный анализ РНК — список всех или почти всех



видов РНК, которые синтезируются в разных типах клеток и в разных отделах одной клетки. Результат впечатляет: оказывается, РНК-копии снимаются с трех четвертей нашего генома. Некоторые из найденных РНК, как говорится в пресс-релизе Колд-Спринг-Харбора, следует отнести к новым, ранее не известным классам. Вот вам и некодирующая...

Авторы пресс-релиза сравнивают это множество молекул РНК с огромным пультом управления, регулирующим жизненные процессы в клетке. Звучит красиво, хотя пользы от этого пульта желающим вмешаться в работу генома примерно столько же, сколько героям «Попытки к бегству» Стругацких от машины, предназначенной для негуманоидов: ни руля, ни рычагов, ни тумблеров, «дно кабины — чашевидное, покрытое множеством маленьких отверстий, похожее на гигантскую шумовку»... То есть пользы не так уж мало: засовывание пальцев в отверстия позволяло запускать мотор, и по РНК-интерференции есть масса публикаций. Но исчерпывающее понимание этого механизма у нас еще впереди.

Другая группа функциональных элементов — промоторы и энхансеры. Это участки, с которыми связываются факторы транскрипции, то есть белки, участвующие в запуске синтеза РНК, матричных или других. Некоторые из таких участков располагаются почти рядом с собственно кодирующей последовательностью, другие же могут находиться за сотни тысяч нуклеотидов от нее, в той самой некодирующей пустыне. (Не забудем, что ДНК — гибкий полимер и, если надо, может образовывать петли, так что самый далекий элемент окажется близким.) Участки связывания таких белков картировали напрямую (и нашли их в общей сложности более 600 тысяч), а также выявляли участки, чувствительные к ДНКазе I — ферменту, расщепляющему ДНК. Это прежде всего участки открытого, «распакованного» хроматина — то есть те, где может активно идти транскрипция (см. рисунок).

Суммарная длина ДНК в одной клетке — около двух метров. Как же она помещается в ядре? Примерно так же, как два километра нитки на десяти катушках помещаются в шкатулке у рукодельницы. Чтобы упаковать эту нить, нужны специальные белки — гистоны и другие. Комплекс ДНК с белком называется хроматином, он может быть более компактным и с меньшей активностью генов (предельный случай — хромосомы в делящейся клетке), и наоборот. Поэтому ENCODE проверял, например, с какими участками взаимодействуют модифицированные гистоны, меняющие активность этих участков.

На активность генов влияет также метилирование ДНК. Метильные группы присоединяются к цитозиновым остаткам, предпочтительно там, где за цитозином стоит гуанин. Когда метилируется промотор, это обычно подавляет активность гена, а метилирование самого гена, напротив, коррелирует с его активностью. Узоры метилирования, их различия в разных типах клеток — еще одна «добыча» проекта.

Теперь мы знаем, что примерно 80,4% геномных последовательностей так или иначе участвуют в регуляторных процессах. Важно отметить, что эта колоссальная работа не была бы выполнена без современных технологий секвенирования ДНК, то есть «чтения» нуклеотидных последовательностей. Обратите

# «Все это крайне увлекательно...»



О теоретической и практической значимости проекта ENCODE читателям «Химии и жизни» рассказывает кандидат биологических наук **Светлана Александровна Борина**, ведущий научный сотрудник лаборатории анализа генома Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН.



ИНТЕРВЬЮ

внимание: с 2003 по 2007 год охарактеризован примерно 1% генома, с 2007 по 2012-й — сделано все остальное. «Мы получили, думаю, впятеро больше данных, чем собирались получить, за ту же цену», — сказал Джон Стаматояннопулос, руководитель группы ENCODE в Университете Вашингтона (Сиэтл).

Но самым интересным было сравнение различных групп данных, полученных ENCODE, между собой, а также с другими массивами данных. Полезно, например, выяснить, какие из найденных регуляторных элементов были особенно небезразличны естественному отбору. Это участки, более сходные в геномах разных млекопитающих, чем окружающие последовательности, — коль скоро они не меняются, значит, почему-то важнее других. А сравнение данных ENCODE с результатами проекта «1000 Genomes», начатого в 2008 году (секвенировали геномы представителей разных народов, причем по возможности брали трио «отец — мать — ребенок»), позволило сделать некоторые выводы об индивидуальной изменчивости генной регуляции.

Еще одно важное сравнение — с результатами полногеномного скрининга (genome-wide association studies, или GWAS, по-русски это еще называют «полногеномные исследования связей»), направленного на выявление генетической предрасположенности к болезням. Скрининг выявляет, в частности, однонуклеотидные полиморфизмы (single-nucleotide polymorphisms, или SNP, произносится как «снипы») — позиции, в которых один нуклеотид отличается у двух индивидов или в парных хромосомах одного индивида. Например, можно взять большую группу пациентов с сахарным диабетом и для контроля — тех, кто диабетом не страдает, найти в их геномах такие точки, в которых у двух диабетиков или двух здоровых «буквы» гораздо чаще совпадают, чем у диабетика с не-диабетиком. А потом посмотреть, в каких местах генома располагаются эти «опечатки» — не приходится ли они, например, на гены, так или иначе связанные с метаболизмом глюкозы... Оказывается, огромное количество SNP, которые по результатам GWAS ассоциированы с болезнями, попадают не в кодирующие белки участки, а в функциональные элементы, обнаруженные ENCODE. Дело не в структуре белков, дело в регулировке.

Отсюда понятна практическая значимость проекта. Что касается фундаментальной значимости — вот что сказал по этому поводу доктор Джинджерас из лаборатории Колд-Спринг-Харбор: «Выяснилось, что границы генов в их общепринятом определении растворились, опровергая понятие о том, что ген — дискретный, локальный участок генома, отделенный от других инертной ДНК. Необходимо новое определение гена». В самом деле: и ген больше не локален, если вспомнить о его управляющих элементах, и окружающая его ДНК совсем не инертна.

Некоторые комментаторы деликатно интересуются: а стоит ли ENCODE, при всем уважении, затраченных на него денег? Общая сумма финансирования проекта, как пишет «Nature», составила 185 миллионов долларов; в дальнейшем предполагается вложение еще 130 миллионов. (Пока что ENCODE поработал, например, лишь со 119 из 1800 известных факторов транскрипции.) Для сравнения напомним, что строительство небоскреба Бурдж Халифа в Дубае обошлось в полтора миллиарда долларов, а на укладку плитки вместо асфальта правительство Москвы в 2011 году выделило четыре миллиарда рублей. Тоже полезные проекты, но в случае ENCODE как-никак речь идет об инструкции по сборке человека — пусть пока еще неполной и не слишком дружественной к необразованным пользователям.

Весь массив данных, полученный консорциумом, находится в свободном доступе на портале проекта (<http://www.encodeproject.org/ENCODE/>), а также на геномном браузере Университета штата Калифорния в Санта-Крус, на сайтах Национального центра биотехнологической информации и Европейского института биоинформатики. Только этих данных многим специалистам в области геномики может хватить на годы работы.

Открытия ENCODE меняют понимание того, что такое ген, но это понимание менялось на протяжении всей истории генетики. Представление о генах как единицах наследственности ввел Грегор Мендель, — впрочем, он не называл их генами, а говорил о «наследственных задатках». Термин «ген» предложил в 1909 году датский ботаник Вильгельм Йогансен, уже после переоткрытия законов Менделя в начале XX века. И в дальнейшем представление о том, что такое ген, отражало текущий уровень знаний, полученных в экспериментальных работах. Когда поняли, что гены отвечают за проявления признаков, стали говорить «один ген — один признак». Когда заметили, как рекомбинируют — образуют новые сочетания — отцовские и материнские признаки в потомстве животных и растений, и начали изучать рекомбинацию, появилась формулировка: «Ген — минимальная единица рекомбинации». Затем изучение генетического контроля биохимических реакций дало новое определение: «Один ген — один фермент». Уже после Уотсона и Крика, когда начали изучать транскрипцию — процесс переписывания информации с ДНК на РНК, — стали говорить, что ген — это единица транскрипции, «один ген — один белок», или одна молекула РНК, если вспомнить о транспортных и рибосомных РНК, белков не кодирующих. Каждый новый уровень не разрушал предыдущий, он лишь показывал, что природа устроена сложнее.

Однако в 50-е годы XX века французские генетики Франсуа Жакоб, Жак Моно и Андрэ Львов обнаружили в геноме кишечной палочки регуляторные элементы — участки, которые управляет включением и выключением гена, согласовывая его активность с внутренними и внешними сигналами. В гене стали различать структурную часть, кодирующую белок, и регуляторную.

Затем выяснилось, что и со структурной частью не все просто. Белок-кодирующие участки непрерывны только у бактерий, а у высших организмов они прерываются: их мРНК нарезается на кусочки, одни «выбрасываются», из других сшивается матрица для синтеза белка. Иными словами, была выявлена экзонно-интронная структура гена. Экзоны — кодирующие участки — перемежаются интронами — вставочными участками, которые белок не кодируют. И снова определение гена пришлось уточнять.

Потом стало ясно, что утверждение «один ген — один белок» тоже не работает. Один белок может кодироваться двумя разными участками ДНК, расположенными далеко друг от друга.



И наоборот, с одного гена может синтезироваться множество белков. В этом случае фрагменты мРНК сшиваются по-разному (альтернативный сплайсинг), и получаются разные белки. Есть гены, на которых в принципе может синтезироваться тысяча белков, так много комбинаций экзонов у них возможно. Или возьмем, например, клетки иммунной системы, синтезирующие антитела. Каждое антитело состоит из четырех полипептидных цепей, двух легких и двух коротких (а варибельные их части, те самые, которые взаимодействуют с бесконечным разнообразием антигенов, получают путем перестройки генов, самой ДНК клетки). Антитело, которое выпускают в кровь, — это один белок, антитело, закоренное в мембране В-клетки, как рецептор, — другой белок: само антитело плюс еще два связанных с ним белка в толще мембраны.

Следующий этап наступил, когда мы приблизились к прочтению всего генома человека и выяснили, что белок-кодирующие участки занимают в нем 1—2%, вместе с интронами и регуляторными участками — до 5%. Все остальное некоторые громко называли «мусорной ДНК». Другие исследователи им отвечали: если мы не знаем, что она делает, это еще не повод ее обзывать. И в самом деле, пять лет назад, когда публиковали предварительные результаты ENCODE, стало ясно, что транскрибируется не два и не пять процентов, а более семидесяти! По-видимому, они читаются не всегда, а в каких-то определенных условиях, возможно экстремальных, — вот почему наблюдать транскрипцию в эксперименте не всегда удается. Концентрация отдельных видов этой РНК может быть ничтожно малой по сравнению с мРНК или вообще нулевой — в данной клетке в данный момент, но это не значит, что они не важны для организма.

Есть такое красивое определение — «геном дышит». Транскрипция генов то запускается, то останавливается, она как бы пульсирует. ДНК еще десять лет назад представлялась инертной массой, оправой или каркасом для отдельных работающих генов. Теперь понятно, что это не так: вся ДНК работает.

Когда появились первые публикации, посвященные микроРНК, я поняла: вот чего мне не хватало в картине мира. Очень короткие молекулы, 22—25 нуклеотидов, которые прикрепляются к матричной РНК, на специальные «посадочные площадки», и работают как заглушки — инактивируют мРНК и тормозят или останавливают синтез белка. Тут важно не только выключение, но и возможность быстрого включения. Представим, что в клетке или вокруг нее что-то произошло, срочно понадобился какой-то белок. Чтобы получить его обычным способом, надо послать сигнал в ядро, запустить транскрипцию гена, синтезировать РНК, отправить ее из ядра в цитоплазму, там синтезировать белок — это же сколько времени пройдет! А если мРНК запасена заранее, но на нее поставлена заглушка, то в экстренной ситуации достаточно снять микроРНК, и тут же пойдет синтез белка. Такая система быстрого реагирования позволяет управлять работой генов не на уровне транскрипции, включения-выключения гена, а на уровне мРНК.

Этим примером я хотела показать, что к уже имеющейся картине «ДНК-РНК-белок» добавился еще один уровень сложности: регуляторные РНК. Открытия, сделанные консорциумом ENCODE, показывают, что роль РНК гораздо важнее и разнообразнее, чем считалось прежде. Передача сигналов, согласование, учет приводящих обстоятельств, общего состояния организма, холода, тепла и прочих внешних условий... Результаты ENCODE добавляют в эту картину еще довольно большое количество «управленцев». На мой взгляд, однако, картина с их участием становится более четкой и стройной.

Есть известная теория РНК-мира, согласно которой именно РНК была первоосновой жизни. Раньше пытались решить, была ли первой «молекулой жизни» ДНК или белок. Но ДНК не годится на роль фермента, а белки не соответствуют требованиям к хорошим носителям наследственной информации. Когда же были открыты синтез ДНК на РНК и каталитические свойства РНК, картина приобрела стройность и ясность: РНК может быть и ферментом, и хранилищем информации, которую удобно

копировать. Нетрудно представить, что она в какой-то момент просто сделала себе дополнительный архив — ДНК — и дополнительные инструменты — белки. Это очень красивая теория.

В школьных учебниках пишут, что РНК — молекула-посредник между ДНК и белком, и на этом будто бы и все. На самом деле РНК не потеряла своей власти в мире биомолекул, и работа матрицей для белков — лишь небольшая часть ее служебных обязанностей. Лично для меня очень приятно, что у нее находят все новые и новые функции, без которых жизнь была бы невозможной, — такие открытия подтверждают ее главенствующую роль. Кроме того, все это крайне увлекательно. Научное познание мира — бесконечный детектив.

Конечно, не менее важны и метилирование ДНК, и химические модификации гистонов. Например, исследования экспериментального стресса у крысят — они не имеют отношения к ENCODE, но хорошо показывают, что может делать метилирование. Крысят отнимали от мамы, — конечно, это было для них стрессом. В результате у них метилировался регуляторный участок в гене рецептора кортизола — «гормона стресса», и пожизненно менялась реакция на стресс. Они были более чувствительными к нему, демонстрировали худшие способности к обучению в некоторых тестах, хотя и не во всех. Но если они снова попадали в условия стресса, то лучше сохраняли свои умения, чем «благополучные» крысята.

Гистоновые и метиловые метки настраивают работу генов под конкретные условия среды. В ходе эволюции организм адаптируется к тем условиям, которые для него наиболее привычны, — но в разных условиях с одними и теми же генами можно получить разные режимы работы. Так происходит индивидуальная, прижизненная подстройка под конкретные условия среды. При такой скорости перемен, как в нынешнем индустриальном мире, ресурсов подстройки может и не хватить, но в более стабильных условиях она была достаточно эффективной.

Понятно, что прикладное значение результатов ENCODE — прежде всего медицинское. Для того чтобы мы жили долго и не становились старыми, больными и слабоумными, нужно понимать, что портит нашу жизнь и каким образом можно сохранить здоровье. Не случайно во всем мире наибольшее финансирование получают исследования, имеющие медицинскую компоненту. Если мы нашли какой-то ген или регулятор, связанный с обменом веществ, с устойчивостью или предрасположенностью к болезни, это означает, что мы через него зацепили метаболическую сеть, которая влияет на данный признак. Мы получили мишень для воздействия, например, лекарственного препарата. Кроме того, медицинская генетика делает возможной раннюю диагностику, выявление рисков, в идеале — еще до клинических проявлений. Западная медицина уже сейчас ориентируется на профилактику и достигает хороших результатов.

Давайте задумаемся: почему продолжительность жизни людей за последние сто лет сильно увеличилась? На протяжении многих тысячелетий она составляла в среднем 30—40 лет. Вспомните художественную литературу XIX века, даже начала XX — совершенно обычное дело, когда у молодых героев нет одного или обоих родителей, да и молодые люди, и дети умирали гораздо чаще, чем теперь. Продолжительность жизни возросла с появлением асептики и антисептики, вакцинации, антибиотиков.

Но когда делается научное открытие — открывают тот же новый ген — и от него требуют немедленно предъявить пользу, это безграмотно. Казалось бы, наблюдения Гальвани за лягушачьей лапкой были абсолютно бесполезным занятием с практической точки зрения. Однако с этих опытов началась история электричества, а заодно и нейрофизиологии. Фундаментальная наука не обязана приносить сиюминутную пользу, но в перспективе она не может не изменить нашу жизнь. Поэтому понимание того, как функционирует живая клетка, не только приводит исследователей в восхищение сложностью, красотой и гармоничностью, но и обещает практическую пользу в не слишком отдаленном будущем.



# Цивилизации XXI века: конфликты и контакты

Доктор  
экономических наук  
**А.В.Акимов**

Исследование долгосрочных перспектив мирового развития имеет уже более чем столетнюю историю? и можно выделить три направления в этой области. Модели типа пределов роста достаточно подробно рассматривают связи между ростом населения, природными ресурсами, стратегиями развития, но расчеты проводятся для человечества в целом. При попытке сделать такие модели многорегиональными они резко усложняются и теряют эффективность. Второе направление – прогнозы развития населения, энергетики, сельского хозяйства, которые регулярно подготавливают международные организации, в первую очередь ООН. Это очень детальные исследования, в которых и географическая структура, и количественная составляющая роста разобраны в деталях, но эти прогнозы мало связаны между собой. Наконец, третье направление – сценарии будущего. Это экспертные исследования, то есть опросы, которые не предполагают расчетов по каким-либо методикам или моделям.

Здесь представлены результаты исследования, выполненного автором статьи, которое сочетает прогнозные расчеты, многорегиональный прогноз по ряду переменных и сценарный анализ будущего, обобщающий результаты расчетов. В статье «Население мира: 2300 год» (см. «Химию и жизнь», 2012, № 6) рассматривались проблемы долгосрочного роста мирового населения и обеспеченности этого роста природными ресурсами. Было показано, что мировое население может прийти к равновесию с ограниченными ресурсами планеты в результате «демографического перехода», который в конечном счете вызывает естественную убыль населения. Однако в XXI веке потребуются существенное напряжение экономики и ресурсной системы Земли для обеспечения демографического перехода и догоняющего развития.

Как будет протекать мировое развитие в XXI веке, какие угрозы могут возникнуть, какие конфликты приобретут значительную остроту, каковы перспективы мирового развития в этот переходный период? Одна из первых задач, возникающих при рассмотрении этих вопросов, — как дезагрегировать мировое сообщество. Иными словами — как выделить рациональное количество значимых составляющих человечества.



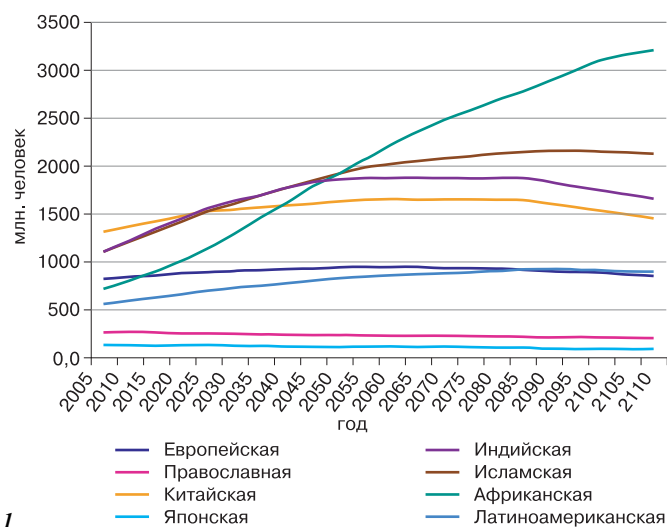
Художник В. Камаев

## Человечество — совокупность цивилизаций

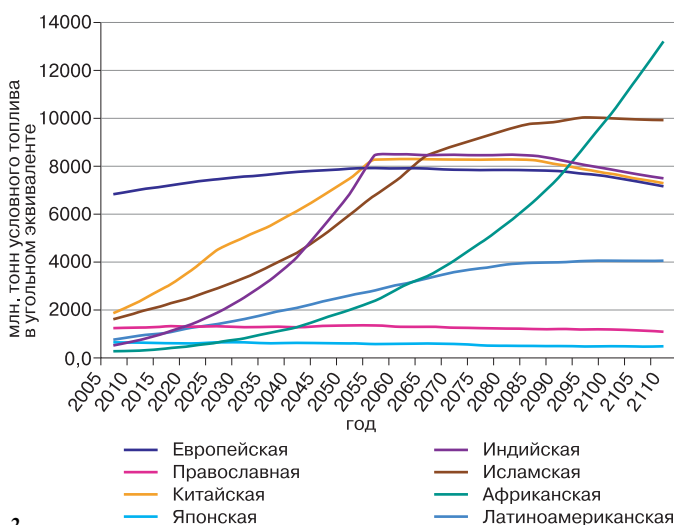
В последние годы все большее признание получает технология рассмотрения человечества как совокупности цивилизаций. Интерес к этому понятию резко вырос после публикации в 1993 году в журнале «Foreign Affairs» статьи американского политолога Сэмюэла Хантингтона «Столкновение цивилизаций?». В ней утверждалось, что после окончания холодной войны именно разделение человечества на разные цивилизации будет определять международные отношения.

Само определение понятия «цивилизация» дать не просто. Например, Арнольд Тойнби, английский историк, который наряду с Освальдом Шпенглером считается основоположником научного направления в истории, исследующего ее как развитие цивилизаций, в своем основном труде «Постижение истории» не дает определения этого понятия. Он на 24 страницах кратко описывает 21 общество — как современные (западное, православное, китайское), так и исчезнувшие (вавилонское, шумерское), а затем объявляет, что «общества этого вида принято называть «цивилизациями»». Яркий пример определения перечислением объектов.

Если упростить подход историков к понятию «цивилизация» до прикладного уровня, который дает полезные толкования реальных фактов, то основных утверждений в этой концепции окажется два. Первое: «Культура и различные виды куль-



1  
Население цивилизаций, реальный сценарий



2  
Потребность в энергоносителях, реальный сценарий

турной идентификации (которые на самом широком уровне являются идентификацией цивилизации) определяют модели сплоченности, дезинтеграции и конфликта» (С.Хантингтон. Столкновение цивилизаций). Второе утверждение: существует жизненный цикл цивилизаций — от зарождения к росту, расцвету, а затем к распаду. Мы видим, что рассуждения в рамках цивилизационной концепции несут качественный характер, а определение не являются точными. Но зато эта концепция описывает очень важные аспекты жизни общества, включая конфликты и долгосрочные тенденции развития.

Используя перечень цивилизаций, предложенный Хантингтоном для анализа современных международных отношений, рассмотрим мировое развитие в XXI веке для следующих цивилизаций:

— европейская: страны Европы (за исключением Албании, Боснии и православных стран), США, Канада, Австралия, Новая Зеландия;

— православная: Россия, Украина, Белоруссия, Молдавия, Армения, Грузия, Сербия, Болгария, Румыния, Черногория, Греция (Россия мультиконфессиональна, но в цивилизационном плане относится к этой группе, впрочем, кто нынче моноконфессионален?);

— китайская: КНР;

— японская: Япония;

— индийская: Индия;

— исламская: арабские страны, Турция, Иран, Азербайджан, Узбекистан, Таджикистан, Киргизия, Казахстан, Туркмения, Афганистан, Пакистан, Индонезия, Малайзия, Бангладеш, Албания, Босния;

— африканская: страны Африки к югу от Сахары;

— латиноамериканская: страны Латинской Америки.

Неучтенными в составе цивилизаций оказались те страны, которые по своей религиозной или культурной принадлежности не входят в перечисленные группы: Израиль, Корея, Вьетнам, Лаос, Камбоджа, Бирма, Таиланд, страны Океании.

## Кого сколько

Динамика изменения численности населения цивилизаций в XXI веке показана на рис. 1. Православная и японская цивилизации, в которых численность населения значительно меньше, чем у всех других цивилизаций, переживают депопуляцию. Численность населения европейской и латиноамериканской цивилизаций существенно выше, чем у православной и японской. В первые десятилетия растет численность населения латиноамериканской цивилизации, она достигает уровня европейской, затем рост прекращается. Для китайской цивилизации прогнозируются быстрое прекращение роста численности населения и переход к естественной убыли, хотя абсолютная численность останется высокой. Индийская, исламская и африканская цивилизации имеют очень значительный потенциал демографического роста. Этот потенциал, связанный с недостаточным уровнем социально-экономического развития, может не реализоваться по двум причинам. Одна, благоприятная, — ускорение экономического развития. Вторая, неблагоприятная, — экологическая катастрофа.

В мире в целом происходит успешное догоняющее развитие в демографической и социальной сферах — качественные показатели населения ныне развивающихся стран и стран с переходной экономикой сближаются с показателями ныне развитых. В такой ситуации численность населения становится важным показателем экономического потенциала.

Старение мирового населения во второй половине XXI века станет следствием успеха догоняющего развития и глобального демографического перехода. Оно существенно изменит экономику, повседневную жизнь и политические процессы, уменьшит темп нововведений — пожилые в среднем более консервативны.

Неравномерность и даже разнонаправленность демографических изменений в различных странах и регионах создадут значительное трансграничное демографическое давление и тем самым потенциал международных миграций. Отношения между цивилизациями при интенсивных контактах и совместной жизни представителей разных цивилизаций на одной территории могут оказаться позитивными, могут повлечь конвергенцию. Но могут и повредить европейской цивилизации — вплоть до ее растворения в среде более многочисленных пришельцев.

## Откуда взять нефть и газ

Рост населения в сочетании с успешным догоняющим развитием предполагает рост потребностей в топливе и энергии.



Динамика роста потребностей в топливно-энергетических ресурсах (ТЭР) по цивилизациям такова. В первой половине века лидером по потреблению ТЭР остается европейская цивилизация, но ее стремительно догоняет китайская. С 2070—2080-х годов конкуренция за источники ТЭР разгорится уже между европейской, китайской, индийской и исламской цивилизациями. В 2090-х годах к ним присоединится африканская (рис. 2).

Рост потребностей в ТЭР за счет более быстрого социально-экономического развития стран Южной Азии происходит быстрее, и уже в 2060-х годах индийская и исламская (Пакистан, Бангладеш, Афганистан) цивилизации выйдут на уровень потребления европейской и китайской. Такое ускорение роста потребностей — плата за более быстрый социально-экономический прогресс (несмотря на то что он сам по себе замедляет рост населения). Неуспех стратегии догоняющего развития может привести к тому, что такого роста потребностей не будет, но это означает крах современной мировой стратегии развития и сохранение экономической отсталости. А она приведет к замедлению демографического перехода, еще большему росту населения, обострению тех же проблем и их переносу на более поздние сроки.

Что касается суммарного роста потребностей в сумме цивилизаций, то они составят 1,26% в год — это ниже сложившихся темпов роста в последние два десятилетия. Геологические ресурсы наиболее ценных видов ископаемого топлива — нефти и природного газа — распределены по цивилизациям очень неравномерно. Если ресурсами природного газа помимо исламской цивилизации обладает еще и православная в лице России, то по запасам нефти исламская оказывается почти монополистом. Таким образом, только международная торговля может обеспечить большинство стран необходимым топливом.

## Насчет земли и воды

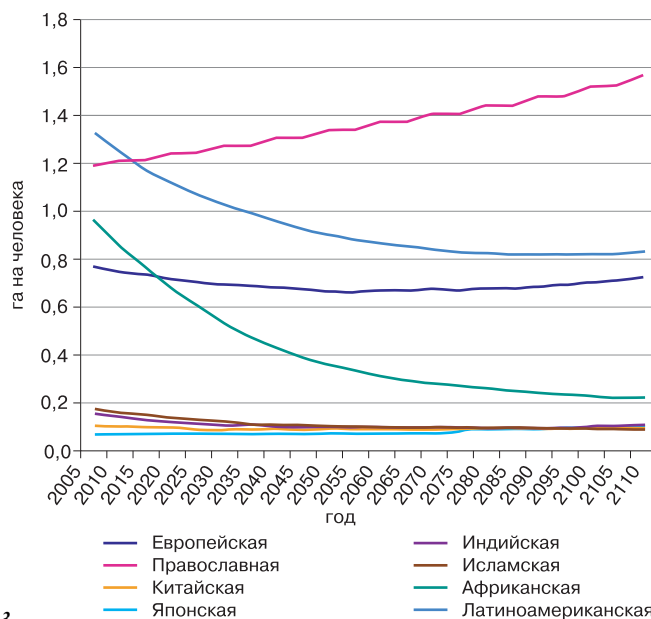
По сочетанию душевой обеспеченности пахотной землей и пресной водой — двумя основными факторами ведения сельского хозяйства — можно выделить две основные группы цивилизаций. Первая группа обеспечена обоими факторами сельскохозяйственного производства. Это европейская, православная и латиноамериканская цивилизации. И земли и воды у них достаточно, чтобы развивать сельское хозяйство.

Вторая группа имеет дефицит одной из составляющих (земли или воды) либо обеих. Это китайская, индийская, исламская, африканская и японская цивилизации. С учетом численности населения цивилизаций второй группы можно утверждать, что проблемы продовольственного обеспечения будут стоять в XXI веке очень остро (рис. 3 и 4).

Результаты оценки соотношения «население — ресурсы» таковы: в ближайшие десятилетия предстоит резкий рост потребностей мирового населения в природных ресурсах для обеспечения догоняющего развития, поскольку сложившаяся глобальная стратегия технологически опирается на ресурсорасточительные модели производства и потребления. И поэтому ключевые природные ресурсы, гарантирующие возможность индустриального развития, смогут обеспечить развитие человечества лишь при существенном технологическом прогрессе и экономической эффективности.

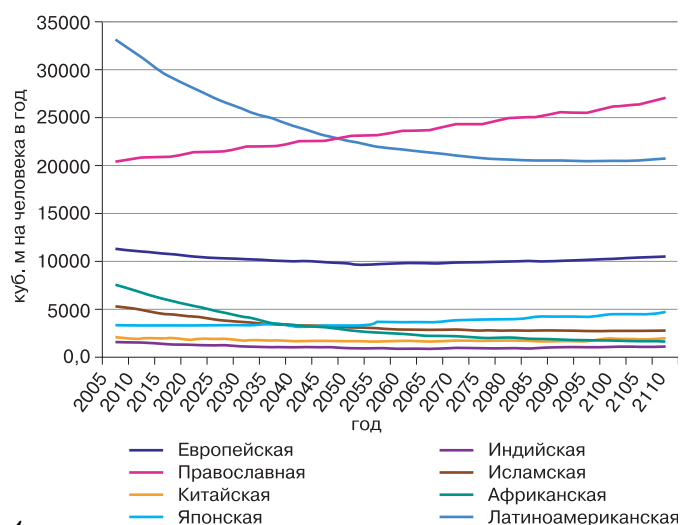
Критически важным периодом в развитии человечества будет вторая половина XXI века. В это время должен решиться вопрос, произойдет ли демографический переход в крупных развивающихся странах Азии и Африки, хватит ли ресурсов Земли, чтобы обеспечить достаточный для этого экономический рост в мире.

Если к концу XXI века демографическое развитие будет обеспечено ресурсами, то человечество в целом завершит демографический переход и последующая естественная убыль



3

Обеспеченность пахотными землями, реальный сценарий



4

Обеспеченность водой по цивилизациям, реальный сценарий

населения постепенно снимет остроту проблемы ресурсов.

Острая нехватка ресурсов при быстром росте населения, то есть кризис развития мальтузианского типа, не будет глобальной, а локализуется в Южной Азии и Африке. Без помощи мирового сообщества эти регионы могут оказаться в состоянии острого кризиса с катастрофическим ростом смертности и массами беженцев.

## Четыре глобальных сценария

В XXI веке наряду с глобальными проблемами дефицита природных ресурсов возникает проблема сосуществования цивилизаций. Вот принципиально возможные варианты развития отдельных цивилизаций и их взаимодействия:

- конвергенция цивилизаций;
- Запад сохраняет лидерство;
- лидерство переходит на Восток и Юг;
- борьба за ресурсы.

Второй и третий сценарии, по сути дела, отражают две возможности инерционного развития мировой экономики с разным исходом. Они не предполагают принципиальных изменений во взаимоотношениях цивилизаций и не требуют каких-то особых мер надгосударственного управления.

Первый сценарий — конвергенция цивилизаций — требует специальных осознанных усилий, управления глобальной

системой для достижения желательного варианта развития. Четвертый, наоборот, представляет собой нежелательный вариант, который можно предотвратить также специальными мерами, осуществляемыми на межгосударственном уровне. Здесь необходимо управление глобальной системой, но не для достижения желательного, а предотвращения нежелательного развития событий. Первый и четвертый сценарии требуют мер по реформированию международных и межкультурных отношений, их модернизации с учетом новых потребностей.



## Сценарии для европейской цивилизации

Перечисленные выше сценарии характеризуют мировое развитие в целом. Отдельные цивилизации сталкиваются с различными проблемами, их развитие протекает по различающимся сценариям. Ниже приведены возможные сценарии развития для европейской цивилизации (для православной они в основном совпадают с европейской), которые вытекают из количественного анализа роста населения, потребностей в ТЭР, обеспеченности различных цивилизаций ресурсами для ведения сельского хозяйства.

### *Сценарий «Конвергенция цивилизаций»*

Интенсивное международное общение, совместная деятельность в рамках мировой экономики, успешное догоняющее развитие стран, которые сейчас называют развивающимися, изменение менталитета при выравнивании уровней потребления в разных странах ведут к тому, что носители всех цивилизаций сближаются в культурной сфере, — в результате любая совместная деятельность не имеет цивилизационных ограничений. Люди вполне притерлись друг к другу, антагонизма между носителями разных цивилизационных ценностей нет. Культурные особенности сохранятся, но они не будут причинами вражды и не станут помехами в совместной деятельности.

Есть убедительные свидетельства того, что такое развитие возможно не только со стороны материальной культуры, которая демонстрирует сегодня унификацию потребления, глобализацию и стандартизацию рабочих мест в современном секторе. Возможна и духовная конвергенция — исследование, проведенное по инициативе Ассоциации американских психологов и ее председателя Мартина Селигмана, показало, что самые разные народы мира имеют общий набор добродетелей. «Мы прочитали Аристотеля и Платона, Фому Аквинского и Блаженно-го Августина, Ветхий Завет и Талмуд, труды Конфуция, Будды, Лао-цзы, Бенджамина Франклина, кодекс самураев бусидо, Коран и Упанишады — всего около двухсот произведений. И вот, изучив все это многообразие религиозных и культурных памятников (в том числе с трехтысячелетней историей), мы, едва веря собственным глазам, обнаружили шесть общих для всех народов добродетелей: мудрость и знание, мужество, любовь и гуманизм, справедливость, умеренность, духовность или трансцендентность» (М. Селигман. Новая позитивная психология: научный взгляд на счастье и смысл жизни. — М.: София, 2006).

На пути реализации этого сценария необходимо решить множество социально-экономических, социально-правовых и культурологических вопросов. Но возможны и определенные прорывы. Например, успешное решение проблемы автоматического перевода может существенно облегчить общение носителей разных языков. Национальная идентичность сохраняется, а общению с людьми другой языковой культуры это не мешает.

### *Сценарий «Торжество технологий»*

Развитие биологии и прикладных биотехнологий приводит к общей практике увеличения продолжительности жизни и массовому активному долголетию в развитых странах Запада. Одновременно происходит революционное развитие технологий, связанных с созданием искусственного интеллекта и «кибернетических организмов», роботов. Это делает возможным развитие безлюдных технологий в добывающем

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

и обрабатывающем производстве, в сфере услуг. Массовая дешевая рабочая сила практически не нужна. Сокращение численности населения не воспринимается как проблема, наоборот, проблемой становятся «лишние люди».

Перспективы реализации такого сценария основываются на исследованиях биологов и биохимиков, в частности российского исследователя академика В.П. Скулачева, которые свидетельствуют не только о существовании биологических механизмов, позволяющих некоторым видам животных жить очень долго и активно, но и о возможности биохимического воздействия на организм человека для блокирования биологического механизма старения («старость — это болезнь, ее нужно лечить»).

Вполне вероятно, что западное общество усилиями своих ученых приблизится к названным целям. Открытыми остаются вопросы о готовности долго работать и о степени работоспособности новых долгожителей, их отношениях с иными членами общества.

### *Сценарий «Европа — русская деревня»*

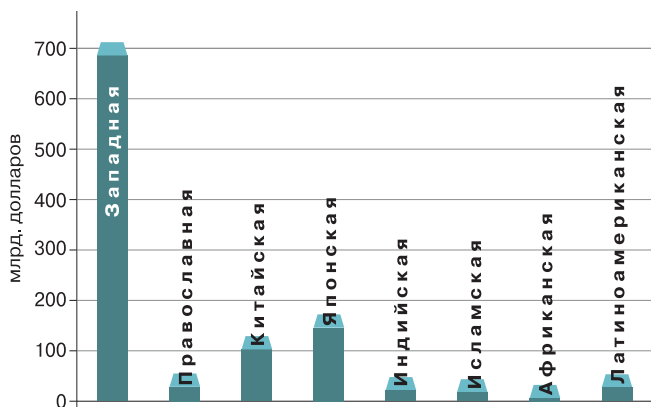
Для современной русской деревни характерны старение населения, уход молодежи в город и большой потенциал роста сельскохозяйственного производства. Такая перспектива возможна и для Западной Европы, принимая во внимание массовый перенос промышленного производства западными компаниями в страны Азии, Африки и Латинской Америки. Процесс деиндустриализации может принять необратимый характер и привести к утрате мирового лидерства не в результате общего упадка экономики, а в силу того, что другие государства развиваются быстрее. Так произошло с Нидерландами, экономическим лидером XVII века, чей бурный экономический рост закончился с падением промышленного производства и сокращением уровня промышленного экспорта. Лидером стала Великобритания, «мировая мастерская». Ныне к этой роли «мировой мастерской» примеряются Китай, Индия и Бразилия.

С упрочением подобной тенденции изменится и ситуация с рабочей силой: молодые и энергичные жители стран Западной Европы, в меньшей степени — США и Японии в поисках выгодной работы будут перемещаться из страны в страну, становясь «гражданами мира». На европейском континенте, напротив, возрастает доля населения пожилого и преклонного возраста.

Тем не менее в западных странах (США, Канада, Австралия, Франция, Испания, Италия, Нидерланды, Польша) остается и развивается сельское хозяйство, высокоразвитая отрасль, выдерживающая международную конкуренцию. Названные страны по своим почвенно-климатическим данным имеют хорошие условия для сельскохозяйственного производства, а рост мирового населения неминуемо потребует максимального вовлечения в производство продовольствия всех имеющихся ресурсов.

### *Сценарий «Торжество рантье»*

Согласно этому сценарию, из западноевропейских стран и США продолжится уход предприятий обрабатывающей промышленности, но они сохранят свои позиции научно-технического и финансового лидерства в мировой экономике. Сни-



5  
Затраты на научные исследования и разработки

зится угроза дефицита низкоквалифицированной рабочей силы, проблемой станет привлечение высокообразованных и наиболее одаренных людей из других стран. Остальному миру Запад предоставит свой финансовый и интеллектуальный капитал, получая за это доход (ренту). Прочие страны, не обладающие возможностями по развитию высоких технологий, импортируют или копируют их.

В то же время есть и другая сторона этой модели развития, которая может сформировать описываемый сценарий. По крайней мере, в настоящее время лидерству европейской цивилизации в затратах на научные исследования и разработки никакая другая цивилизация не угрожает (рис. 5). Только японская следует за ней с большим отставанием. Китайская пока лишь на третьем месте с еще большим отрывом от лидеров.

Нужно заметить, что не только биржевые спекулянты грезят о том, чтобы этот сценарий реализовался. Все «экономические чудеса» от послевоенного японского до роста Китая в последние годы шли по пути максимизации экспорта в страны «золотого миллиарда»; пенсионные фонды, дешевый потребительский кредит — все ложится именно в эту модель развития.

#### Сценарий «Злые соседи»

Иммиграция из стран Азии, Африки и Латинской Америки в развитые страны в течение продолжительного времени и в значительных масштабах приводит к тому, что в странах Запада сложились крупные общины выходцев из развивающихся стран, которые являются гражданами стран Запада, интегрированы в экономику этих стран, но не стали носителями западной культуры и не желают изменять свои ценности и культуру. Сегодня элементы этого сценария присутствуют во многих странах Европы — в крупных городах сложились районы, населенные исключительно иммигрантами, которые даже и не пытаются интегрироваться в местную жизнь.

Сожительство разных цивилизаций на одной территории становится неизбежным, но оно протекает в форме сегрегации, антагонизма, вражды и неприятия ценностей друг друга.

#### Сценарий «Человек западный — исчезающий вид»

Такой сценарий может стать развитием и продолжением предыдущего. Долговременное сокращение численности населения в странах Запада при постоянной и интенсивной иммиграции инокультурного населения приводит к тому, что носители западноевропейской христианской цивилизации становятся меньшинством в среде новых пришельцев.

Новые мигранты и тем более мигранты второго и третьего поколений обжились на новом месте, ощущают себя жителями Европы (а также США и Канады). Используя демократические процедуры, они понемногу занимают господствующее положение в органах власти управления государственного и местного уровней, получают контроль над экономической жизнью и средствами массовой информации. Они восприняли многие элементы бытовой потребительской культуры западной модели, но при этом сохранили верность религи-



6  
Схема возможных переходов между сценариями развития европейской цивилизации

озным и социокультурным нормам своей культуры. Коренные европейцы вынуждены приспосабливаться к изменившимся условиям существования и к культуре «новых европейцев».

#### Сценарий «Варфоломеевская ночь»

Альтернативный вариант развития сценария «злые соседи». Долговременное сосуществование представителей двух различных цивилизаций при минимальном сотрудничестве, нарастающем недовольстве из-за потребительства мигрантами материальных и социальных благ стран пребывания, а также усиливающейся поляризации по культурно-цивилизационному признаку может вылиться в насильственные действия.

Такой сценарий сейчас кажется маловероятным, особенно в свете политики толерантности в странах Западной Европы и США. Однако кто мог в начале XX века предсказать возникновение нацизма в образцово культурной и высокоразвитой Германии или геноцид армян в Турции, произошедший после многих веков их совместного проживания в пределах одного государства?

Представляется, что описанные сценарии дают ориентиры для определения контуров будущего, которое может реализоваться при названных ранее тенденциях демографического развития и ресурсного обеспечения. Естественно, что отдельные элементы разных сценариев могут сочетаться.

Возможные переходы от одного сценария к другому представлены на рис. 6. Непосредственный переход современного западного общества в новое состояние возможен по пяти вариантам. Максимально благоприятным был бы идеальный сценарий «Конвергенция цивилизаций».

Из названных можно выделить несколько групп сценариев. «Торжество технологий» представляет вариант успешного развития и решения основных проблем человечества в целом или по крайней мере западноевропейской цивилизации и Японии. «Торжество рантье» и «Европа — русская деревня» — варианты неустойчивого переходного состояния, которые могут привести к сценарию «Торжество технологий», а могут — к вариантам «Злые соседи» и «Западный человек — исчезающий вид». «Варфоломеевская ночь» — насильственная альтернатива сценарию «Западный человек — исчезающий вид», чреватому риском долгосрочного ослабления и возможного исчезновения европейской цивилизации.

Представляется, что необходим прогнозный мониторинг названных процессов, поскольку предотвращение нежелательных вариантов развития может оказаться более приемлемым, чем борьба с их последствиями. Еще одной важной задачей является определение конструктивных программ, которые могли бы выводить цивилизации на желательные траектории развития и предотвращать кризисы.





Художник Н. Колпакова

НАНОФАНТАСТИКА

# Ошибка на ошибке

**Алексей Дуров**

Инспектор Климов сочувственно смотрел на Скляра. Кто-то удивится: человек отправил неизвестно куда звездолет с сотней пассажиров, как можно ему сочувствовать? Но уж очень измученным и напуганным выглядел Скляр.

В сущности, программист не слишком виноват. Вирус съел весь софт гипернавигатора «Виверры», Скляр поставил другой, вирусоустойчивый, но в нем не хватало подпрограммы курсопрокладчика, пришлось писать ее вручную. Написал, только отладить не успел — выдернули на авральную работу. А диспетчер решил, что раз программист пришел, поработал и ушел, значит, с гипернавигатором «Виверры» все в порядке, и выпустил ее в рейс. И она исчезла, да так основательно, что — редчайший случай — не могут выследить даже по кильватерному следу. А на борту ровно сто человек в анабиозе, и ресурса криокамер осталось на двое суток. Есть еще скафандры — значит, люди будут убивать друг друга за кислород. Ведь в наше время к управлению звездолетом без специального допуска не подступишься, только автоматике доверяют пилотировать — слишком много катастроф случилось из-за человеческих ошибок. Да и в теперешнем кризисе виноваты люди — программист и диспетчер. Хотя со Скляром не все до конца понятно. Сначала подозревали, что он нарочно подпортил гипернавигатор, тем более компьютеры выдавали вероятность преступного умысла в семьдесят два процента. Не подтвердилось: Скляр здорово испугался, узнав, что «Виверра» исчезла, охотно сотрудничал. Все пароли раскрыл

и согласился на детектор лжи, после которого компьютеры изменили мнение: теперь выдавали вероятность девяносто девять процентов с гаком, что звездолет исчез из-за ошибки в программе. Выяснить бы, что там Скляр напортил, тогда, возможно, и пропавший корабль найдется. Гипернавигатор улетел вместе с «Виверрой», но Скляр остался, и его крепко взяли в оборот — допрашивали под гипнозом. Самое главное — вытянули из его памяти злополучную подпрограмму курсопрокладчика. Но ошибок, способных увести звездолет не туда, в ней найти не могут, хотя уже сутки ищут. Полтора десятка программистов, и Скляр один из них — пялится на экран осоловевшими красными глазами, бормочет что-то, руками разводит, головой трясет.

А Климов задумался: правы ли компьютеры? Если в подпрограмме ошибка, то почему ее до сих пор не нашли? Какой-то там «дважды закрытый комментарий» — не ошибка, а так, нарушение обычаев — увидели в первый же час, причем все, и Скляр тоже.

Заиграл сигнал вызова, Климов вздрогнул. А Скляр вообще подпрыгнул, в глазах — даже не надежда, мольба. Если «Виверру» не найдут, то может случиться не сто смертей, а сто одна: как опасался присутствовавший на допросах психолог, Скляр попробует покончить с собой. Одной проблемой больше...

Звонил Чен — один из тех, кто тоже ищет ошибку. Без новостей, с одним только раздражением:

— Ну что там этот, ничего больше не вспомнил?

— А вы ничего не нашли? — как можно спокойнее спросил инспектор. — В таком случае не отвлекайте. Или что-то есть?

Чен не отвечал. Зато донесся приглушенный мужской голос — кто-то там был рядом с Ченом:

— А почему я не могу найти в списках кораблей «Сверхновую»?

Ответил другой голос, женский:

— Потому что «Сверхновая» пишется без пробела, грамматикой!

Скляр неожиданно встрепенулся:

— Пробел?! — развернулся к экрану, ударил по клавишам. И коротко рассмеялся. Истерично. Рехнулся от волнения? Или — нашел?..

— Я знаю, в чем дело! — заявил Скляр. — Кажется... Вот, смотрите!

Инспектор увидел строчку: «Kurs.EndCoord=xyz\_Prev».

— Это в курсопрокладчик записываются предыдущие координаты, — взалхнул объяснял Скляр. — А я после «энд» пробел поставил. В прошлой версии программной оболочки контрол-пробел нажимают, чтобы... в общем, удобно иногда, но в этой другое сочетание... Под гипнозом я же голосом говорил, устно, пробелов не слышно. И записали слитно. А так получилось... «курс-энд» значит, что подпрограмма курсопрокладчика закрывается раньше времени, «коорд» — целевые координаты, то есть — куда лететь.

— А «икс-игрек-зет» — набор координат?!

— Ну да, структурная переменная...

— И где это?!

— Ну... предыдущие координаты. Там, откуда прилетела.

— С Фальстафа. И ясно, почему по кильватерному следу не могут найти, — она же, выходит, по собственному следу улетала! Слились следы.

Инспектор уже вызывал начальство. Все подтвердилось за пять минут: еще позавчера прилетел с Фальстафа беспилотный грузовик и он, оказывается, записал радиопозывные «Виверры». Но никому не сказал, потому что не был на это запрограммирован.

Скляр широко улыбался. Самоубийство отменяется.

Инспектор вздохнул:

— А если бы на «Виверре» был пилот...



## В зарубежных лабораториях

### О смешанных посадках

*У клевера со злаками взаимная любовь.*

«PlosONE»,  
25 сентября  
2012 года

У бобовых растений в клубеньках на корнях живут бактерии, которые усваивают азот из воздуха. От этого симбиоза выигрывает не только хозяин, но и соседи: часть созданных бактериями соединений азота через почву попадает и к ним. Что это — бескорыстная дружба или соседи чем-то отдариваются? На примере сообщества клевера и злаков это выясняли исследователи из университетов Вагенингена и Ланкастера.

В своих опытах они засеивали делянки чистыми культурами и их смесью, а затем следили за развитием растений. Оказалось, что корни клевера, который рос рядом со злаком, накапливали углерод в три раза быстрее, чем при выращивании его в монокультуре. Растущая в клевере трава, а именно душистый колосок, также быстрее усваивала углерод. Выделение углерода в атмосферу при дыхании растений и почвы в смешанной культуре уменьшалось. Что же касается азота, то его соотношение с углеродом в клевере не изменилось, а вот в соседних колосках существенно выросло — азотные удобрения всегда повышают концентрацию этого элемента. Считается, что такому перераспределению углерода способствовали почвенные грибы, которые живут около корней и помогают растению усваивать питательные вещества. Видимо, на это взаимовыгодное сотрудничество давно обратили внимание создатели газонов — они нередко добавляют семена клевера в смесь.

## В зарубежных лабораториях

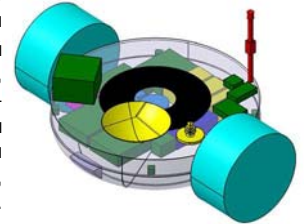
### Катер для Титана

*Есть предложение провести экспедицию по титанскому морю Лигеи.*

Агентство  
«Alpha-Galileo»,  
27 сентября  
2012 года

В 2000 году корабль «Гюйгенс» отделился от станции «Кассини» и, пролетев по небу сатурнианского спутника Титана, передал первые изображения титанской панорамы. Она оказалась более похожей на земной пейзаж, чем картинки с любой другой изученной людьми планеты: небо покрыто облаками, выпадают дождь и снег, по поверхности суши разбросаны озера и реки. Правда, и осадки, и реки с озерами — это не вода, а очень холодные углеводороды. В общем, все так, как и предполагали планетологи, только нет следов жизни. А ведь еще Айзек Азимов указывал, что если мы не найдем жизни на Титане, где такое обилие органических веществ, то значит, наши представления о том, откуда она взялась, надо будет серьезно пересматривать.

Что делать дальше? Испанские инженеры, объединившись в группу TALISE, предложили 27 сентября 2012 года на Европейском конгрессе планетологов проект исследования Титана с помощью амфибии. Совершив посадку посреди моря Лигеи, занимающего значительную часть северного полушария, она могла бы несколько месяцев плыть по направлению к берегу, а потом выбраться на сушу и исследовать прибрежную полосу. Предполагается, что, получив одобрение коллег и финансовых органов, исследователи приступят к конструированию титаноплава.



## В зарубежных лабораториях

### Фабрика палеолита

*Найдена мастерская, где древние люди обрабатывали мамонтовую кость.*

Агентство  
«Alpha-Galileo»,  
26 сентября  
2012 года

Немецкие ученые, исследующие поселение времен раннего палеолита (35 тысяч лет назад) в районе Брейнбаха (земля Саксония-Ангальт), обнаружили очередные доказательства того, что наши представления об организации общества в те давние времена не совсем совершенны. Оказывается, древние люди смогли организовать самое настоящее промышленное производство.

Нашли же немецкие исследователи под руководством доктора Олафа Йориса мастерскую по обработке мамонтовой кости. Она состояла из нескольких участков. На одном расщепляли мамонтовые бивни, на другом обрабатывали полученные полуфабрикаты, в третьем складировали отходы производства, в том числе бракованные изделия. Копаясь в этой мусорной куче, археологи нашли украшенный резьбой стержень и фрагменты незаконченной трехмерной скульптуры. Склад готовой продукции, как и источник сырья для производства, не обнаружен. Предполагается, что бивни древние мастера брали с кладбища мамонтов, расположенного где-то неподалеку, или это была добыча охотников, причем не только товарищей тех ремесленников, но и исчезнувших из этих мест за несколько тысячелетий до того неандертальцев, — видимо, по мысли коллег доктора Йориса, они годами складывали в одну кучу скелеты съеденных животных.

Кстати, как учит политическая экономия, наличие производства, да еще с разделением труда, — свидетельство того, что в обществе имеется много избыточного продукта, а производственные отношения отнюдь не примитивны. Возможно, есть даже меновые отношения, в том числе выходящие за пределы общины (откуда-то бивни должны были появляться?). Вряд ли мы ожидали увидеть подобную картину в столь глубокой древности...

## В зарубежных лабораториях

### Карлики на низком старте

*Низкорослые деревья могут принести много пользы лесоводству.*

Агентство  
«NewsWise»,  
27 сентября 2012  
года

Аграрии давно применяют карликовые сорта злаков или яблонь — первые меньше легают, а вторые раньше начинают плодоносить, и плоды с них собирать проще. Видимо, скоро дело дойдет и до древесины — исследователи из Орегонского университета считают, что открытые биологами генетические механизмы регулирования роста дерева позволяют отказаться от привычной парадигмы лесопромышленников. «Изменяя с помощью генетической модификации синтез растительных гормонов, можно не только управлять скоростью роста или увеличением биомассы, — говорит профессор Стивен Стресс. — Количество веток, масса корней, использование воды — все это можно менять». В результате получатся низкорослые деревья, которые не будут падать от сильных ветров, зато станут устойчивыми к засухе. Большая масса корней позволит надолго захранивать в земле изъятый из атмосферы углекислый газ. Короткие, толстые стволы деревьев повысят качество древесины, уменьшив при этом время оборота плантации.

По мнению исследователей, попав в лес, карлики (на фото по краям) не смогут соревноваться с высокорослыми за место под солнцем и поэтому не должны нарушать экологический баланс. Однако нужно строго запретить перенос генов от культурного карлика к природным растениям, особенно тем, которые служат основой лесной экосистемы. В противном случае возможны серьезные неприятности. Пока что от подобных манипуляций США защищает строгое законодательство: добиться регистрации трансгенного дерева стоит слишком дорого, отмечает профессор Стресс.



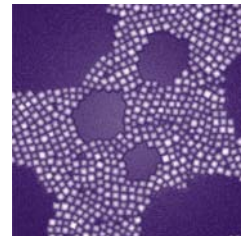
**Частицы светят  
сквозь тело**

*Созданы нано-частицы, свет от которых можно увидеть сквозь три сантиметра тела.*

Агентство  
«NewsWise»,  
28 сентября 2012  
года

**З**аглянуть внутрь человека и разглядеть там какую-то специфическую ткань — дело заманчивое, но непростое. Нужны контрастный агент и соответствующее излучение, как правило, небезопасное рентгеновское, способное легко проходить сквозь человеческое тело. Гораздо безопаснее использовать хотя бы инфракрасное излучение, которое тоже может проникать достаточно глубоко. Но как сделать для него контрастный агент?

Возможно, это удалось международной группе исследователей во главе с профессором Парасом Прасадом из университета Буффало и доцентом Хан Ганом из Массачусетского университета. Они синтезировали наночастицы, которые, поглощая два инфракрасных фотона с большой длиной волны, то есть легко проникающих в ткани тела, объединяют их и



излучают новый фотон — длина его волны гораздо меньше, но лежит в так называемом окне прозрачности. Эксперименты на свиньях показали, что такое излучение позволяет рассмотреть наночастицы сквозь три сантиметра ткани.

Частицы состоят из ядра, содержащего редкоземельные металлы — иттербий и туллий (соединения первого известны как люминофоры, а второй — активатор люминесценции), а также натрия и фтора. Это ядро покрыто оболочкой на основе фторида кальция, которая близка к составу костей и, стало быть, должна обеспечивать биосовместимость наночастиц.

Предполагается, что с их помощью удастся увидеть сквозь кожу пациента расположение опухолей внутри организма. Для этого к наночастицам надо пришить специальные белки, способные связать их с соответствующей тканью.

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

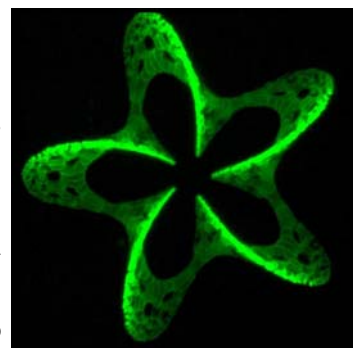
**Растим шаблон  
для органа**

*С помощью лазера можно сформировать трехмерный микрошаблон, к которому потом присоединятся клетки.*

«Advanced Functional Materials»,  
2012, т. 22, № 16,  
с. 3527, doi: 10.1002/  
adfm.201290098

**К**огда формируется живая ткань, клетки получают информацию от сигнальных молекул, разбросанных по межклеточному матриксу. В частности, они прикрепляются к таким молекулам, обеспечивая органу форму. Инженерам, конечно, хотелось бы так же управлять поведением клеток при выращивании искусственного органа. Однако пока что размещать сигнальные молекулы в некотором порядке удавалось лишь на плоских образцах. Александр Овсянников и Роберт Лиска из Венского технологического университета попробовали создать технологию для упорядоченного размещения специфических молекул в трехмерном пространстве.

Свои опыты они ставили с гидрогелем, в котором был растворен полимер — ароматический азид, легко разлагающийся при нагревании, — и флюорофор. В тех местах, куда попадал луч лазера, азид распадался, и получающиеся высокорезакционные остатки пришивали к гелю светящиеся молекулы. Размер такой зоны — четыре микрона. Пройдя лучом по гидрогелю, ученые сформировали изящные фигуры размером в две сотни микрон. Видимо, в дальнейшем они планируют прикреплять уже не светящиеся, а сигнальные молекулы, и тогда размещенные в гидрогеле клетки узнают, где им нужно закрепиться и начать делиться, порождая трехмерную форму.



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

**Химический  
компьютер**

*Каплями воды можно написать компьютерную программу.*

«Advanced Materials»,  
4 сентября 2012  
года, doi: 10.1002/  
adma.201202980

«**Д**ва года назад, рассматривая движения капель по поверхности листа в саду моей мамы, я обнаружил, что они могут вести себя подобно бильярдным шарам, то есть при столкновении отскакивать друг от друга. Оказывается, этим можно воспользоваться для программирования химических реакций», — рассказывает Хенриikki Мертаниemi из Университета Аальто (Финляндия).

Дальнейшие работы по изучению обнаруженного эффекта показали, что, управляя движением капель по сверхгидрофобной поверхности, можно обеспечить арифметические и логические операции, сами же капли послужат в этом случае битами информации. Если наполнить такие водяные биты реагентами, то результатом операции окажется химическая реакция.

В общем, на основе капель воды можно сделать простейшие логические устройства, не зависящие от электричества, а можно и программируемые устройства для биохимических анализов. Финские исследователи продемонстрировали работоспособность идеи так: управляя коалесценцией (увеличением размера за счет соседей) капли, они запрограммировали реакции между флюоресцирующими металлическими кластерами.



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

**Аппетит  
бактерий**

*Микроорганизмы за пять месяцев после аварии в Мексиканском заливе съели 200 тысяч тонн нефти и газа.*

«Environmental Science and Technology»,  
2012, т. 46, № 19,  
с. 10499, doi:  
10.1021/es301363k

**И**сследование ученых из Рочестерского университета во главе с Джоном Кесслером продолжают тему нефтяной пленки (см. «Химию и жизнь», 2012, № 9). В течение нескольких месяцев после аварии в Мексиканском заливе, которая случилась в апреле 2010 года, они мерили профили распределения кислорода по глубине. Всего было совершено 1300 замеров на площади в сто квадратных километров, которые позволили оценить, насколько активно микроорганизмы поедали вылившуюся из скважины нефть и выделившийся газ. Дело в том, что микробы, разлагающие углеводороды, потребляют кислород, что и позволяет рассчитывать скорость поглощения еды. Оказалось, что за пять месяцев они съели 200 тысяч тонн, причем основной праздник живота (или пищеварительных вакуолей, или что у них там...) пришлось на километровую глубину. Затем в активности микробов наступила пауза. «Непонятно, то ли праздник закончился, то ли бактерии устроили перерыв перед десертом и кофе, — говорит Кесслер. — Ведь и после сентября 2010 года 40% углеводородов, попавших в этот слой, оставались в заливе. Впрочем, где именно находятся скопления нефти и каким биохимическим превращениям они за это время подверглись, не известно».

Даже эти слова свидетельствуют, что полной ясности о судьбе огромного количества нефти, разливающегося по акваториям во время аварий на скважинах, у исследователей пока не сложилось.





# Другие

**В. Благутина**

*Что же мне делать, слепцу и пасынку,  
В мире, где каждый и отч и зряч,  
Где по анафемам, как по насыпям —  
Страсти! где насморком  
Назван — плач!*

Марина Цветаева

Монотонные движения, многократные повторения одних и тех же слов, жестов и звуков, неспособность освоить элементарные операции (одевание, приготовление пищи), паника и агрессия в незнакомой обстановке и при нарушении привычного порядка вещей, неспособность учиться как все — этих людей часто считают умственно отсталыми и даже ставят им диагноз «шизофрения». И вдруг человек, который не может научиться разговаривать и по поведению кажется слабоумным, с помощью «вспомогательных коммуникативных технологий» проявляет острейший ум, фантастические способности в математике и других предметах, пишет книги, стихи. В брошюре Хильды Де Клерк «Мама, это человек или животное?» она приводит слова своего сына: «Страдать аутизмом — не значит не быть человеком. Это значит, быть странным. Это значит, что то, что нормально для других, не нормально для меня, а то, что нормально для меня, ненормально для других.

*Аутизм — безусловно тяжелое нарушение развития. Оно ограничивает активность и приспособительные возможности человека, а его близким доставляет страдания. Даже талантливые ребята со сверхспособностями испытывают огромные трудности в адаптации и без специальной помощи и программ обучения не могут реализовать свои таланты. В XX веке стала понятнее природа многих заболеваний, но аутизм и в XXI веке остается загадкой.*



В некоторых отношениях, я очень плохо подготовлен, чтобы выжить в этом мире, как если бы я был инопланетянин, приземлившись без учебника. Но моя личность не тронута. Я чувствую большое значение и ценность моей жизни, и у меня нет никакого желания быть вылеченным. Признайте, что мы отличаемся друг от друга, будучи равными, что мой способ существования — это не только искаженная версия вашего. Давайте вместе работать, чтобы мы смогли построить между нами мосты».

Сейчас в Интернете можно найти много блогов аутистов и видеороликов, где они сами объясняют, как именно они видят и воспринимают окружающий мир. Обычно мы мыслим, комбинируя слова и абстрактные понятия, переходя от общего к частному. У аутиста все происходит наоборот, поэтому, если чашка имеет непривычную форму или цвет, он не понимает что это за предмет. Кроме того, у них особое пространственное мышление. «Я перевожу произносимые и написанные слова в цветное кино, дополненное звуком, которое проигрывается в моей голове подобно видео», — пишет о себе женщина-аутистка Темпл Грэндин. Другая аутистка, Аманда Беггс, с 1999 года публикует в Интернете статьи и видео, объясняя, почему она тратит столько времени на элементарные для остальных действия. При этом она не умеет говорить, а пользуется синтезатором речи. Аманда Беггс тоже пишет об особом 3-D мышлении.

Хорошо известна и разновидность аутического нарушения — «синдром саванта» (на самом деле эти люди имеют более или менее выраженный синдром Аспергера): при затруднениях с обыденными процедурами человек может мгновенно возвести любое число в любую степень, или сказать, каким днем недели будет 24 марта 2021 года, или же, один раз взглянув на город сверху, воспроизвести его в мельчайших подробностях.

Этих странных «других» людей довольно много. По приблизительной оценке, у 6 человек из 1000 сейчас встречаются расстройства аутистического спектра, или РАС (их много, этих расстройств, и они разные), у мальчиков в четыре раза чаще, чем у девочек. Причем количество диагностированных нарушений за последние 20 лет выросло чуть ли не в десять раз, особенно в США и Европе. Цифры так впечатляют, что некоторые говорят об эпидемии. По данным Всемирной организации аутизма, в 2008 году одному из 150 детей ставили диагноз РАС — это чаще, чем глухота и слепота, вместе взятые, синдром Дауна, сахарный диабет или онкологические заболевания детского возраста.

## Эпидемия?

Впервые термин «аутизм» использовал швейцарский психиатр Евгений Блейлер в 1911 году, однако он полагал, что наблюдает симптомы шизофрении. Аутизм как самостоятельное расстройство описал в 1942 году американский психиатр Лео Каннер: «Невозможность с рождения установить нормальные отношения с людьми и реагировать на ситуацию». Годом позже сходные нарушения у старших детей описал

австрийский педиатр и психиатр Ганс Аспергер (теперь два синдрома носят их имена).

Очень долго, до 1970-х годов, причиной этих нарушений считали холодные и отстраненные отношения между матерью и ребенком. Психотерапия и ее теории были настолько популярны, что в 1960-х годах Бруно Беттельгейм (Чикаго) активно пропагандировал разделение в таких случаях матери и ребенка. Впрочем, психотерапевтическое лечение продолжалось и сегодня, но популярным в некоторых странах. Кстати, когда стало очевидно, что в развитии аутизма часто важную роль играет генетическая компонента, появилось более обоснованное объяснение этой гипотезы. Вполне вероятно, что есть случаи, когда матери, носительницы тех же генов, сами испытывали трудности в общении, в том числе и с собственными детьми, хотя диагноза им и не ставили. Так что в некоторых случаях холодные матери и аутичные дети — это, скорее всего, не причина и следствие, а два следствия одной причины.

В последние десятилетия, когда стали много говорить о том, что число людей с аутическими расстройствами стремительно растет (в какой степени это верно, обсудим позже), начались массовые кампании с поисками виноватых. Так, в 1998 году в авторитетнейшем британском журнале «Ланцет» была опубликована статья Эндрю Вейкфилда, который утверждал, что его исследования демонстрируют связь между вакцинацией MMR (вакцина от кори, краснухи и паротита) и аутизмом. Война вокруг данных Вейкфилда затянулась больше чем на десять лет. Сначала говорили, что дело в иммунной системе, что она не может справиться с тремя возбудителями сразу, но потом виновником объявили содержащийся в вакцине тимеросал (органическое соединение ртути, которое используют как консервант). Соответственно все время обсуждались и другие случаи, когда детям ставили аутизм после прививок другими вакцинами. Начали выпускать вакцины без тимеросала, но количество больных аутизмом не уменьшилось. В США с 2001 года рассматривались тысячи исков о выплате компенсаций родителям детей-аутистов, полагающих что болезнь их детей — результат прививок. Считается, что война закончилась в 2009 году, когда американский суд отклонил требование родителей детей-аутистов признать государственную программу вакцинации виновником инвалидности их детей. Этому предшествовали публикации в солидных научных журналах, где говорилось о несостоятельности обвинения. В феврале 2010 года «Ланцет» отозвал статью Вейкфилда после независимой проверки, а в январе 2011 года «British medical journal» прямо написал о том, что его данные были фальшивкой (doi: 10.1136/bmj.c534). Но, как говорится, осадочек остался — до сих пор противники прививок говорят о вакцинации как причине аутизма, и сотни тысяч людей по всему миру отказываются прививать своих детей.

Симптоматика этих нарушений часто бывает расплывчатой, и диапазон ее очень широк. По уровню развития речи, интеллекта и адаптации в целом аутисты — чрезвычайно полиморфная популяция. Индивидуальные проявления

варьируют от тяжелых нарушений, при которых человек не может говорить и действительно умственно неполноценен, до социально активных высокофункциональных аутистов (то есть способных выполнять много функций), которые просто немного странны при общении, имеют не очень широкие интересы, а говорят многословно и педантично. На самом деле словом «аутизм» называют все похожие нарушения, а это только одно из пяти pervasive developmental disorders, PDD), или расстройств аутистического спектра. На аутизм, то есть синдром Каннера с четко очерченными признаками, похожи еще три заболевания: синдром Аспергера (нормальные или высокие интеллектуальные способности при известной бедности эмоций и плохой социализации); синдром Ретта (самое тяжелое нарушение, встречается почти исключительно у девочек) и детское дезинтегративное расстройство, или синдром Хеллера (это редкое заболевание особенно страшно тем, что в начале жизни ребенок развивается нормально, а симптомы появляются в возрасте от двух до десяти лет). При несовпадении симптомов с критериями определенного заболевания ставят диагноз «неуточненное глубокое нарушение развития» (PDD-NOS).

В течение долгого времени ученые считали, что классическая триада характерных симптомов — недостаток социальных взаимодействий, нарушенная коммуникация, ограниченность интересов и повторяющийся репертуар поведения — вызвана общей причиной. Однако сейчас полагают, что это сложное расстройство, разные проявления которого порождаются различными причинами. В некоторых из них действительно виноваты генетические аномалии. Правда, не найден единый ген, вызывающий расстройство, но обнаружено множество генов-кандидатов (подробнее см. ниже). Остальные предполагаемые причины — врожденные ненаследуемые мутации, пренатальные риски (в том числе прием определенных лекарств, инфекции, депрессия матери), факторы риска после рождения (низкий вес, родовые травмы, продукты питания, тяжелые металлы, инфекционные заболевания, растворители, пестициды, алкоголь, курение...). Все эти факторы надо проверять, и проверка займет не одно десятилетие, пока же всё предположительно пишут через запятую.

Существуют и другие теории развития аутизма. Например, когнитивные, в основе которых лежит познание социальных аспектов окружающего мира. В частности, есть мнение, что люди с РАС — это люди со «сверхмаскулинным мозгом». В норме у человека существует баланс между эмпатией и систематизацией, то есть стремление и умение понимать эмоциональное состояние другого человека уравнивается стремлением к анализу, классификации и созданию правил. При аутизме есть склонность к гиперсистематизации — человек вырабатывает свои правила мысленного обращения с событиями, которые он может контролировать, но совершенно не способен к эмпатии, а значит, не умеет обращаться с теми событиями, которые вызваны другими действующими лицами. Поскольку мозг мужчины более способен к систематизации, а мозг женщины — к эмпатии, аутизм считают крайним вариантом «мужского» развития мозга.

Есть и другая подход. В 80-е годы было высказано предположение, что у аутистов отсутствует «теория разума» (theory of mind). Эта специфическая способность, свойственная человеку и высшим животным, активно развивается в детстве и позволяет воспринимать как свои переживания, так и переживания других людей, понимать, что именно другое существо думает, чувствует, хочет и планирует. Действительно, больные аутизмом делают ошибки в простейшем «тесте Салли — Энн». Кукла Салли прячет шарик в корзинку и уходит, кукла Энн перепрятывает шарик в коробочку, а ребенку задают вопрос: «Где Салли будет искать шарик?» Совсем маленькие дети и

80% детей с аутизмом отвечают: «В коробочке у Энн» — они не могут себе представить, что знает Салли и чего она не знает. И в самом деле, современные методы исследования показывают, что у аутистов бывают повреждены те структуры мозга, которые отвечают за «теорию разума». (Как ни странно, такие структуры существуют, умение думать о том, что думает другой, не появляется только из жизненного опыта — хотя, конечно, опыт общения способствует его развитию.)

Существуют теории другого типа, которые на первый план выдвигают обработку мозгом общей, несоциальной информации. К сожалению, ни одна теория в отдельности не объясняет всех симптомов. Возможно, будущее за комбинированной теорией, которая учтет все многочисленные отклонения.

Так что же с «эпидемией» аутизма? В последние 20 лет действительно во много раз увеличилось количество людей с диагнозом «нарушения аутистического спектра». Эпидемия? Пока четкого подтверждения этому нет. Ученые говорят о трех ключевых причинах. Первая — диагностика стала лучше (стандартные критерии диагностики установили в начале 1980-х годов Всемирная организация здравоохранения и Американская ассоциация психиатров). Здесь есть небольшой нюанс: поскольку диагноз ставится только на основании тестов и поведения пациента, а четкие биохимические показатели отсутствуют, то здесь все зависит от мнения врача. Например, в 1987 году были изучены медицинские карты 7000 калифорнийских детей с аутизмом, и оказалось, что одному из десяти первоначально ставили диагноз «умственная отсталость». В пересчете на страну это изменение в диагностике дало 5000 дополнительных случаев аутизма с 1993 по 2005 год. Вторая причина — лучшая осведомленность населения. Этому способствовали и фильмы, и передачи, и то, что об этой проблеме начали говорить открыто. Третий фактор — родителями становятся в более позднем возрасте, а чем дальше, тем больше организм накапливает поломок, которые могут передаваться детям.

Но все вместе эти три причины, по оценке некоторых специалистов, могут объяснить только половину возросшего количества заболеваний. Другая половина — это предположения. Есть влиятельное лобби, которое предлагает методично исследовать факторы окружающей среды, а это, как уже упоминалось, займет годы. Впрочем, существует и более простое объяснение: долгое время причиной заболевания считали плохое воспитание и, как только вину с родителей сняли, они стали с большей готовностью признавать болезнь.

## Исследования мозга

Начиная с 1970-х годов стали появляться нейрофизиологические объяснения аутизма. Например, возникло предположение, что аутизму способствуют ранние нарушения чувственного восприятия: невозможность распознать звук, образы, осязательные характеристики. В этом случае ребенок не может адаптироваться к окружающему миру и довольствуется собственным миром, который придумывает сам. Долгие годы исследователи пытались доказать это предположение инструментальными методами, поскольку изменения в мозгу свидетельствовали бы о том, что аутизм — не психическое заболевание, а нарушение развития. Похоже, им это удалось.

Еще в 1984 году французские исследователи сравнили любительские съемки детей — как родители их купают, как дети едят, первые шаги, семейные праздники. После сравнения обычных детей с детьми, которым позднее был поставлен диагноз РАС, обнаружили два важных факта. Первые признаки аутизма (неулыбчивость, отсутствие потребности в телесном контакте) уже заметны в первые недели жизни. Неполадки в восприятии окружающего мира видны быстро, тогда как трудности в общении проявляются только во время



второго года жизни. Чтобы воспринимать мир, нужно хорошо слышать, видеть и ощущать, поэтому исследователи сделали вывод, что на самых ранних стадиях развития такие дети испытывают дефицит чувственного восприятия.

Увидеть, так ли это или нет, можно, регистрируя электрическую активность мозга — это делается с помощью электродов, которые располагают на коже головы. У мозга есть базовая электрическая активность, а если добавляются какие-то внешние раздражители (слуховые, зрительные или тактильные стимуляции), то электрическая активность меняется. Это так называемые вызванные потенциалы (ВП), причем они могут быть слуховые (СВП) или зрительные (ЗВП). Учитывая, что при аутизме затруднено вербальное общение, слуховые вызванные потенциалы изучали подробнее всего.

Звук, прежде чем мы его услышим, проходит через наше внутреннее ухо, потом передается через слуховой нерв в ствол головного мозга, сигнал попадает в мозг и там соединяется с другими сигналами, воспринятыми органами чувств, — после этого происходит распознавание объекта. Каждый из этих этапов был изучен у детей с аутизмом еще в начале 1980-х. Первая фаза, связанная с внутренним ухом, оказалась совершенно нормальной, то есть нарушений слуха как такового у них нет. Вот на следующем этапе — в стволе головного мозга — у 20% обследованных обнаружили нарушения в проведении нервных импульсов. Возможно, поэтому некоторые дети-аутисты ведут себя как глухие.

Специфические аномалии обнаружили на следующем этапе — в самом мозгу. У обычного ребенка слуховые вызванные потенциалы увеличиваются пропорционально силе звука. Это означает, что мозг адаптируется к изменениям окружающей среды. Аутичные дети реагируют по-другому. Более трети из них не имеют вообще никакого слухового вызванного потенциала, независимо от интенсивности звука. Эта группа включает тех, у которых уже есть проблемы на уровне проводимости ствола. Еще треть от всех исследованных имеет нормальные СВП, но они не меняются в зависимости от звука — то есть мозг реагирует с одинаковой амплитудой на любой звук и любую его силу. Можно представить себе, как трудно в этой ситуации реагировать на более сложные стимулы, например речь. Какофония в мозгу, скорее всего, и генерирует тревогу, заставляя отвергнуть внешний мир.

Наконец, еще одна треть аутичных детей имеет нормальные СВП с хорошей модуляцией, как и у всех. Так же обычно они реагируют на визуальные стимулы. Следовательно, в этой группе сбой происходит на заключительном этапе — при интеграции с другими сенсорными данными. У детей этот последний этап исследовать очень трудно, поскольку он требует выполнения сложных задач. Его сделали на взрослых, и оказалось, что эта последняя стадия действительно нарушена даже у хорошо понимающих речь подростков и взрослых, страдающих аутизмом. Для детей была предложена другая методика: у них записывали вызванные потенциалы при одновременном воздействии звука и света. Оказалось, что аутичный ребенок не может совместить два раздражителя — когда он слушает, он не видит, а когда он смотрит, не слышит. Получается, что проблема не в самом сенсорном восприятии, а в том, как сигналы от органов чувств обрабатывает мозг.

На остальные вопросы электроэнцефалограммы ответов не дают, они только могут рассказать о том, как работает кора головного мозга. Однако изображения мозга, полученные методами магнитно-резонансной томографии (МРТ) и позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), позволяют при сопоставлении выявить нервные центры, участвующие в чувственном восприятии, и даже увидеть, какие нейрохимические системы в этом участвуют. Еще один метод, измерение мозгового кровотока, также показывает, какие четко определенные области мозга активны при выполнении тех или иных



задач, и в конце 80-х — начале 90-х было сделано довольно много подобных исследований.

Оказалось, что во время простой и невербальной слуховой стимуляции (бип, бип) у обычных детей от пяти до десяти лет кровоток увеличивается в левой височной области, участвующей в понимании языка, в то время как у детей-аутистов та же стимуляция увеличивает кровоток в правой височной области, которая участвует в распознавании мелодий. Это различие подтверждает, что мозг при аутизме функционирует неправильно, хотя повреждения и незаметны. Возможно, более подробные исследования позволят понять, затронут ли мозг в целом или отдельные участки.

Многочисленные эксперименты показывают также, что у детей-аутистов двух-трех лет кровоток в лобной части меньше и примерно соответствует тому, который наблюдают у остальных детей в годовалом возрасте. Поскольку через несколько лет кровоток становится нормальным, ученые считают, что это указывает на задержку в созревании мозга в совсем маленьком возрасте. В первые годы жизни число связей между нейронами увеличивается очень интенсивно, особенно в лобной доле (такие исследования тоже были сделаны), об этом свидетельствует активное поглощение глюкозы, ведь она единственное топливо для нейронов. Зависимость нелинейная, но максимум приходится примерно на три-четыре года. Это означает, что происходит формирование и развитие больших систем, в которые собираются тысячи нейронов. Учитывая дефицит кровотока в лобной части у аутистов, возможно, что у них это развитие задерживается или происходит по-другому. Причем это не метаболическая нехватка какого-то нейромедиатора, передающего информацию от нейрона к нейрону, а нарушение в формировании системы.

Сложность для исследователей в том, что при аутических нарушениях каждый испытуемый выдает свою индивидуальную реакцию. Иногда их даже трудно разделить на группы, понять, принадлежат ли двое пациентов к одной группе или к разным. Огромное разнообразие ответов на сенсорные стимуляции свидетельствует о том, что патологические процессы у разных людей неодинаковы. Общий результат — нарушение созревания лобной части мозга. А это означает, что аутизм — сложное нарушение развития, а не психическое заболевание.

## Что говорят генетики

С тех пор как синдром аутизма был описан Каннером, споры велись вокруг вопроса, аутистом рождаются или становятся. Но со времен Каннера многое изменилось — как мы уже говорили, речь теперь идет не об одном заболевании, а о нарушениях аутистического спектра, которые не все характеризуются триадой симптомов. Благодаря открытиям, которые начиная с 2003 года следовали одно за другим, удалось доказать, что некоторые формы аутизма действительно передаются по наследству, то есть в них виновата генетика. И хотя известны, по-видимому, еще не все гены, ответственные за нарушения, но уже понятна роль некоторых из них.

То, что РАС могут наследоваться, подозревали давно. Ведь



если в семье есть ребенок с аутизмом, то вероятность рождения еще одного с подобными нарушениями гораздо выше. Если же один из двух идентичных (монозиготных) близнецов страдает аутизмом, то вероятность, что другой тоже окажется больным, — 90%, а для неидентичных, генетически не более близких, чем обычные братья и сестры, эта вероятность только 25—30%. Кроме того, часто при обследовании семей оказывается, что и родители таких детей проявляют странности в общении.

Прямые доказательства появились в 2003 году, когда группа под руководством Томаса Буржерона в Институте Пастера нашла мутацию в двух генах X-хромосомы у двух братьев: у одного из них был аутизм, а у другого синдром Аспергера. Найденные гены кодируют белки нейролиггин 3 и нейролиггин 4, которые отвечают за образование синапсов — межнейронных связей. Нейролиггин находится в мембране нейрона и «протягивает руку» белку нейрексину в мембране нейрона-соседа. От надежности этого рукопожатия зависит, правильную ли структуру имеет синапс. А поскольку именно через синапс передается импульс от нейрона к нейрону, ничего удивительного, что мутации в генах нейролиггина критичны для работы нервной системы.

После 2003 года у больных РАС были найдены и другие мутации генов белков, формирующих синапсы. Так, в 2007 году обнаружили мутацию в гене *Shank3*, локализованном на 22-й хромосоме, он также производит белок, необходимый для работы синапсов. В том же году 50 исследовательских групп в Европе и США (так называемый Autism Genome Project) после скрининга 1168 семей, в которых было не менее двух детей с диагнозом «аутизм», нашли еще один ген, связанный с аутистическими нарушениями, — это оказался ген нейрексина 1.

Сегодня известно уже несколько десятков генов, ассоциированных с аутизмом. Кстати, в их число попал и знаменитый *FOXP2*, который журналисты часто называют «геном речи», — его продукт отвечает за развитие речевых способностей, и было много шума, когда у неандертальцев нашли тот же вариант этого гена, что и у современного человека. Однако у разных больных повреждены разные гены, и исследования продолжаются.

Об одной из работ по генетике аутизма, выполненной в лаборатории Колд-Спринг-Харбор под руководством Майкла Уиглера, мы уже писали (см. «Химию и жизнь», 2008, № 8) — о ней рассказывал сам Джеймс Уотсон, когда приезжал в Москву. Они установили, в частности, что случаи появления аутизма в семьях, где ранее не было больных, могут быть связаны с вариациями числа копий (*copy number variation*, CNV), то есть утратой или дополнительной вставкой сегментов генома в зародышевых клетках родителей: такая нестабильность — серьезный фактор риска.

Большой шаг вперед был сделан, когда в 2008 году группа Томаса Зюдхофа (Техасский университет) создала генетически модифицированную мышь. У нее отсутствовал ген нейролиггина 3 (*NLGN3*), и она проявляла характерный аутистический тип поведения. Через несколько месяцев в Институте Пастера создали мышь, у которой не вырабатывался белок нейролиггин 4 (*NLGN4*), — она лучше своих собратьев ориентировалась в пространстве (обладала, как некоторые аутисты, сверхспособностями?), но в целом имела такие же нарушения, как мыши без нейролиггина 3.

Эксперименты с генетически модифицированными мышами дают довольно много. Например, в случае с нейролигином 3 удалось установить, как именно отсутствие этого белка нарушает передачу сигнала и изменяет пластичность нейронных сетей. Оказалось, что увеличивается количество специфических глутаматных нейронных рецепторов, управляющих передачей сигналов между нейронами. Избыток рецепторов ухудшает передачу синаптического сигнала в процессе обучения, что нарушает развитие и работу мозга вообще. Есть обнадеживающие данные, что неправильное развитие нейронных путей в мозгу обратимо: когда исследователи активировали синтез *NLGN3* у мышей, нервные клетки стали производить глутаматные рецепторы в нормальном количестве и дефекты, характерные для мозга при этом заболевании, исчезли. А значит, глутаматные рецепторы — перспективная цель для лекарственной терапии. Поиском их антагонистов (то есть потенциального лекарства от аутизма), в частности, занимается Биоцентр Базельского университета при поддержке фирмы «Roche».

Помимо синаптических нарушений, есть и другие. Например, много исследований посвящено роли мелатонина у больных аутизмом. В самом деле, у них существенно снижена активность фермента ASMT (ацетилсеротонин-метилтрансферазы), вырабатывающего мелатонин, равно как и количество самого мелатонина в крови. В 2008 году была выявлена мутация в гене, кодирующем фермент ASMT. Однако только у 6% пациентов (выборка из 250) был обнаружен дефектный ген мелатонина (у 1,6% в контроле), а при этом расстройство сна, за которое ответствен мелатонин, встречается у 60% аутистов. По последним данным, прием мелатонина вроде бы улучшает ситуацию. Во многих случаях дефицит мелатонина можно обнаружить уже у родителей, и это расценивают как фактор риска. С другой стороны, дефекты этого гена коррелируют и с другими психическими расстройствами, например с клинической депрессией, сезонными ухудшениями настроения.

Итак, в настоящее время считается доказанным, что генетически запрограммированное неправильное формирование и созревание синапсов ведет к возникновению аутизма. Также известно, что при этих нарушениях в крови не хватает гормона мелатонина, и есть данные, что его добавление помогает смягчить симптомы. Однако не до конца понятно, почему это происходит.

Так в чем причина аутизма? Ученые не смогли пока подтвердить, что его вызывают только генетические поломки (пока доказано, что они ответственны за 20-30% расстройств). Учитывая многообразие симптомов и проявлений, вполне вероятно, что причин «другого» развития мозга много: не только гены, участвующие в строительстве мозга, но и инфекции или токсичные факторы, какой-то внутриутробный фактор, действующий в ключевой момент формирования нервных центров. Сейчас принято считать, что причин, скорее всего, несколько и не все из них известны. Генетикам, нейробиологам и биохимикам предстоит и дальше искать ответ на вопрос, почему развитие мозга идет по другому пути.







# Древние числа

Вадим Мисюк

РАДОСТИ ЖИЗНИ

*Если читать русскую народную сказку справа налево, то это про нас. Потому что в начале было Счастье. Хотя, если с философской точки зрения, — Счастье, оно есть всегда, оно как белый свет — просто в разное время мы видим разные участки его спектра в узком частотном диапазоне.*

*Для нас — для меня и моего товарища Виктора Строганова — этот диапазон тогда был 20–20 000 Гц, причем на уровне 3дВ! Не воодушевляет? А для аудиофилов той поры это были священные числа. К сожалению, все священное рано или поздно превращается в древность. Так эти числа стали просто штампом на задней крышке какой-нибудь китайской подделки эпохи Ху (Цзиньтао).*

В конце 80-х мы разработали систему, позволявшую расширить частотный и динамический диапазон записи на магнитофонах. Так, советский кассетник «Яуза 220» писал у нас на обычной ленте «Normal» лучше, чем какая-нибудь «Aiwa» на «хромдиоксиде»!

Молва быстро разлетелась по стране, и в один прекрасный день к нам пришли Владимир Мукусев с бригадой из программы «Взгляд» и Эдуард Артемьев в качестве музыкального эксперта.

После эфира с нами захотели дружить директора заводов и представители релевантных, как сейчас принято говорить, министерств и ведомств. Голова кружилась сильно, почва уплывала.

И вот в самый разгар явился он — Александр Гапон, профессиональный аудиоэксперт, «слухач».

— Дадите ЭТО прослушать? — брезгливо осведомился он.

Мы охотно дали. И в ответ получили — получили изысканно и поучительно. В конце нам прочли лекцию о звуке и посоветовали не морочить народу голову.

— Послушайте, — говорил он, — Дарвин нам оставил всего пять чувств, четыре из которых мы нежно лелеем; прожигая огромные деньги в дорогих ресторанах, проводя полдня в магазинах, выбирая ТОТ запах, покупая кресло именно с кожаной обивкой, а о выборе обоев вообще лучше скорбно промолчать. И никто не желает убогих подделок в ярких упаковках. Почему же никто не относится столь же трепетно к слуху?! Мы, горожане, живем на акустической свалке и не замечаем этого. Более того, отгородившись от большой свалки стенами своей квартиры, мы нажимаем кнопку, и примитивный излучатель звуковых колебаний заваливает нас мусором по нашему выбору. Современная индустрия массового звука предлагает нам фастфуд для автомобиля, бега, метро, дискотек. Этот музыкальный субпродукт приукрашивается всякими вкусовыми добавками типа заданных звенящих верхов и бухающего гипербаса. А тут еще вы со своим изобретением для убогих! Нищая интеллигенция может сходить в консерваторию и послушать там. Кстати, в консерватории слушает и богатая интеллигенция. Причем вторая, в отличие от первой, придя после концерта домой, слушает то же самое и в том же качестве. Ну, если не в том же, то в очень близком — и чем ближе, тем дороже. При этом каждое приближение может стоить целое состояние! И вот это самое «чем ближе» уже никакой вашей машинерией не определить. И слава Богу!



Конечно же мы подружились, конечно же он притащил нам свой студийный магнитофон, ламповый усилитель и аудио-мониторы, и конечно же он стал у нас главным.

Долговязый, худой, лысеющий, рыжебородый. Держинское выражение лица. В ушах бананы (джентльмен никогда не назовет их тампонами), отделяющие внешний мир от внутреннего. Мизантроп и зануда, в общем — эстет. Эстет звука и всего остального. Он из той категории граждан, которым не знаешь, завидовать или сочувствовать. Действительно, это благо или проклятие — слышать всё, более того, видеть звук, ощущать звук, чувствовать его запах и вкус?!

Только они способны направить усилия разработчиков аудиоаппаратуры в нужную сторону. Те, кто верит в технические характеристики, наверное, не догадываются, что эти самые характеристики и были установлены в результате оценки слушателями заметности тех или иных искажений звучания.

Разбирая аудиотехнику 50-х, удивляешься наивности создателей. Крепили детали, динамики к чему попало, как попало и чем попало. И что удивительно — неплохо звучит до этих пор. Переход к 70-м вместе с переходом на транзистор породил Hi-Fi. Это сокращение от английского High Fidelity, что можно перевести как «высокая точность», «высокая верность». То есть воспроизводимый такой аппаратурой звук очень близок к оригиналу.

По схемам, деталям, корпусам тех времен видны исследования, расчеты, воплощение новых идей. Восьмидесятые — время расцвета Hi-Fi. Появляется много замечательных компаний, решения становятся интереснее и разнообразнее. Девяностые: на аудио- и видеорынок обращает внимание чистый бизнес — все больше микросхем, ниже стоимость и качество звука. Новые модели появляются с регулярностью газет. Много Hi-Fi фирм умерло, много перешло в другие руки.

В это время появился High-End. Не как противовес чему-то. Hi-End — маркетинговый термин обозначающий высочайший класс, как правило, звукоусиливающего аппаратного и программного обеспечения. В отличие от Hi-Fi, в номенклатуре современной радиоэлектроники для понятия «Hi-End» отсутствуют регламентирующие стандарты, но такие устройства, как правило, имеют в своем составе только высококачественные компоненты, использование которых бывает экономически неосновано. Hi-End средни астрономии, изучению Вселенной или, возможно, теоретической физике. Чтобы постигать материю или дух, нужны все более совершенные инструменты. Hi-End многообразен — это и схематически простые однотактные усилители, где важно значение каждой детали, и изумительно верно воспроизводящий звук виниловые проигрыватели, и акустические системы, сочетающие в себе и расчеты, и эмпирический опыт там, где теория пока бессильна. Изготовителей аппаратуры Hi-End даже фирмами трудно назвать — это скорее творческие лаборатории, где «слухач» — бог и царь. Их можно пересчитать по пальцам, их произведения акустического искусства рождаются в муках творчества не по одному месяцу.

Остальные же компании, Hi-Fi, отчаявшись найти знак равенства между материей и духом, все силы решили направить на достижение «комфортности» звучания. То есть занялись «вкусной» упаковкой звука. Отсюда все эти «мыльницы» — расадники шансона и немолчаливые свидетели всего пленэрного. Кстати, между нами, в Америке их называли pigger boxes.

После того как аудиоэксперты стали непререкаемыми авторитетами на рынке Hi-End, было решено систематизировать их опыт. Чтобы повысить достоверность результатов, полученных различными фирмами, а также чтобы получить возможность сравнивать их между собой, в таких авторитетных международных организациях, как IEC (Международный электротехнический комитет, МЭК), AES (Общество аудиоинженеров), ISO и другие, были созданы специальные рабочие группы, занятые разработкой рекомендаций по организации субъективных экспертиз. На основе этих ре-

комендаций создавались национальные стандарты в США, Японии, Германии. (В нашей стране такими документами служат IEC 268-5, Part-B Sound System Equipments «Listening test's on loudspeakers», 1985 г., стандарт ОСТ 4.202.003-84 «Метод экспертной оценки качества звучания», «AES recommended practice for professional audio-Subjective evaluation of loudspeakers», 1996 г.)

К примеру, «Рекомендации МЭК 268-15, 13; AES-20-1996 и ОСТ 4.202.003-84» определяют требования:

- к условиям прослушивания (требования к помещению, порядку отбора и размещения образцов и слушателей, требования к параметрам звуковоспроизводящего тракта и т. д.);
- к процедуре тестирования (выбору программного материала, методам оценки, порядку прослушивания, интерпретации полученных результатов);
- к подбору экспертов (проверка слуховых порогов, опыта прослушивания, способов тренировки и т. д.);
- к видам оценочных таблиц и способам статистической обработки результатов.

Вот так. Можно себе представить, какие жаркие споры велись по каждому пункту.

Но это не идет ни в какое сравнение с баталиями, развернувшимися вокруг вербализации ощущений от прослушивания и тем более вокруг подбора экспертов.

## Ошибки аудиоэкспертизы

Отголосок этих баталий слышен в трактате «Семь слов об ошибках аудиоэкспертизы» А.М. Лихницкого, который около десяти лет занимался психоакустикой в лаборатории по изучению слуха Института физиологии им. Павлова АН СССР под руководством члена-корреспондента АН СССР Г.В. Гершуни и всю жизнь искал ответ на вопрос: «Что такое качество звучания?» Приведем из него небольшой отрывок.

«Организаторы аудиоэкспертизы ошибаются, когда на работу в качестве специалистов приглашают просто хорошо слышащих молодых парней. Еще больше они ошибаются, когда полагают, что экспертами могут быть профессиональные музыканты или, что еще хуже, ученые-психофизики. Организаторы экспертизы часто не принимают во внимание то, что аудиоэксперт — это совершенно самостоятельная профессия. К тому же он должен иметь чрезвычайно тонкий слух, слуховую память, музыкальную восприимчивость и, главное, то, чего обычно не хватает современным музыкантам, и особенно ученым, — это музыкальная культура и художественный вкус. Тонким слухом обладают от рождения многие. Благодаря этой способности аудиофилы различают звучание сетевых кабелей, подставок под аппаратуру и т.п. Тех, у кого есть такой тонкий слух, принято называть «золотыми ушами».

Тонкость слуха сопрягается с разрешающей способностью аудиоаппаратуры примерно так же, как острота зрения с увеличением микроскопа. Однако иметь тонкий слух для аудиоэксперта недостаточно. Эксперт должен слышать не только различие сравниваемых звучаний, но и определять, какое из них лучше, причем по каждому его признаку. Психологический механизм предпочтений основан на известном методе триад.

В соответствии с этим методом субъективное предпочтение одного стимула другому происходит, когда один из них более похож на третий, так называемый справочный. У аудиоэксперта справочными должны быть сложившиеся в памяти эстетические эталоны звучания. Что может быть проще этого метода? Однако именно формирование у аудиоэкспертов правильных эстетических эталонов оказалось самым непростым делом. Если вдуматься, то речь здесь идет о воспитании у них изначально отсутствующих музыкальной культуры и художественного вкуса. Из-за сложности и, главное, длительности процесса такого воспитания роль

эстетических эталонов организаторами аудиоэкспертизы была практически нивелирована.

В результате изготовители звуковой аппаратуры и аудиоиздания начиная с какого-то времени утратили понимание того, к чему, собственно, следует стремиться. В этом, а также в коммерциализации вопросов, связанных с качеством звучания, кроется главная причина, почему “золотая рыбка” в конце концов отняла у миллионов меломанов музыку, а вместо нее оставила разбитое корыто под названием High End.

Описания звучания аудиоаппаратуры, обычно публикуемые в аудиоизданиях, читатели воспринимают как имеющую искусствоведческий привкус тарабарщину. А все потому, что сделанные на “свободном”, может быть, даже совершенном литературном языке описания звучания понять в принципе нельзя. Объясняется это просто: язык музыки непереводим на другие языки.

Но и в этом вопросе природа отчасти спутала нам карты. Выяснилось, что есть некоторые слова-описания, которые читатели связывают с вполне определенным характером звучания. Слова эти, так называемые ассоциативные прилагательные, мы действительно понимаем, потому что в наш мозг была когда-то заложена жесткая ассоциативная связь между определенными характеристиками звучания и некоторыми зрительными и тактильными ощущениями. Таких описательных прилагательных, существующих в виде полярных пар, обнаружено около 200.

Вот некоторые из них: “высокий-низкий”, “светлый-темный”, “яркий-тусклый”, “теплый-холодный”, “гладкий-шершавый” и т.д. Именно эти слова ввели в заблуждение аудиоэкспертов, заставив их поверить, что они способны без затруднений рассказывать о том, что слышат.

К сожалению, для того, чтобы составить полное описание звучания, ассоциативных прилагательных недостаточно. Поэтому еще полвека назад акустики старой школы задумались над созданием специального, охватывающего все аспекты звучания словаря. Теоретически такой словарь может быть составлен. Надо только заранее оговорить содержание всех используемых в нем терминов, жестко привязав их ко всем наиболее важным слуховым ощущениям от звучания.

Составлением такого словаря занимались многие: первый был Л.Беранек, позже — Дж.Г.Холт, П.Квортруп, инженерная группа AES и даже ваш покорный слуга. Если вы когда-нибудь сравните все созданные за полвека словари, то, скорее всего, окажетесь в затруднении, так как не сможете предпочесть один другому. Чтобы разобраться в этом вопросе, предлагаю читателям подсказку в форме загадки. Лучший среди словарей тот, с помощью которого удастся наиболее полно выразить очертание “слона”».

## Заключение эксперта

И на десерт, я хотел бы предложить читателям одно из лучших «произведений» Александра Гапона — экспертное заключение на акустическую систему Castle.

«Сказать по правде, увидев акустику Castle включенной в звуковой тракт, я пришел в некоторое замешательство с долей разочарования. Дело в том, что во время предыдущих прослушиваний эта акустика подключалась к самым разнообразным усилителям, дорогим и не очень, транзисторным и ламповым, однако ее устойчивый “нейтралитет” в звуке не позволял сделать каких-либо определенных выводов. Причем такой “нейтралитет” больше напоминал пресловутую английскую чопорность. Конечно, можно было выставить эту чопорность (или, скорее, неопределенность звучания) как некое достоинство: отсутствие окрашенности звука, например. Но после недолгого раздумья, дабы не вводить читателей в заблуждение, было решено вообще не упоминать эти колонки в предыдущих рецензиях. Понятное дело, предубеждение — вещь

вредная, и последнее прослушивание подтвердило правоту этой незатейливой мысли. С первых минут возникло странное ощущение, как будто по ошибке подключили другие колонки, стоящие рядом, — настолько сильно усилитель “AudioLab” изменил характер их звучания. Казалось, что границы звукового поля имеют почти видимые очертания сферы, центр которой — посередине между колонками на уровне глаз слушателя. Подобный эффект с другими усилителями проявлялся не так отчетливо. Характерные детали звукового пространства очень хорошо были переданы в композиции “South Bound”, с которой начинается альбом Al Di Meola “Kiss My Ax”. Хорошо были слышны все составляющие и компоненты звучания, которые погружают слушателя без каких-либо усилий с его стороны в атмосферу этого музыкального произведения. Звук буквально обволакивает слушателя своей воздушно-столью, легкостью и какой-то празднично-эмоциональной наполненностью. Динамические возможности звучания тракта были ярко продемонстрированы в эпизоде композиции “The Embrace”, в котором удары малого барабана с бочкой и басом не смазаны ни в пространстве, ни по атакам. Заглавная пьеса альбома наиболее полно раскрыла звучание тракта. Виртуальное пространство в ней воспринималось легко, без нарушения естественности звучания акустических инструментов в сочетании с “синтетикой” и с сохранением мельчайших подробностей в звуковых планах. В другой пьесе “Morocco” в звучании акустической гитары отчетливо прослушивались тонкие нюансы “звуковой жизни” струн, хлопки в ладоши были очень правдоподобными и не походили на кастаньеты, что иногда случается. Для любителей “поаудиофильствовать” в начале пьесы “Phantom” имеются очень “аппетитные звоночки”, а для понимающих в гитарной технике в одном из пассажей слышно характерное микроглиссандирование. Не менее эмоциональным оказалось и звучание трио Жака Люсье (альбом “Jacques Loussier Plays Bach”). Оставлю правомерность джазовых транскрипций произведений великого Баха на растерзание музыкальным критикам — нас ведь на данный момент волнует звучание, — оно и в самом деле было волнующим, т.к. в звучании инструментов хорошо передавались тончайшие нюансы. В фортепианной партии отлично передавалась динамика исполнения: от мягкого легато до жесткого стаккато. В пассажах, сыгранных стаккато, отчетливо прослушивалось обертоновое послезвучие практически у каждой ноты. В то же время мягко исполненные фразы звучали очень тепло и доверительно. В целом, звучание рояля было полновесным и, если так можно выразиться, местами даже “широкомасштабным”<...>

## Выводы

Итак, испытанный аудиотракт оставил приятное впечатление благодаря “повышенно-комфортному” звучанию. После практически трехчасового непрерывного прослушивания не чувствовалось никакого утомления, что уже есть большое достижение для транзисторного усилителя. Характер звучания тракта занимает промежуточное положение между “ламповым” и “транзисторным”».

P.S.

С той поры сменилось целое поколение слушателей. Нынче на дворе эпоха MP3, FM-диапазона и диджеев — у них масса поклонников.

За остальных я спокоен.

P.P.S.

Свою домашнюю аудиолaborаторию я переоборудовал в мастерскую карикатуриста...



# Эволюция: новое о случайности и необходимости



КНИГИ

Доктор  
сельскохозяйственных наук

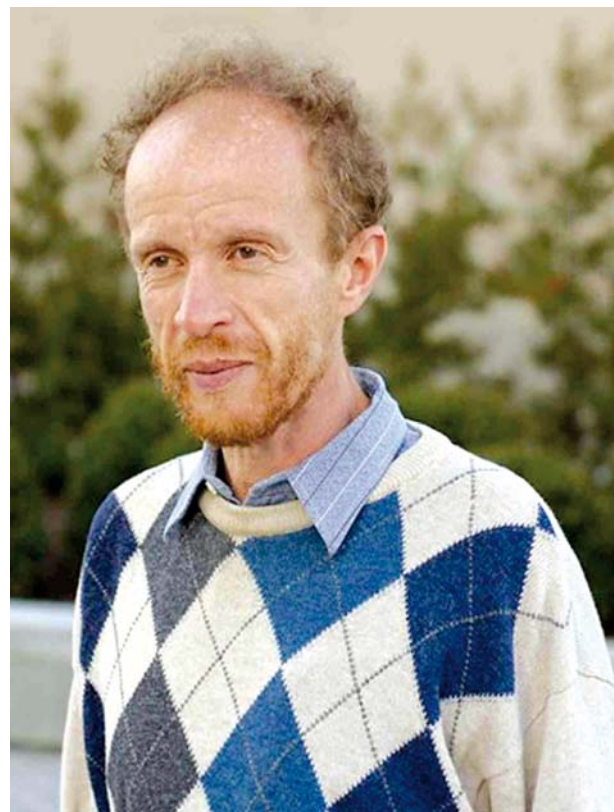
**В.И.Глазко**

Евгений Кунин — сотрудник Национального центра биотехнологической информации (National Center for Biotechnology Information, Бетезда, США), эксперт с мировым именем в области компьютерной и эволюционной биологии. Он окончил МГУ, там же получил кандидатскую степень, до 1991 года работал в Москве. Однако его замечательная монография «Логика случая: природа и происхождение биологической эволюции» по ряду очевидных причин была издана на английском языке. Произошло это год назад, и на русский язык она пока не переведена. Возможно, читателям «Химии и жизни» будет интересно ознакомиться хотя бы с кратким пересказом. Наверняка даже краткий пересказ кому-то покажется сложным, но ничего не поделаешь — на переднем крае современной биологии «царских путей» нет.

По моему глубокому убеждению, монография Евгения Викторовича Кунина — знаковое событие для естественных наук. Она посвящена истории эволюционной биологии, от Дарвина до современной геномной эры. Анализируя собственные и литературные данные, автор убедительно представляет сформированные им представления о роли стохастических процессов и адаптогенеза (формирования новых приспособительных функций) в возникновении новых форм, в последовательных этапах эволюции всего живого. Его работа — стройная конструкция, не избегающая ни одного дискуссионного момента, но четко указывающая на значение и место неопределенности в эволюционных событиях.

Монография читается как детектив, не позволяет оторваться от развития мысли автора, заставляя переосмысливать по пути множество устоявшихся представлений. Свои оригинальные выводы Евгений Кунин сопровождает блестящими короткими заключениями, которые, несомненно, войдут в профессиональный язык биологов. Например: «Эволюция — это возникновение клетки, все остальное — история». Или последовательный анализ понятия «сложность». В трудах по теории эволюции регулярно упоминаются «сложность», «комплексность» (эти понятия — не синонимы), «прогресс» и т. п., но у Кунина они получают однозначные, непротиворечивые определения и становятся эффективными инструментами для построения теорий.

Автор широко использует представления, сформированные в физике. В каком-то смысле вся монография возвращает долги эволюционистов таким физикам, как Шредингер и



*Евгений Кунин*

Гамов, пытавшимся создать единую картину материального мира. И недаром название книги, «Логика случая», совпадает с названием монографии «The Logic of Chance» (1866) английского философа и математика Джона Венна. Во введении автор пишет, что это случайность. Но так или иначе, в эволюционной биологии настало время интеграции. Уже невозможно заниматься деталями и частными случаями, необходимо представить эволюцию так, как представлял ее Дарвин, — как единый процесс. За такой труд (колоссальный, учитывая количество литературы, дискуссий и мнений) взялся Евгений Кунин. Этого потребовала от него логика развития сравнительной геномики. И вполне естественно, что центральным вопросом для него стал поиск соотношений между случайностью и необходимостью в эволюции. А это напрямую связано с частотной теорией вероятности, которой посвящена «Логика случая» Джона Венна. Можно сказать, что в самом названии книги реализовалась логическая необходимость, которая выглядит как случайность.

Уникальность книги еще и в том, что в каждой главе, посвященной определенному этапу развития эволюционной мысли, автору удается выделить его главные темы и полученные результаты. Это производит огромное впечатление, поскольку книги, посвященные эволюционному учению, до сих пор не могут избавиться от традиции описательности,

---

Валерий Иванович Глазко — заведующий Центром нанобиотехнологий Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАСХН (иностранный член).



сложившейся в биологических науках еще в XIX веке: зачастую они перегружены примерами, цитатами из работ лидеров эволюционного «мейнстрима».

Мне представляется очевидным, что эту книгу необходимо включить в базовый список литературы для высших учебных заведений. Дело даже не в том, что она обеспечивает необходимый уровень фундаментальной подготовки в естественных науках, — она предоставляет крайне важный пример способов анализа, интерпретаций, ассоциативных рядов, обобщений, так необходимых для любой интеллектуальной работы.

Первая глава книги «**Основы эволюции: Дарвин и современный синтез**» рассказывает о главных событиях зарождения эволюционной теории. Дарвин рассматривал отклонения признаков у единичной особи как случайные события, а вектор эволюционного времени — как причину их накопления. Иными словами, единица эволюции по Дарвину — особь. Затем автор рассказывает о том новом, что привнесла в эволюционную теорию современность, и в том числе популяционная генетика. Синтетическая теория эволюции как ее единицу рассматривает популяцию, и в этой картине случайны колебания частот встречаемости того или иного признака.

В главе 2 «**От современного синтеза к эволюционной геномике: множественные процессы и схемы эволюции**» автор рассматривает неизбежность стохастических, случайных процессов. Ошибки при передаче наследственной информации возникают просто вследствие сбоев репликации, по физико-химическим причинам, однако их количество ограничено «эволюционным порогом ошибок».

Огромное влияние на развитие эволюционной теории в свое время оказала статья Стивена Гулда и Ричарда Левонтина (1979). Они отметили, что эволюционисты должны не только пытаться объяснить организацию живых объектов с точки зрения адаптогенеза, но и учитывать внутренние взаимодействия отдельных систем организма, случайный дрейф и другие факторы. Они же ввели в эволюционную биологию понятие «спандрела», заимствованное из архитектуры. Спандрел, или пазуха сводов (см. рисунок), — элемент конструкции, форма которого определяется другими деталями. Как полагали Гулд и Левонтин, некоторые генетические системы сохраняются в ходе отбора не потому, что именно они повышают приспособленность, а как пассивное следствие «латания» возникающих противоречий между другими генетическими элементами.

В качестве иллюстрации возьмем результат, полученный в моих собственных исследованиях экспрессии ферментов у агробактерий. У видов с более высокой активностью ферментов внутриклеточного энергетического метаболизма была снижена активность ферментов метаболизма субстратов, поступающих извне, а у других — наоборот. При этом, судя по всему, суммарный конечный результат потока метаболитов для жизнеобеспечения оставался сходным. В данном случае отбор идет по конечному продукту, например по количеству АТФ, достоянство которого может быть достигнуто разными путями.

Кунин цитирует знаменитого французского биолога Франсуа Жакоба, который говорил, что естественный отбор чаще всего так и работает — не как человек, который целесообразно что-то строит, а как тот, кто чинит нечто все время разваливающееся, чтобы оно хоть как-то функционировало. Из этого следует очень важное заключение: проекция фенома на геном в принципе не может быть однозначной, а следовательно, она мало консервативна в ходе эволюции. В переводе на общепонятный язык: одни и те же признаки у разных видов могут обеспечиваться разными наборами генов.

В этой же главе автор начинает рассматривать проблему «Древа Жизни» — родословного древа всего живого на Земле, к которой он последовательно, на разных уровнях анализа,

возвращается в следующих главах. Сравнение последовательностей рибосомных РНК и ряда белков позволило выделить три «ветви», или домена, Древа: эукариоты, то есть организмы, имеющие ядро, бактерии и археи. Обсуждается проблема LUCA (Last Universal Common Ancestor — Последний Общий Предок), а также направления эволюционных изменений, которые создали огромное разнообразие его потомков.

В главе 3 «**Сравнительная геномика: геномный ландшафт**» мы узнаем сразу несколько удивительных вещей. Во-первых, структурных генов (то есть генов, кодирующих белки, транспортные и рибосомные РНК), в сущности, не так много, например у человека белки кодируют всего около 2% генома. Во-вторых, геномы живых организмов можно разделить на два типа: длина одних пропорциональна количеству генов, у других такой корреляции нет! В-третьих, структурные гены удивительно консервативны по сравнению с высокой изменчивостью их позиций в геноме друг относительно друга (геномного порядка).

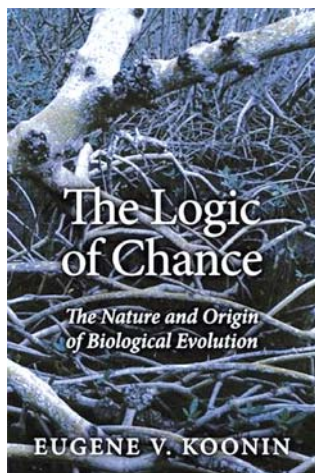
Какие гены входят в минимальный набор, необходимый для жизнеобеспечения? Автор приходит к выводу, что в нем «перепредставлены» гены, продукты которых участвуют в передаче информации. Генных систем, обслуживающих репликацию, транскрипцию, трансляцию и межклеточную передачу сигналов, «слишком много» по сравнению, например, с ферментами внутриклеточного метаболизма — гликолиза, липидного синтеза. Однако за исключением небольшого количества таких генов (чуть больше трех десятков) нельзя определить «сердцевинную», или «базовую», минимальную генную сеть, общую для всех форм жизни, хотя имеется универсальный набор функций, необходимых для существования клетки.

Сравнивая геномы, Кунин отмечает, что единица «космоса» генов — это кластер ортологов. Ортологи — гомологичные гены у разных видов, «потомки» одной последовательности ДНК, накопившие различия, когда виды разошлись. (Существуют также паралоги — неидентичные копии одного и того же гена, возникшие в результате дупликации: обычно, но не всегда паралогами называют копии генов у одного организма.) Сейчас существуют обширные базы данных по кластерам ортологов, и современные специалисты в области эволюции генома работают именно с ними.

Сравнительный анализ показал, что все гены по степени их консервативности в ходе эволюции можно разделить на три группы, обозначенные автором как гены сердцевины,



*Может показаться, что спандрелы имеют вогнутую сторону, чтобы музы могли на нее изящно опереться. На самом деле все не так: и форма спандрелов, и позы красавиц-муз определяются формой арки. Подобное заблуждение возможно и тогда, когда мы определяем приспособительную ценность того или иного признака живого организма*



Eugene V. Koonin. The Logic of Chance: The Nature and Origin of Biological Evolution — FT Press Science, Upper Saddle River, New Jersey, 07458, USA, 2011.



КНИГИ

гены оболочки и гены облака. Универсальные гены (или кластеры ортологов) сердцевинны клеточной жизни включают небольшое количество генов, не больше 10%. Эти гены участвуют в передаче информации (репликация, транскрипция, трансляция). Умеренно консервативные гены оболочки составляют наибольшую часть исследованных геномов. Гены облака наименее консервативны и встречаются в небольших группах организмов, а количество их варьирует от 10 до 30% в каждом геноме.

Глава 4 называется **«Геномика, системная биология и универсальность эволюции: геномная эволюция как феномен статистической физики»**. Итак, «атом» эволюции — это кластер ортологов, геном — сочетание генов, и каждый ген можно рассматривать как некое состояние атома. С этой точки зрения к геномам и генам применимы все статистические законы, типичные для взаимодействий частиц (молекул) в газах или жидкостях. По сути, это и есть материальная основа системной биологии, позволяющая строить модели и выяснять, почему экспериментальные данные могут отклоняться от них. (Хотелось бы подчеркнуть сходство этого подхода с утверждением Грегора Менделя о дискретных наследуемых признаках, которое вывело биологию на новый уровень.)

Расчеты показывают, что приобретение одного гена, продукт которого участвует в метаболизме, сопровождается приобретением в среднем двух генов-регуляторов (как их определяет автор — генов-бюрократов). Согласно гипотезе, предложенной Куниным, именно такая связь между появлением гена нового белка и разрастанием систем регуляции нарушает пропорциональность между размером генома и количеством структурных генов.

Автор приходит к выводу о наличии универсальных черт эволюции, проявляющихся у всего живого: дупликации и утраты генов, влияние нуклеотидных замен на трехмерную организацию как кодирующего участка ДНК и РНК, так и белка, зависимость скорости эволюции от принадлежности генов к определенным функциональным классам. Кунин вводит понятие коррелома — совокупности характеристик, изменчивость которых коррелирует между собой. В сущности, эволюционирует не отдельный ген, а коррелом.

Это позволяет автору еще раз подчеркнуть соответствие между эволюционным процессом и статистической физикой, где состояние переменных (степень свободы) молекулы в газе определяется ее позицией и возможностью ее изменений, аналогично позиции и изменчивости сайта в нуклеотидной или аминокислотной последовательности, в зависимости от уровня эволюционного моделирования. Здесь эффективная численность популяций играет роль температуры. Чем больше популяция — тем больше разнообразие корреляций.

В главе 5 **«Сетевая геномика мира прокариот: вертикальные и горизонтальные потоки генов, мобилом и динамические пангеномы»** рассматриваются закономер-

ности, выявленные при сравнении двух прокариотических (безъядерных) доменов жизни — архей и бактерий. Архей когда-то называли «археобактериями», и лишь современные методы исследования генома позволили установить, как сильно различаются между собой эти две группы.

У бактерий и архей гены с общей функцией, например гены ферментов, отвечающих за последовательные этапы метаболизма, объединены в опероны — группы с общей регуляцией. Но опероны, как и гены высших организмов, подразделяются на три группы: небольшая сердцевинная группа, многочисленная оболочечная и набор уникальных, образующих облако. При этом выполняется общее правило: в каждом геноме суммарное количество редких генов, то есть таких, которые встречаются у небольшого числа видов, больше, чем суммарное количество распространенных.

Организация геномов прокариот имеет общие черты. Например, как бактериям, так и археям необходим горизонтальный перенос генов, то есть передача генетического материала между особями в отличие от передачи по наследству — ведь для них это единственный способ исправления ошибок репликации. Высокая скорость эволюции геномов по сравнению с геномной эволюцией у тех и других достигается за счет перетасовки генов, без изменения их «содержания». Существенные отличия в сложности сигнальных систем между археями и бактериями могут быть обусловлены различиями в «стилях жизни» — среди архей, например, есть термофилы, адаптированные к экстремально высоким температурам.

Очевидны связи между отдельными биологическими функциями и скоростью эволюции соответствующих генетических элементов, но в то же время, как ни удивительно, при близких размерах геномов количество функций может резко различаться. Автор особо подчеркивает, что, хотя общих генов у бактерий и архей не так много, принципы геномной организации у них фактически совпадают.

В главе 6 **«Филогенетический лес и поиски неуловимого Древа Жизни за время существования геномики»** представлена краткая история этих поисков, начиная с Дарвина.

Поскольку «атомом» эволюции является ген, Древо Жизни необходимо искать среди леса таких деревьев. Автор с коллегами отобрали 41 геном архей и 59 бактериальных геномов и построили 7 тысяч филогенетических деревьев, отражающих родственные отношения между генами, а значит, в какой-то степени и между видами — на всех ортологах, входящих в группы сердцевинных генов и оболочечных генов.

Древа, построенные для разных генов одного и того же набора организмов, неодинаковы, потому что часть генов относится к консервативным, «сердцевинным», а другая часть — к изменчивым. Большинство деревьев были небольшими, в них участвовало небольшое количество видов, и только 102 дерева включали около 90% видов, участвующих в исследовании. Эта группа получила название Nearly Universal Trees (NUT), или, если по-русски, «Почти Универсальные Деревья» (ПУД). Впрочем, топология ПУД была очень схожей с топологией других деревьев.

Гены, формирующие ПУД, относятся к группе типичных сердцевинных генов, однако среди них обнаруживаются гены мобильных элементов, в том числе отвечающие за резистентность к антибиотикам. Присутствие вездесущих мобильных элементов не позволяет говорить о ПУД как о самом древнем Древе Жизни, отмечает автор, однако полагает, что эта группа древ наиболее близка к нему.

Что мы увидим, если сравнить эти деревья с известными из других источников филогенетическими взаимоотношениями этих видов? Для неуниверсальных отклонения имеют вид кривой со скачком, похожим на фазовый переход. А ПУД такого скачка не дают, иными словами, они лучше соответствуют филогении. Предположив, что причиной такого фазового перехода мог быть своего рода Большой биологический взрыв — массовый обмен генетическим материалом между прокариотами, — Кунин моделирует эти события, однако не находит такой прямой связи.

Далее автор рассчитывает генетические расстояния между видами и обнаруживает, что эти расстояния четко разделяются на две группы — древоподобные и паутинообразные, сетчатые. Генетические расстояния по генам, которые вошли в ПУД, образуют деревья, остальные — сетчатые структуры. Деревя, таким образом, типичны для групп генов, продукты которых участвуют в метаболизме нуклеотидов, трансляции, внутриклеточных перемещениях; сети — для генов транспорта ионов, передачи сигналов, компонентов защиты, ферментов аминокислотного и углеводного обменов. Очевидно, что в эволюции прокариот будут преобладать сетчатые связи за счет множественных горизонтальных транспозиций.

В главе 7 рассматривается **«Происхождение эукариот: эндосимбиоз, странная история интронов и крайняя важность уникальных событий в эволюции»**. Согласно гипотезе эндосимбиоза Линн Маргулис, которая подтверждается все новыми фактами, митохондрии в современной эукариотической клетке — потомки прокариот-симбионтов, поселившихся в более крупной клетке-хозяине. Похоже, что Кунину впервые удалось выделить архей как первичного хозяина и бактерий как симбионтов, причем попытки симбиоза, по-видимому, происходили неоднократно. Тонкий детальный анализ позволяет почти зрительно увидеть множественные атаки бактерий на своего будущего хозяина.

В этой главе автор предпринимает попытки реконструкции последнего общего предка всех эукариот. Показано, что большинство эукариотических систем эволюционировало из гомологичных или функционально аналогичных систем прокариот. Оказывается, гены, связанные с передачей информации или, например, с делением клетки, происходят от архей, а большинство ферментов метаболизма — от бактерий. Некоторые ключевые функциональные системы эукариотической клетки, такие, как РНК-интерференция или системы репарации ДНК — архея-бактериальные химеры, а вот комплекс ядерных пор имеет бактериальное происхождение. Приблизительная оценка времени первого эволюционного расхождения эукариот — 1,1–1,3 миллиарда лет. Это позволяет представить, какое огромное количество вариантов было опробовано до появления эукариотической клетки — успешного симбионта двух прокариот.

Глава 8 **«Неадаптивная нулевая гипотеза геномной эволюции и происхождение биологической сложности»** построена на обращении к примерам, взятым из классической физики, из работ Майкла Линча (Michael Lynch), и наглядно демонстрирует физико-химические основы эволюционных процессов.

Через понятие энтропии автор определяет эволюционную энтропию генома. Консервативность нуклеотида соответствует нулю энтропии, замена нуклеотида в этой позиции по сравнению с геном-ортологом или паралогом — единице. За-

тем он вводит понятие биологической (эволюционной) сложности генома как разницы между количеством нуклеотидов в геноме и суммой количества энтропии в наборе геномных участков в каждой позиции такого участка. Биологическая информационная плотность генома определяется как биологическая сложность, деленная на длину генома.

Сравнивая эти параметры у разных форм жизни, автор приходит к парадоксальному выводу: при увеличении размера генома суммарная биологическая сложность монотонно растет, но эволюционная энтропия растет много быстрее, что приводит к резкому падению информационной плотности генома. Иными словами, чем больше геном, тем больше его эволюционная энтропия и тем меньше информационная плотность. При этом эффективность отбора, снижающего энтропию, пропорциональна численности популяции. У прокариот она на порядки выше, чем у многоклеточных, следовательно, у первых селекционные процессы интенсивнее, чем у вторых.

На этом основана созданная автором модель «неадаптивной нулевой гипотезы геномной эволюции и происхождения биологической сложности», согласно которой геномная энтропия уменьшается при увеличении эффективного размера популяции, а при его уменьшении растет биологическая сложность.

Глава 9 называется **«Дарвиновские, ламарковские и райтовские механизмы эволюции, устойчивости, способности к эволюции и творческая роль шума в эволюции»**. В этой главе автор сравнивает эволюционные подходы Дарвина и Ламарка и отмечает, что Дарвин придавал ведущее значение случайности, а Ламарк — адаптогенезу, причем ни тот ни другой не рассматривали механизмы возникновения изменчивости и ее наследования.

Кунин приводит примеры ламарковских и квазиламарковских событий в эволюции прокариот — случаи, когда факторы окружающей среды прямо влияют на появление адаптивных к ним функций. Так, археи и бактерии, чтобы защититься от бактериофагов и плазмид, используют особую генетическую конструкцию. В нее встраивается фрагмент генома патогена, и затем с него идет транскрипция — считывание РНК. Получаются при этом короткие РНК, комплементарные участкам генома бактериофага. Когда такая РНК «прилипает» к информационным молекулам патогена, их уничтожают ферменты нуклеазы. Но эта встройка — кусок генома патогена — остается в геноме и передается потомкам клетки. Чем не наследование приобретенных полезных признаков?

В этой главе автор также обсуждает эволюционную важность «шума» ошибок и отмечает, что именно этот «шум» лежит в основе способности живой материи к эволюции. Известно, в частности, что факторы стресса могут индуцировать мутабельность и горизонтальный перенос генов, а также относительно устойчивые в ряду поколений эпигенетические (ненаследуемые) изменения.

Автор приходит к заключению, что ключевая проблема эволюции — это связь между устойчивостью и способностью эволюционировать и зависит эта связь от факторов окружающей среды. При некоторых условиях допустимо уменьшать устойчивость, тем самым увеличивая изменчивость и ускоряя эволюцию, при других условиях это несовместимо с выживанием. С этой точки зрения можно сказать, что в эволюции постоянно реализуются разные сценарии и их сочетания — дарвиновский, квазиламарковский и стохастические процессы, которые не могут однозначно укладываться в классическую триаду «наследственность — изменчивость — отбор».

В главе 10 **«Мир вирусов и его эволюция»** автор рассматривает все многообразие вирусов, обсуждает принципы их классификации на основании стратегий репликации и экспрессии и подчеркивает существенно большее разнообразие этих стратегий по сравнению с клеточным миром.





Исследования Мирового океана показали, что вирусов на один-два порядка больше, чем клеточных организмов. В этом огромном вируме (совокупности геномов вирусов) наблюдается ни с чем не сравнимое разнообразие генов, обогащенное редкими и уникальными вариантами, которое автор обозначает как «темную материю» геномики. Предполагается, что одной из причин такого разнообразия могут быть «агенты переноса генов» — системы, формирующие вирусные частицы, в которые упаковываются случайные фрагменты бактериальной хромосомы. Автор приходит к выводу, что вирусные гены происходят из разных источников, а сами вирусы играют важнейшую роль в построении и эволюции клеточной формы жизни.

В главе 11 «**Последний универсальный общий предшественник, происхождение клеток и первичный пул генов**» Кунин возвращается к теме LUCA. Что, если «общим предком» был не отдельный организм, а доклеточное состояние — первичный пул вирусоподобных генетических элементов?

Для такого предположения есть серьезные основания. Все клеточные формы жизни имеют общий генетический код, существует около 100 консервативных генов, продукты которых участвуют в экспрессии генов. Однако реконструкция генома LUCA сталкивается со следующими трудностями: отсутствие общих ключевых компонент комплекса ДНК-репликации, ДНК-геликаз и отсутствие общих предшественников для большинства ферментов липидного метаболизма, необходимых для биогенеза мембран. Автор выдвигает предположение о том, что некоторые детали репликативной машины и ферментов мембранного, энергообменного метаболизма каким-то образом могут быть связаны на более ранних этапах биологической эволюции.

Далее Кунин предлагает объяснение, почему у архей и бактерий различаются ферменты липидного метаболизма и биогенеза мембран. Трудно представить, чтобы клеточные мембраны возникли сами по себе из липидных капель, ведь мембрана изначально должна нести определенную биологическую функцию, а сама по себе липидная капля в этом отношении ничем не отличается от абиогенного окружения. Можно предположить, что компоненты протоклетки отделял от внешней среды белковый капсид, подобный вирусному. Но он должен был появиться одновременно с системой упаковки в капсид нуклеиновой кислоты.

Есть основания считать, что вирусная пакующая машина была предшественником клеточных АТФаз, участвующих в движении и мембранном транспорте, — то есть тех самых ферментов, которые делают мембраны биологически активными. Найдены две ветви таких ферментов — одна типична для бактерий и органоидов эукариот, другая характерна для архей и внутренних мембран эукариотической клетки, и они эволюционировали от общего предшественника. Совокупность данных позволяет полагать, что появление различных АТФаз предшествовало возникновению мембранной энергетики. Таким образом, версия о LUCA как о взаимодействии первичных вирусов имеет убедительную экспериментальную базу.

Глава 12 называется «**Происхождение жизни: возникновение трансляции, репликации, метаболизма и мембран — биологические, геохимические и космологические перспективы**». В ней Кунин подробно рассматривает гипотезы самого раннего этапа возникновения жизни и дает определение живого объекта как способного к репликации. Автор разделяет известную гипотезу «РНК-мира», который должен был предшествовать возникновению репликации и в котором реализовалась двойственная роль РНК — носителя информации и катализатора реакций. Возможно, аминокислоты играли роль кофакторов для рибозимов (РНК-ферментов), что могло положить начало процессу трансляции. Автор также рассматривает возможные геохимические условия начала биологической эволюции.

В главе 13 «**Стадия постмодернизма эволюционной биологии**» обсуждаются изменения, которые произошли за 50 лет, — с тех пор как повсеместно утвердилась синтетическая теория эволюции, объединившая дарвинизм и популяционную генетику. Евгений Кунин предлагает свою формулировку, обобщающую главные события «постмодернистского» этапа эволюционных исследований: «Эволюция жизни — главным образом стохастический процесс, основанный на исторической преемственности, существенно зависящий от противодействий между разными потребностями обеспечения базовых систем биологической организации и модулируемой адаптацией».

В данном случае «противодействия» подразумевают множество явлений: и снижения скорости накопления ошибок во всех информационных процессах и системах передачи энергии, и «эффект Красной королевы» между хозяином и паразитом, когда обоим нужно очень быстро меняться, чтобы оставаться на месте (выжить). Автор называет современный этап развития теории «постмодернистским», поскольку на этом этапе пришло понимание «плюрализма» действующих в эволюции сил и настало время синтеза имеющихся теорий — главной становится «теория о том, что главная теория, иерархия теорий, отсутствует».

Динамика вклада случайности и необходимости на разных этапах эволюции зависит от разных факторов. При большой эффективности численности главенствует отбор, при малой — стохастические процессы. Автор дает определение важнейшему для эволюционистов понятию адаптации — прежде всего на клеточном уровне, как поддержание клеточной и тканевой интегрированности, предупреждающей ее разрушение при постоянном контроле повреждений. Он отмечает разные уровни такой интегрированности, начиная с трехмерных структур ДНК, РНК, белков и кончая взаимодействием тканей и органов в пределах организма. По мнению Евгения Кунина, самый интересный период эволюции, в котором положительный отбор имел наибольшее значение, произошел 3,5 миллиарда лет назад — в тот короткий доклеточный период, когда «кристаллизовались» все необходимые элементы клеточной машинерии. Этот период занял, по-видимому, всего 5% эволюционного времени, но положил начало самой биологической эволюции.

Кунин обращает внимание на соответствие моделей статистической физики закономерностям, наблюдаемым в эволюции популяций, и, перефразируя своих предшественников, заключает: «Ничего не имеет смысла в эволюции — и в популяционной генетике — за исключением того, что рассматривается в свете статистической физики». Обсуждая «ландшафты» возможных и реализованных эволюционных траекторий, он отмечает их «квазидетерминизм». Если бы можно было реконструировать все без исключения процессы возникновения простейших нуклеиновых кислот, их взаимодействия с аминокислотами и все варианты их взаимодействия между собой и с факторами среды на протяжении 3,5 миллиарда лет, то можно было бы спрогнозировать и вероятность возникновения человека. На том же основана и статистическая физика — огромное количество разнонаправленных стохастических процессов имеет суммарно определенное направление.



Многоуровневая организация различных элементов живых систем, отбор и функциональный «альтруизм» генных копий (одна копия выполняет свою функцию, а другая позволяет себе мутировать и приобретать новую функцию), «самопожертвование» определенных клеток организма — все это означает, что прямого соответствия между генотипической и фенотипической изменчивостью не должно быть. Сложность взаимоотношений между геномной и фенотипической эволюциями приводит автора к очень важному для прикладных исследований заключению: простое подразбиение комплексных фенотипов на элементы, выявление для них главных генов и успешные манипуляции с этими генами — еще не все, что необходимо для решения таких вопросов, как борьба с онкологическими заболеваниями ил персональная медицина.

(По моему мнению, это заключение особенно важно для многолетних поисков главных генов количественных признаков (QTL) и их картирования в геномах сельскохозяйственных видов для ускорения селекционного процесса и раннего прогноза селекционной ценности. Эти работы продолжаются более двух десятилетий. Однако экспериментальная проверка показала, например, что доля успешных прогнозов колеблется в пределах 30—70%, чего и следовало ожидать.)

Евгений Кунин расшифровывает свои представления о постмодернистском этапе эволюционной биологии, который требует синтеза между следующими факторами случайности и детерминизма.

- случайные и (квази)адресованные мутации;
- отбор и дрейф;
- эгоистичное и альтруистичное поведение различных геномных элементов;
- устойчивость и способность к эволюции.

Постмодернистский синтез должен быть основан на комплексной сети дополняющих друг друга положений, каждое из которых получено и проверено на соответствующих моделях статистической физики/популяционной генетики путем реконструкции реальных эволюционных событий. Кунин подчеркивает совпадение между состоянием эволюционной биологии и теоретической физики, в которой также широко обсуждается необходимость постмодернистского синтеза идей, теорий, моделей и обобщений.

В заключение я хотел бы обратить внимание на следующие обстоятельства. Эта монография требует срочного перевода на русский язык как минимум по трем причинам.

Во-первых, она несет в себе стремление к широкому обобщению, типичное для классиков российской науки. Вспомним, к примеру, поиски Н.И.Вавиловым центров зарождения аграрной цивилизации, формирование В.И.Вернадским представлений о биосфере и ноосфере, И.И.Шмальгаузен — учения о механизмах естественного отбора и корреляционных плеядах и так далее. Это необходимо прежде всего для того, чтобы остановить очередной период разрыва научных традиций, которые так часто случались в России XX века.

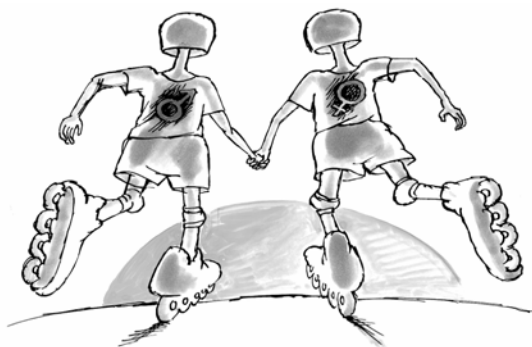
Во-вторых, российское естественно-научное образование остро нуждается в синтезе современной молекулярной геномики и эволюционного учения. Сейчас положение в этой области знания можно назвать критическим.

В-третьих, именно недостаточная подготовка в области геномики приводит к переоценке перспектив современных технологий в прикладных областях, таких, как выявление универсальных биомаркеров заболеваний, клеточная терапия с использованием индуцированных стволовых клеток или геномная селекция в сельском хозяйстве. Непосредственное внедрение в практику фундаментальных биологических разработок при отсутствии достаточного уровня образования естественным образом ведет к спекуляциям. В этом отношении монография Евгения Кунина вносит необходимый порядок.



## О подписке

*Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Стоимость подписки на первое полугодие 2013 года с доставкой по РФ — 780 рублей, при получении в редакции — 540 рублей. Об электронных платежах см. [www.hij.ru](http://www.hij.ru).*



### 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»

## Об архиве



*Архив «Химии и жизни» за 45 лет — это более 50 000 страниц, рассказывающих о науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.*

# Белки – причина старения мозга

А.Лешина

**З**ловещие легенды об эликсире молодости, приготовленном из крови детей и юношей, известны с древних времен. Да и нынешние красавцы-вампиры из кинофильмов уж не потому ли вечно молоды, что выбирают юных жертв? Современные исследования показали, что в страшных сказках есть доля правды, а заодно наметили путь к этически приемлемому варианту омоложения.

Результаты, полученные Тони Висс-Кореем и его коллегами из Стэнфордского университета («Nature», 2011, т. 477, с. 90–94), вызвали широкий резонанс не только в научном мире, но и в средствах массовой информации. И неудивительно: старение и сопутствующие ему неврологические заболевания — одна из основных проблем, которую пытаются решить в развитых странах. Очевидно, что на исследовательскую лабораторию, которая найдет эффективное средство от старости, прольется золотой дождь.

По мере того как человек или животное стареет, его когнитивные способности падают — память становится хуже, обучаются пожилые особи с трудом, слабее ориентируются в пространстве, хуже адаптируются к новой ситуации... На самом деле у старения головного мозга довольно много физиологических проявлений, и все невеселые. Причина их в том, что умирают нейроны, уменьшается синтез нейромедиаторов, а сети нейронов частично теряют способность перестраиваться после полученного опыта (это свойство называют пластичностью нейронов).

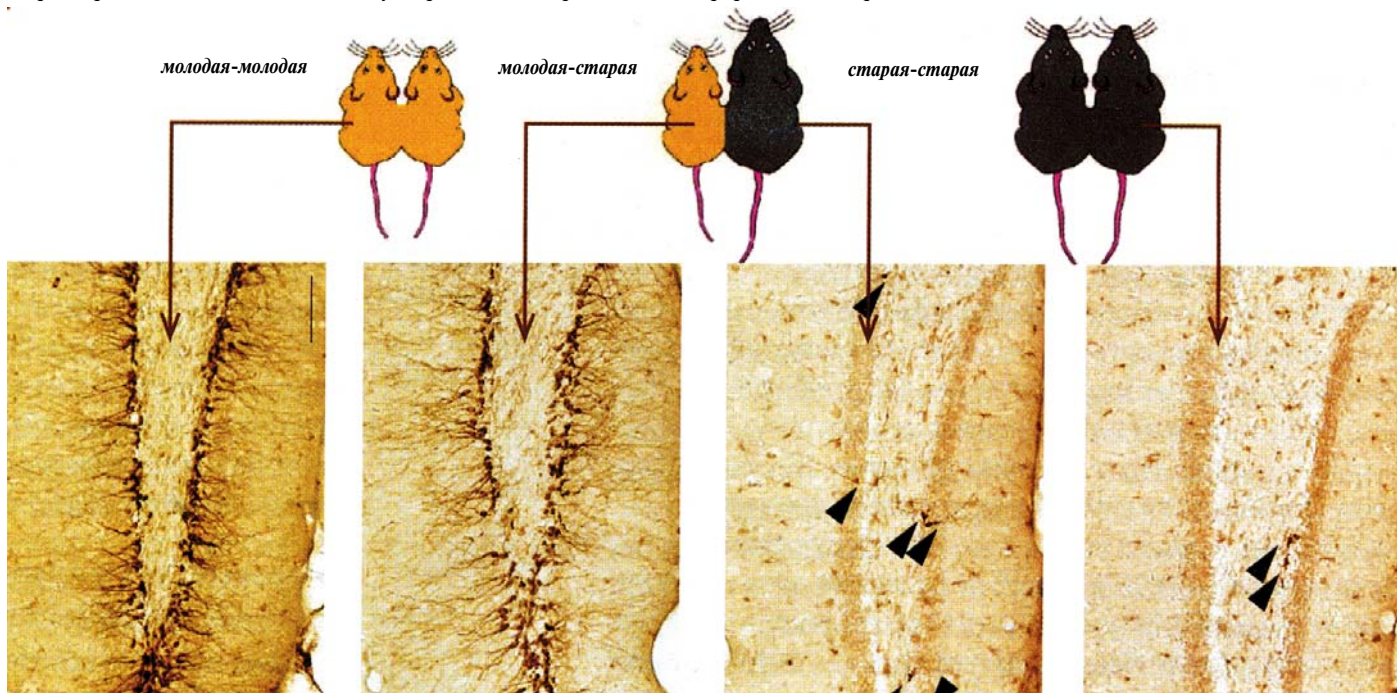
Долгое время ученые считали, что у взрослого человека и млекопитающих мозг теряет нейроны, а новые не производит. Потом оказалось, что как минимум в одной области мозга нейроны образуются в течение всей жизни, а именно в зубчатой извилине, расположенной в гиппокампе — именно там свежеприобретенный опыт закрепляется в памяти. Новые нейроны, как и другие клетки, образуются только из стволовых клеток, запас которых, как оказалось, есть и в отдельных зонах мозга. Проблема в том, что с возрастом этот процесс сильно замедляется, из-за чего резко ухудшаются обучение и запоминание.

Тони Висс-Корей и его коллеги сделали фантастическое открытие. Они переливали кровь молодых мышей старым — и наблюдали у последних улучшение когнитивных способностей. А потом ученые обнаружили в крови старых мышей вещества, которые «состаривали» мозг молодых животных — у тех замедлялся нейрогенез.

Сначала ученые подтвердили, что у стареющих мышек в зубчатой извилине образуется существенно меньше нейронов, чем у молодых (см. рисунки). Этот процесс у мышек также сопровождается ухудшением когнитивных функций, например, они хуже выполняли тесты на обучение и память.

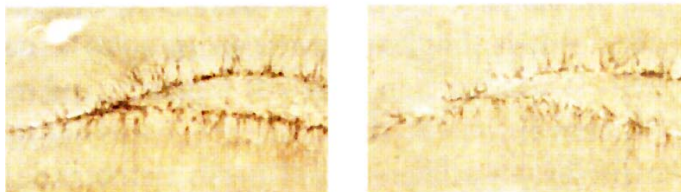
Почему немолодой мозг хуже производит нейроны? Подчиняется ли этот процесс внутренним сигналам, скажем клеточным часам? Какому-то внешнему сигналу? Тони Висс-Корей склонялся к последней версии. Ведь, например, известен

*1 Мышки с общей системой кровообращения. Видно, как много нейронов образуется в молодом организме и как мало в старом. При объединении с молодой мышкой у старой начинает образовываться в три раза больше нейронов*





*Инъекции зотаксина в кровь молодой мышки уменьшают у нее образование нейронов (справа). Эти животные также делают больше ошибок в задачах на запоминание*



факт, что упражнения, стресс или изменение диеты влияют на образование нейронов у взрослых людей. Поскольку эти воздействия затрагивают весь организм, возникла идея, что это может быть связано с какими-то молекулами, присутствующими в крови. Гипотеза была тем более правдоподобной, что нейрогенез происходит именно в тех отделах мозга, которые богаты кровеносными сосудами.

Чтобы ответить на этот вопрос, команда Стэнфордского университета использовала парабиоз — то есть искусственно срастила попарно сосуды у двух мышек таким образом, чтобы у них образовалось общий круг кровообращения. Исследователи создали разные пары из старых и молодых мышей, а через пять недель исследовали мозг каждой особи и подсчитали, сколько там образовалось новых нейронов. Результаты получились удивительные.

Пожилые мыши, в начале эксперимента имевшие очень слабый нейрогенез, обрели вторую молодость. В изучаемых областях мозга количество новых нейронов утроилось. Наоборот, у молодых мышей, через кровь которых проходила кровь старых, нейрогенез уменьшился на 15%.

Потом биологи оценили нейронную пластичность у молодых мышей, спаренных со старыми. Она выражается, в частности, усилением электрических импульсов в зоне контакта двух нейронов (синапсе) во время обучения. Это называют «долгой потенциализацией». Чтобы ее измерить, приготовили срезы мышиного гиппокампа — структуры, которая участвует в обучении и запоминании. Потом ученые стимулировали клетки электрическим импульсом, чтобы увидеть появление «долгой потенциализации». Итог: у молодых мышей, в чьих сосудах текла кровь пожилых, эта функция в гиппокампе уменьшается, то есть затронута пластичность нейронов.

Что же в крови старых мышей могло так повлиять на молодых? Для того чтобы ответить на этот вопрос, использовали классический тест Морриса с бассейном: мышек помещают в бассейн, наполненный водой, в нем есть платформа, на которой они отдыхают. Сначала платформа хорошо заметна, и мышки учатся ее находить. Потом, когда они запоминают, где платформа, уровень воды поднимают и делают ее непрозрачной. Мышки с хорошей памятью пользуются внешними ориентирами, чтобы найти невидимую платформу.

Мышей, которые участвовали в эксперименте с платформой, не подвергали парабиозу (вряд ли в этом случае они смогли бы нормально плавать). Вместо этого им вводили девять раз в течение 24 дней плазму крови: старым мышкам — плазму от молодых, а молодым — от старых. Молодые мыши, получившие «старую» плазму, хуже находили платформу, чем молодые.



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Получается, что какой-то компонент, растворенный в крови, замедляет нейрогенез и уменьшает когнитивные способности мышей. Именно компонент, а не клетки, поскольку плазма — это жидкая фракция крови, очищенная от клеток. Оставалось определить, какой именно. Протестировав 66 белков плазмы, биологи быстро выделили шесть, поскольку их концентрация была повышена у пожилых мышей и у молодых, спаренных со старыми.

Основным подозреваемым оказался хемокин CCL11, известный также под названием «зотаксин», — это цитокин, стимулирующий миграцию иммунных клеток к месту инфицирования. Уже было известно, что он накапливается в крови с возрастом. Дополнительная проверка группы людей от 20 до 90 лет показала, что за этот период концентрация зотаксина действительно возрастает в два-три раза.

Тони Висс-Корей и его коллеги ввели зотаксин молодым мышам и обнаружили, что у них замедлилось образование нейронов и несколько увеличилось количество ошибок в задачах на запоминание. Получается, чтобы «состарить» организм, достаточно повысить концентрацию зотаксина.

На этом эксперимент не закончился. Исследователи ввели «искусственно состаренным» мышам ингибитор зотаксина (молекулу, которая не дает ему прикрепляться к обычным рецепторам) и обнаружили, что нейроны начали образовываться снова. Вернуть молодость мышкам оказалось довольно просто. Может быть, мозг в любом возрасте сохраняет свой потенциал, просто он начинает тормозиться химическими веществами, присутствующими в крови, а точнее, накопленными противовоспалительными цитокинами.

Сам Тони Висс-Корей подчеркивает, что предстоит еще большая работа, прежде чем можно будет откручивать время назад с помощью компонентов молодой крови. Ведь в крови множество белков и других веществ, и надо понять, как каждое из них влияет на мозг. Наверняка за возрастное снижение когнитивных функций отвечают и другие компоненты крови.

Но перспективы увлекательные: если возможно омолодить организм с помощью плазмы молодой крови или ингибитора молекул, ответственных за старение, это будет простым и довольно безвредным решением. К тому же есть данные, что улучшение когнитивных способностей — не единственный эффект молодой крови. В 2005 году сотрудники той же лаборатории в Стэнфорде показали, что после инъекций новые клетки образуются также в печени и мускулах пожилых мышей. Сейчас группа Висс-Корея продолжает анализировать белки крови, и, возможно, в обозримом будущем все-таки появятся средства, лечащие деменцию или замедляющие старение мозга.



# Наши ядовитые собратья

Ядовитые существа — не редкость в растительном и животном мире. Для одних яд — единственный способ защиты, для других — оружие нападения. Природой продуманы и высокотехнологичные средства доставки отравляющих веществ в организм жертвы. Всем известны ядовитые змеи и пауки, а вот о смертельно опасных токсинах микроскопических водорослей слышали не все.



Крошечные обитатели морей и океанов — динофлагелляты (они способны к фотосинтезу, и другое их название «динофитовые водоросли»), синезеленые и диатомовые водоросли содержат токсины небелкового происхождения, в частности сакситоксины, бреветоксины и домоевую кислоту. Моллюски и рыбы, ими питающиеся, зачастую гибнут, а выжив и попав на стол к людям, вызывают тяжелые отравления, порой с летальным исходом. А еще воздействуют на деятельность мозга и поведение, например, лососю. Как выяснила Марит Бакке из Норвежской школы ветеринарных наук, рыбы теряют способность сохранять равновесие, тыкаются во все стороны, вместо того чтобы плыть в определенном направлении. В небольших дозах яды влияют на отношения лососей с соплеменниками.

Бакке изучала метаболизм глюкозы в мозгу лосося, используя ее радиоактивную форму в качестве маркера. Ей удалось увидеть изменения, происшедшие под воздействием токсинов, причем при столь низкой их концентрации, что это еще никак не отразилось на двигательной активности. В общении же с другими особями уже наблюдались перемены. А это очень важно — вовремя заметить появление токсина, например, в пруду рыбохозяйства. В июне 2012 года Марит Бакке защитила диссертацию по теме «Воздействия нейротоксинов водорослей на рыб».

*Marit Jorgensen Bakke, Tor Einar Horsberg. Kinetic properties of saxitoxin in Atlantic salmon (Salmo salar) and Atlantic cod (Gadus morhua). «Comparative Biochemistry and Physiology», Part C «Toxicology & Pharmacology», 2010, volume 152, issue 4, pp. 444–450, doi:10.1016/j.cbpc.2010.07.005*

Морских рыб поджидает и другая ядовитая напасть — улитка конус (*Conus purpurascens*). Она зарывается в ил, чтобы оставаться незамеченной, выставляя напоказ лишь хоботок, который напоминает движущегося червя. Стоит любопытствующей рыбе подплыть поближе, как ей навстречу устремляется «гарпун» с ядом. Парализованная жертва оказывается желанной пищей, на переваривание которой уходит пара недель. Столько же требуется на выращивание нового зуба.

Нервно-паралитическим действием обладают конотоксины, мельчайшей дозы которых довольно, чтобы прервать передачу сигналов по нервным путям, причем весьма избирательно. Структурно конотоксины представляют собой низкомолекулярные пептиды — цепочки из 10–30 аминокислотных остатков, соединенные дисульфидными мостиками. До сих пор ученые полагали, что лишь одна из трехмерных

структур конотоксинов биологически эффективна. Сотрудники университетов Бонна, Йены и Дармштадта обнаружили три подобных разновидности и полагают, что, вероятно, существуют и другие. Они несколько отличаются по воздействию на нервную систему.

Интерес к этим токсинам вовсе не праздный. Поскольку они избирательно влияют на нервные проводящие пути, блокируя их, не исключено, что с помощью токсинов можно остановить передачу болевого сигнала. К тому же они не вызывают привыкания. Таким образом, эти вещества могли бы стать моделью или источником идей в разработке обезболивающих препаратов нового типа для пациентов с хроническими недугами или больных раком в последней стадии. Но конотоксины слишком быстро разлагаются в организме, поэтому нужны более стабильные формы, за деятельностью которых можно было бы наблюдать.

Пока что авторам удалось синтезировать в лаборатории улиткин яд, что позволило детально его изучить, используя технику ядерного магнитного резонанса. В их планах — поиск новых структурных форм токсина, которые могли бы стать основой для анальгетиков. На создание собственно лекарств потребуются годы, пока исследователи стоят в начале пути.

*Alesia A. Tietze et al. Strukturell diverse Isomere des  $\mu$ -Conotoxins PIIIa blockieren den Natriumkanal NaV1.4. «Angewandte Chemie», 2012, volume 124, issue 17, pages 4134–4137, published online: 12 March 2012, doi: 10.1002/ange.201107011*

С немецкими учеными согласны сотрудники университета Буффало: природные яды — кладовая субстанций, блокирующих одни рецепторы и активирующих другие, а потому в иных случаях они могут оказаться полезнее известных медикаментов. Исследователи призвали на борьбу с тяжелым наследственным заболеванием — мышечной дистрофией Дюшенна — обитающего в пустынях Южной Америки паука *Grammostola spatulata*. Мишенью для яда стали ионные каналы, чувствительные к механическому воздействию. Они соединяют внутреннее пространство клетки с окружающим миром. Обычно эти каналы закрыты, но, когда клетка подвергается деформации, они открываются, позволяя кальцию и другим веществам проникнуть внутрь.

Именно это происходит при мышечной дистрофии: из-за поврежденного гена у больных не вырабатывается белок, помогающий мышечным клеткам поддерживать форму; в результате открываются ионные каналы, начинается приток кальция и, как следствие, организм начинает пожирать собственную мышечную ткань. Если бы существовал способ





закрывать каналы, можно было бы не победить, конечно, но ослабить симптомы многих недугов, в том числе и мышечной дистрофии.

Ученые предположили, что природные яды, будучи соединениями весьма сложными, могут содержать молекулы, которые в состоянии блокировать ионные каналы. Они проанализировали токсичные вещества скорпионов, пауков, многоножек. Самым многообещающим оказался яд южноамериканского паука — в нем обнаружился пептид, обладающий требуемым свойством.

Исследователи синтезировали аналогичный белок в лаборатории и теперь проводят опыты на мышах. Курс лечения длительностью более 40 дней не вызвал токсических реакций, зверьки значительно окрепли. Впрочем, речь не идет о полном исцелении, только о поддерживающей терапии. Но если удастся создать препарат, который можно будет предложить людям, это продлит жизни многим.

Миодистрофия Дюшенна поражает только мальчиков, к двенадцати годам большинство их оказывается в инвалидном кресле. Затем деформируются диафрагма и сердце, затрудняется дыхание. Немногие пациенты живут дольше 30 лет, и все они остро нуждаются в помощи. Пока курс лечения включает физиотерапию и стероидные препараты. Не исключено, что паучий яд окажется эффективнее, но впереди еще очень много работы. Обнадешивает, что пептид GsMTx4, с которым работают в университете Буффало, получил от FDA статус потенциального орфанного препарата (так называют лекарства для редких заболеваний), а исследователи нашли финансирование на дальнейшую разработку — много лет спустя после первой публикации...

*Thomas M. Suchyna et al. Identification of a Peptide Toxin from Grammostola spatulata Spider Venom That Blocks Cation-Selective Stretch-Activated Channels. «Journal of General Physiology», 2000, volume 115, issue 5, pp. 583–598.*

*Natalie J. Saez et al. Spider-Venom Peptides as Therapeutics. «Toxins», 2010, volume 2, issue 12, pp. 2851–2871, doi: 10.3390/toxins2122851*

[http://www.buffalo.edu/home/feature\\_story/good-venom.htm](http://www.buffalo.edu/home/feature_story/good-venom.htm)

**П**ауки — одни из самых страшных хищников. Не в последнюю очередь благодаря ядовитым «клыкам» (точнее, коготкам на хелицерах), выполненным из высокотехнологичных материалов. Химический состав этих материалов схож с материалами ротовых аппаратов у мух, кузнечиков и прочих насекомых, становящихся добычей паука. Решающую роль играет именно структура. К такому выводу пришли сотрудники отделений Института Макса Планка

(Институт коллоидов и поверхностей в Потсдаме и Институт микроструктурной физики в Халле), их коллеги из Венского университета. Объектом изучения стал южноамериканский блуждающий паук *Cupiennius salei*.

Хитиновые волокна его зубов особым образом структурированы и окружены белками, что делает их особо жесткими и крепкими, позволяя пробить кутикулярную броню жертвы. Это своего рода многоразовые иглы для подкожных инъекций, с помощью которых паук вводит своей добыче парализующий яд.

Броня, в которую закованы многие членистоногие, в частности паукообразные, состоит из тончайших слоев хитиновых волокон. Они располагаются параллельно поверхности и, как правило, покоятся на белковой матрице. Их взаимное расположение и состав белков определяют механические свойства, меняющиеся в зависимости от функций, которые выполняет та или иная часть панциря.

Тщательно обследовав паука *Cupiennius salei*, ученые выяснили, что структура материала его клыков существенно отличается от других составляющих доспехов. Здесь волокна всех слоев расположены в направлении наибольшего напряжения, возникающего при укусе. Это придает клыку дополнительную механическую прочность, какой обладает, например, хорошо простроченная многослойная материя. Наиболее четко параллельность расположения волокон и плотность их упаковки выражены в средней части клыка.

Белковая матрица этого орудия нападения устроена так, чтобы охотник как можно лучше справлялся с задачей. Паук использует химическую изменчивость белков. В частности, концентрация аминокислоты гистидина существенно выше на кончике клыка. Известно, что гистидин удобен для связывания белков с ионами металлов. Поскольку в белковой матрице нашли цинк и кальций, авторы предположили, что соседние волокна не просто располагаются параллельно, но и связаны между собой, что, безусловно, делает структуру более прочной и негибкой. Назначение хлорид-ионов, также обнаруженных в матрице, пока не ясно.

*Yael Politi et al. A Spider's Fang: How to Design an Injection Needle Using Chitin-Based Composite Material. «Advanced Functional Materials», 2012, volume 22, issue 12, pp. 2519–2528, published online: 22 March 2012, doi: 10.1002/adfm.201200063*

Подготовила  
**Е. Сутоцкая**



# Наносеребро и микроорганизмы

Доктор технических наук

**Д.А.Рогаткин,**

**О.Д.Смирнова**

**М**ногие микроорганизмы за короткий период времени приобретают устойчивость, или резистентность, к антибиотикам, и это серьезная проблема для антибактериальной терапии. Приобретенная резистентность считается сегодня биологической закономерностью, которая, хотя и в разной степени, проявляется у всех микроорганизмов. К химиопрепаратам адаптируются не только бактерии, но и грибы, и вирусы. Поэтому врачи все время ищут новые подходы к профилактике и лечению, в частности – к лечению гнойно-воспалительных заболеваний. Для борьбы с ними разрабатывают и новые классы антибиотиков, и физические методы воздействия: фотодинамическую терапию, НО-терапию, воздействие низкочастотным ультразвуком (15–100 кГц), потоком гелиевой и аргоновой плазмы. В качестве антибактериальных средств давно применяют некоторые препараты серебра, причем развития резистентности к таким препаратам не обнаружено.

## Не от Адама, так от Геродота

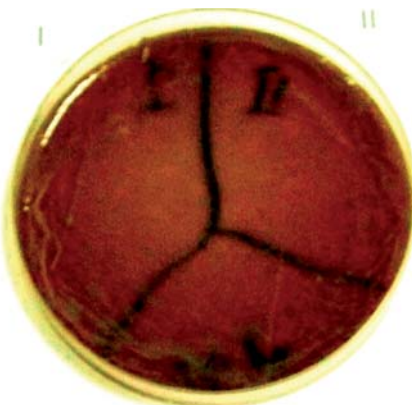
Еще в Древнем мире были известны обеззараживающие свойства серебра. По свидетельству Геродота, 2,5 тысячи лет назад персидский царь Кир II Великий во время походов использовал для хранения запасов воды сосуды из серебра. Этой же водой воинам промывали раны, так они скорее заживали и не гноились. В Древнем Египте в лечебных целях серебро использовали напрямую: египетские воины накладывали его на раны в виде тонких пластин. На Руси существовало поверье, что серебряные ложки, монеты и крестики, чернея, забирают на себя из окружающего пространства все вредное. Это поверье живо по сей день и творчески развито — на соответствующих сайтах можно прочесть о том, что серебро сорбирует «негативную энергию, шлаки и токсины». На самом деле почернение серебра — это результат его взаимодействия с соединениями серы, при



1  
*Кровяной агар в чашке Петри, не засеянный микробной культурой*



2  
*Чашка Петри с кишечной палочкой E.coli на кровяном агаре в эксперименте с антибиотиками*



3  
*Чашка Петри с культурой K.pneumoniae на кровяном агаре в эксперименте с коллоидным раствором наночастиц серебра. Сектор I — концентрация наночастиц серебра 50 мг/л, сектор II — 100 мг/л, сектор III — контроль. Особой разницы не видно*

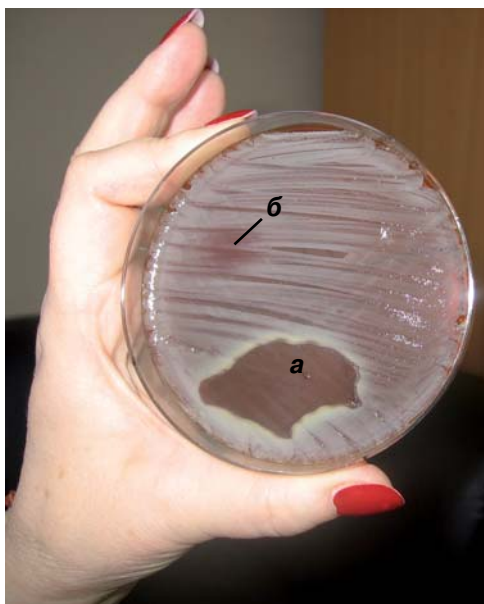
этом образуется сульфид серебра  $Ag_2S$ .

В XVI—XVII веках начинается «научно обоснованное» применение серебра в медицине, в первую очередь раствора азотнокислого серебра — ляписа ( $AgNO_3$ ). Это произошло после того, как врачи Ян-Баптист ван Гельмонт и Франциск де ла Бое Сильвий получили его взаимодействием серебра с азотной кислотой. Во второй половине XIX века немецкий гинеколог Карл Креде обнаружил, что однопроцентный раствор ляписа подавляет гнойные гонорейные воспаления глаз у новорожденных. Его сын Бенне в 1897 году на XII Международном съезде врачей в Москве сообщил о больших возможностях применения препаратов серебра в гнойной хирургии и о хороших результатах лечения септической инфекции внутривенным их введением. Он же вместе с химиками предложил рецепты и первых коммерческих лекарственных форм коллоидных препаратов, содержащих серебро, — эти препараты, известные под названиями «колларгол» и «протаргол», применяются и сегодня, больше века спустя. До 1928 года, то есть до открытия Александром Флемингом пенициллина, растворы солей серебра были, видимо, единственными «антибиотиками», применявшимися в медицинской практике.

Фармакологические свойства этих и других препаратов серебра, согласно данным научной литературы, определяются биологической активностью ионов серебра  $Ag^+$ , образующихся при диссоциации его соединений в воде или другом полярном растворителе. Как они образуются?

## «Любая палка имеет два конца»

Даже серебряная, и сейчас мы это увидим. Вот, например, протаргол, или протеинат серебра. Это коллоидный раствор оксида серебра, получаемый из нитрата серебра и защищенный щелочным (натриевым) альбуминатом на основе сывороточного альбумина и желатина. Препарат содержит около 8%



4  
 Подавление роста кишечной палочки растворами протаргола (а) и фурацилина (б)

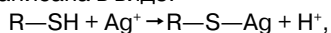
серебра, а 90% протаргола составляет защитный коллоид. При растворении в воде протаргол образует катионы  $\text{Ag}^+$  и щелочные отрицательно заряженные золи, довольно устойчивые, которые содержат небольшое количество частиц, имеющих микроскопические размеры, — это продукты частичной коагуляции коллоида. При коагуляции белковые соединения серебра частично диссоциируют. Как часто пишут (и переписывают из одного «первоисточника» в другой), «ионы серебра способны блокировать сульфгидрильные группы ферментных систем микроорганизмов», «взаимодействуют с молекулами ДНК», «при реакции с белками образуют альбуминаты» и так далее, что приводит к угнетению роста и размножения микроорганизмов. Академик АН УССР Л.А.Кульский показал, что в зависимости от исходной концентрации микробы «поглощают» из раствора от 50 до 90% серебра. Когда-то в СССР ионы серебра даже пытались применять для обеззараживания питьевой воды, однако «серебряная вода» оказалась весьма нестабильна по своим параметрам.

А еще хуже то, что при продолжительном (два — четыре года) контакте с серебром и его солями, даже если они поступают в организм человека малыми дозами, может развиваться необычное заболевание — аргирия. Посмотрите в Сети картинки: человек делается синим. Абольшие дозы при приеме внутрь могут вызвать тяжелые острые отравления, сопровождающиеся химическим ожогом слизистой оболочки полости рта, желудка, пищевода, приводят к судорогам, коллапсу, расстройству дыхания. Так что бесконтрольный прием ионов серебра весьма опасен.

В США, Австралии и некоторых других развитых странах сегодня никакие коллоидные препараты серебра официально не считаются лекарственными препаратами, но продаются свободно как биологически активные добавки к пище. Российские же санитарные нормы присваивают серебру класс опасности 2, то есть оно отнесено к высокоопасным веществам, подобно свинцу. Предельно допустимая концентрация (ПДК) серебра в питьевой воде определена в 50 мкг/л в России (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая») и в 100 мкг/л согласно нормам Всемирной организации здравоохранения. По последним данным ВОЗ, способность гарантированно убивать определенные бактерии наблюдается при концентрациях ионов серебра в растворе только свыше 150 мкг/л. Эта концентрация втрое больше безопасной для человека.

## А теперь — химия и физика

Серебро — металл, в электрохимическом ряду напряжений оно стоит правее водорода и не замещает водород в большинстве реакций. Поэтому магическая фраза «серебро взаимодействует с сульфгидрильными группами белков-ферментов бактерий с образованием слабодиссоциирующих меркаптидов» (как то и должно быть для всех металлов левее водорода) требует пояснений. Теоретически такая реакция может быть записана в виде:



где  $\text{R-SH}$  — сульфгидрильная группа, а  $\text{R-S-Ag}$  — меркаптид, однако для ее протекания необходимы некоторые особые условия.

Сегодня приставка «нано» — популярный научный бренд, обозначающий все что угодно (вещества, технологии, объекты) в масштабах от единиц до сотен нанометров. Многие вирусологи, оптики, химики и молекулярные биологи до последнего времени даже и не подозревали, что занимаются нанотехнологиями. Развитие этих технологий и разработка наноматериалов вызвали дискуссии о возможной токсичности разного рода наночастиц. То и дело пишут о токсичности углеродных нанотрубок, наночастиц двуокиси титана, оксида цинка и ряда других наноматериалов. Некоторые публикации содержат сведения и о токсичности наночастиц серебра. Что-то из этого может иметь отношение к действительности, особенно если учесть, что частицы способны попадать в организм разными путями: с пищей, с вдыхаемым воздухом, с помощью инъекции в вену и т. п.

Особые свойства наночастиц принято связывать с их большой удельной поверхностью и соответственно



## МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

с большой поверхностной энергией на единицу массы. Поэтому априори полагают, что активность металлов в нанофазах существенно возрастает, иногда не только количественно, но и качественно. Значит, по-новому может встать вопрос и об антибактериальной защите на основе наносеребра: в принципе не исключено, что меньшее количество серебра, не опасное для человека, будет лучше убивать микроорганизмы.

## Крысы и чашки Петри

Получение нанофазного серебра — не слишком сложная задача, и для сотен литров раствора требуются считанные граммы серебра. Вот и появляются десятками и сотнями рекламные сообщения, предлагающие серебряную воду в качестве антимикробной панацеи.

К нам в лабораторию медико-физических исследований ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского, при которой имеется виварий с лабораторными животными, стали поступать предложения проверить на животных такую воду с наночастицами серебра на предмет ее обеззараживающих свойств. Причем для проверки предлагались самые невероятные методики. Например, моделировать на животных хирургические раны, одну группу поить и обрабатывать их раны оставляемой фирмой специальной стерильной «серебряной водой», а другую группу животных поить и обрабатывать обычной «грязной» водой чуть ли не из уличных луж. И затем сравнить результаты заживления ран у этих двух групп животных... Очень длительный, дорогостоящий эксперимент, который мало что докажет: при обработке ран стерильной и «грязной» водой сравнение будет не в пользу последней вне зависимости от наличия серебра. Да и крысок жалко.

Между тем даже читатели научно-популярных журналов, а не только профессионалы-микробиологи знают стандартный и простой тест на чувствительность к антибиотикам. Культура микроорганизмов высевается в специальной чашке Петри на питательной

подложке (например, кровяной агар), затем в нее капают антибиотический раствор или кладут таблетку антибиотика и смотрят дальнейшее развитие культуры.

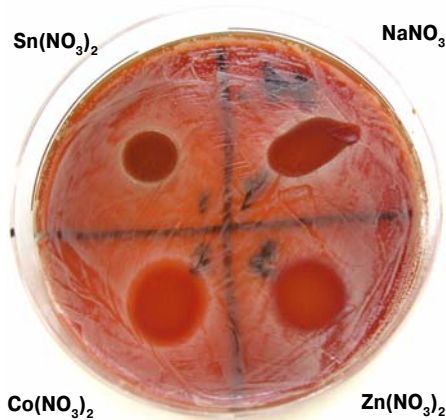
В качестве примера на фото 1 показана чашка Петри с кровяным агаром, не засеянным микробной культурой, а на фото 2 — та же чашка с микробной культурой (кишечная палочка *E. coli*) и таблетками антибиотиков (оксициллин, ампициллин, цефотаксим, имипенем). Вокруг эффективных таблеток четко видны прозрачные зоны гибели микроорганизмов — все просто и наглядно. Эксперимент легко воспроизводим в любой лаборатории мира, поэтому сомнительные таблетки и препараты можно независимо проверить хоть в России, хоть в Америке, хоть на Луне — где угодно. И не надо мучить животных (одноклеточных все же не так жалко).

Ровно это мы и решили проделать с растворами наносеребра в нашем институте. Мы уже предвкушали новую прорывную научную работу, уникальные графики зависимости процента погибших микроорганизмов от концентрации наночастиц серебра в растворе, обнаруженные новые различия в действии нанофазного серебра на грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы и т. д. и т. п. Мы обратились к заведующей лабораторией микробиологии, кандидату медицинских наук Е. В. Русановой и кандидату биологических наук Е. Н. Петрицкой, которые стали идеологами и соисполнителями эксперимента, и вместе с другими научными сотрудниками МОНИКИ принялись за работу.

## Детали: для специалистов

Мы взяли несколько штаммов бактерий. Грамотрицательные бактерии представляли контрольные штаммы кишечной палочки *Escherichia coli* (26941), а также *Klebsiella pneumoniae* (ATCC № 43062). Грамположительные — золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus* 209 P), как микроорганизм с факторами патогенности выше, чем у других стафилококков. Напомним, что грамположительные и грамотрицательные бактерии отличаются строением клеточной стенки; большинство опасных патогенов человека относятся к грамположительным. Грибы — клинические штаммы *Candida albicans*, возбудитель той самой молочницы, о которой нам так много интересного рассказывает реклама.

Основной объект исследования на животных — коллоидный раствор наночастиц серебра «Серебряный щит» производства московского ООО «Фрактал-М» с концентрацией нано-



5

Пример с кровяным агаром и культурой *S. aureus* в дополнительном эксперименте с растворами замещения, не содержащими ионов серебра

частиц 50 мг/л и 100 мг/л и диаметром частиц порядка  $15 \pm 5$  нм. Эта фирма не обращалась к нам по поводу тестирования, а просто любезно предоставила в наше распоряжение коллоидные растворы наночастиц серебра для экспериментов. Концентрация и размер наночастиц серебра в коллоидном растворе приводятся по данным предприятия-изготовителя; они соответствуют среднему расстоянию между частицами около 5 мкм. Концентрация в 100 мг/л — практически предельно достижимая, раствор с большей концентрацией получить можно, однако он будет уже седиментационно и агрегативно неустойчив, частицы будут слипаться и выпадать в осадок. Если при изготовлении раствора использовать поверхностно-активные вещества, достижимы и более высокие устойчивые концентрации, но эти вещества могут повлиять на результаты эксперимента. Поэтому мы хотели начать исследования именно с этих концентраций, надеясь на них получить максимальный антимикробный или как минимум бактериостатический эффект. А уже затем снижать концентрацию и наблюдать эффект, строить графики и зависимости.

В качестве объектов сравнения мы использовали 1 %-ный раствор протаргола, 0,02 %-ный раствор фурацилина, пластинки из серебра и различные антибиотики (оксициллин, ампициллин, цефотаксим, имипенем).

Основное исследование с коллоидным раствором нанофазного серебра и объектами сравнения проводилось в двух сериях, по три опыта в каждой. При проведении первой серии опытов использовались суспензии 5ЕД по оптическому стандарту мутности. При этом количество микроорганизмов составляет около  $5 \cdot 10^3$  КОЕ ( $5 \cdot 10^6$  на литр), что соответствует концентрации, способной вызывать воспалительную реакцию. Суспензии получали из су-

точной агаровой культуры, эмульгированной в физиологическом растворе, и равномерно засеивали по поверхности чашки Петри с кровяным агаром для культивирования бактерий и со средой Сабуро для *C. albicans*. Засеянные чашки маркировали, разделяя на сектора с номерами. Один сектор был контрольным, другие экспериментальными: в них мы прикапывали коллоидный раствор наночастиц серебра. После этого чашки помещали в термостат на 24 часа при 37°C.

Во второй серии опытов также использовали суспензии 5ЕД, полученные из суточной агаровой культуры, но их мы непосредственно эмульгировали в растворе наночастиц серебра с концентрациями 50 мг/л и 100 мг/л и затем высевали на агар — сразу после смешивания, через два часа и через 24 часа инкубации при 37°C.

## И вот результаты

По окончании инкубации мы ожидали эффекта. Но получили уверенный равномерный рост культуры на всех засеянных секторах первой серии опыта и ровный газон во второй серии, без видимых отличий от сектора контроля (см., например, фото 3), и у бактерий, и у гриба. Таким образом, исследуемые коллоидные растворы наночастиц серебра с концентрациями в 50 и 100 мг/л (в тысячу раз превышающие ПДК для человека!) не оказали в нашем случае никакого бактерицидного влияния на рост микроорганизмов в границах поставленного опыта. На фото 3 можно видеть чашку Петри, поделенную на три сектора, где в первый и второй сектора был прикапан раствор наночастиц серебра с концентрациями в 50 и 100 мг/л соответственно, а третий сектор — контрольный. Микроорганизмы не прореагировали на нанофазное серебро — видимо, их никто не предупредил, что они должны были начать погибать.

«Ничего себе!» — подумали мы и для сравнения на тех же культурах попробовали увидеть антимикробное действие кусочков цельного серебра. Однако и здесь результата не получили.

Известна версия, что освященный серебряный крест обладает бактерицидным действием, и нам предлагали провести подобный эксперимент. Однако и с точки зрения науки, и с классической теологической точки зрения такой эксперимент по определению не может дать никакого иного результата, отличного от результата с простым кусочком серебра. В противном случае это было бы прямым научным доказательством существования Бога. Вопрос же суще-



ствования Бога — это вопрос веры, а не научного опыта. Согласно и научным, и классическим религиозным представлениям, никакой естественно-научный эксперимент не может дать ответ на вопрос о существовании Бога. Соответственно результат указанного эксперимента заведомо равен результату с обычными кусочками серебра, вне зависимости от веры экспериментатора. Поэтому мы его и не проводили.

Зато красивые и ожидаемые результаты были получены с протарголом, фурацилином и антибиотиками. На фото 2 и 4 это очень хорошо видно. Наконец-то! Не подвели нас стандартные препараты.

## Появляется второй подозреваемый

Хотя в серьезной научной литературе есть убедительные доказательства антимикробного действия ионов серебра (например, N.Simonetti, «Electrochemical Ag<sup>+</sup> for Preservative Use», «Applied and Environmental Microbiology», 1992, No. 12), начиная с концентрации ионов Ag<sup>+</sup> в растворе в 150 мкг/л, с полными и убедительными экспериментальными данными, полученные нами результаты заставили нас немного в этом усомниться. Ведь протаргол, колларгол или ляпис (лекарственная форма — ляписный карандаш, содержит в равных весовых концентрациях смесь нитрата серебра и нитрата калия) помимо катионов серебра в растворе содержат еще и анионы каких-то молекул. Для ляписа, например, это анион NO<sup>3-</sup>, для протаргола — щелочной коллоид. Любые катионы в растворе уравниваются обычно какими-либо анионами, скажем ОН-группами воды. Если содержание этих групп выше 10<sup>-7</sup> моль/л, раствор оказывается щелочью. Что, если отрицательно заряженные ионы в растворе препаратов также действуют губительно на микроорганизмы?

И мы поставили серию экспериментов с другими нитратами. А именно проверили, как действуют на рост грамположительных бактерий *S.aureus* и грамотрицательных *E.coli* водные растворы замещения AgNO<sub>3</sub> на нитраты других металлов — NaNO<sub>3</sub>, Sn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, в концентрациях, эквивалентных серебру 1%-ного раствора AgNO<sub>3</sub>, то есть 5,9·10<sup>-3</sup> моль/л. Чашки Петри делили на четыре сектора, в центр каждого сектора поверх посеянной бактериальной культуры раскапывали один из четырех указанных растворов в количестве 30 мкл (фото 5). Эксперимент для надежности повторили трижды. После ночной культивации в течение 18 часов оказалось, что в местах прикапывания всех тестируемых растворов нитратов

металлов рост обеих бактериальных культур полностью подавляется.

Таким образом, аналогичное 1%-ному раствору AgNO<sub>3</sub> бактерицидное действие оказывают и нитраты других металлов, что свидетельствует в пользу неспецифического (но, возможно, синергетического) действия нитрат-анионов в совокупности с катионами многих других металлов на бактериальные клетки. Казалось бы, удивительный и новый результат! Ан нет.

## Ничего принципиально нового...

...и удивительного в этих результатах нет. Если открыть любой хороший учебник по фармакологии (например, даже полувекковой давности — Г.Н.Першин, Е.И.Гвоздева, Учебник фармакологии, Медгиз, 1961, он есть в Интернете), там обнаружится раздел «Соединения тяжелых металлов» в главе «Антисептические и дезинфицирующие средства», где говорится о бактерицидном действии многих тяжелых металлов. Для нас с вами ртуть и свинец тоже токсичны. А серебро — близкий к ним тяжелый металл. Действие многих других химреактивов на все живое тем, кто добросовестно изучал в школе химию, тоже известно. Чему же здесь удивляться, если, например, щелочной коллоид протаргола тоже обладает антимикробным действием? Нет сомнений, что фармакологический препарат протаргол в этом смысле был сделан грамотно, соотношение компонентов в нем было подобрано, видимо, на основе какого-то оптимума действия на микроорганизмы и ионов серебра, и других анионов с минимизацией вреда человеку.

Удивительно другое — то, что в XXI веке все еще сохраняется вера в бактерицидное действие цельного металлического серебра как некоего уникального металла. Про бактерицидное действие ртути, скажем, никто и не вспоминает. Хотя в медицине есть известные антибактериальные препараты и на основе ртути (ртуть двухлористая), и на основе висмута (ксероформ), и на основе свинца (свинцовая вода), и так далее. Действие всех этих препаратов комплексное, и часто в них действует не только металл в растворе.

Чернея от серы, серебро забавным образом породило средневековое заблуждение, а с развитием науки стало первым металлом, на основе которого было сделано первое «научно обоснованное» антибактериальное средство. И это еще больше, видимо, укоренило в умах людей это заблуждение. Не важно, что действие нитрата серебра — синергетическое, что анионы и катионы в рас-



## МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

творе действуют совместно на микроорганизмы. Важно для поддержания заблуждения, что это все от действия серебра. И сегодня это заблуждение пытается втиснуться в современные реалии, «волшебное» серебро приобретает новомодную частичку «нано».

На самом же деле растворимость цельного металлического серебра в воде ничтожно мала — много меньше 10<sup>-13</sup> г/л. А ионы серебра в воде могут появиться только при растворении цельного серебра или его солей. С солями вроде AgNO<sub>3</sub> все понятно. Они дают в 1%-ном растворе концентрацию на три порядка выше ПДК, а это уже сильная токсическая доза. В морской воде содержится около 10<sup>-7</sup> г/л серебра, это на три порядка ниже ПДК, поэтому в морской воде хорошо себя чувствуют не только люди, но и многие микроорганизмы. Чтобы из коллоидного раствора наночастиц серебра даже с предельной и очень токсичной концентрацией 100 мг/л получить концентрацию ионов, подавляющую бактерии, нужно, чтобы в воде растворился примерно 1% этого наносеребра. Хотя для наночастиц за счет увеличения поверхностной энергии можно ожидать увеличения растворимости, все же прогнозировать, что растворится 1% благородного металла, не приходится. А ведь это только граница бактерицидного эффекта, для эквивалентной концентрации с протарголом раствориться в воде должно было бы уже все наносеребро.

Поэтому, видимо, и дают отрицательный результат наши опыты. Но с точки зрения классической химии такой результат был предсказуем. Просто надо учить химию и не забывать, что ПДК серебра для человека в питьевой воде, по данным ВОЗ, — порядка 100 мкг/л, а по российским нормам — еще вдвое меньше. Предлагаемые же разными фирмами растворы ионов серебра и коллоидные растворы наносеребра часто содержат более высокие концентрации. Мы крысок пожалели. Вы хотите поэкспериментировать на себе?





ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

# Свободный фтор в природе?

Любой химик, да и любознательный не-химик со школьной скамьи знает, что свободный фтор в природе не встречается (разве что одинокий атом в космическом пространстве). Тем не менее это утверждение было недавно опровергнуто.

Есть такой черно-фиолетовый минерал — антозонит. Впервые он был найден в Вёленсдорфе (Бавария) в 1841 году, а название получил в 1862-м. Позже этот минерал нашли в Канаде (штат Онтарио) — образец хранится в коллекции Гарварда. По химическому составу антозонит соответствует флюориту, или плавиковому шпату, что в переводе на химический означает фторид кальция  $\text{CaF}_2$ . В некоторых минеральных образцах антозонит сочетается с кальцитом, который «разбавляет» его интенсивную окраску. Работавшие с антозонитом заметили, что при измельчении он источает неприятный запах, напоми-

нающий запах озона («запах грозы») и фтороводорода, а будучи помещенным в счетчик Гейгера, начинает слегка фонить, подобно урановой смолке — известной руде урана. Потому еще одно название этого минерала — «зловонный флюорит».

Еще в середине прошлого столетия запах объясняли наличием  $\text{O}_3$  и  $\text{HF}$ , которые могли бы возникнуть при измельчении антозонита в результате взаимодействия фтора с кислородом воздуха и парами воды. Только вот откуда берется свободный фтор и как доказать его наличие в минерале, долгое время было непонятно.

Лишь совсем недавно все встало на свои места. Исследователи из групп Флориана Крауса (Технический университет Мюнхена) и Йорна Шмедта (Мюнхенский университет) однозначно доказали на основании спектров ЯМР  $^{19}\text{F}$  присутствие в неизмельченном антозоните свободного фтора  $\text{F}_2$ . Там же были обнаружены вкрапления урана, радиоактивное излучение которого вызывает разложение фторида кальция на атомы. Атомарный фтор немедленно образует молекулы газообразного фтора  $\text{F}_2$ , которые диффундируют через

полости (каверны) кристаллической решетки и тем самым отдаляются от атомов металлического кальция, не давая вновь образоваться фториду кальция, из которого состоит флюорит. В то же время фтор в мини-кавернах оказывается — пока минерал не начали измельчать, — как в запаянной ампуле, его изолирует от окружающей среды слой флюорита. Это и позволяет активнейшему галогену находиться в свободном состоянии. Атомы металлического кальция остаются на своих местах решетки. Взаимодействуя с ближайшими ионами флюорита, они образуют кластеры, сообщающие минералу черно-фиолетовый цвет (F-центры, центры окраски). Процесс длится миллионы лет и ведет к образованию совершенно нового минерала. А где уран, там радий, свинец и другие продукты распада, которые вообще-то тоже могут включаться в процесс и отвечать за появление окраски.

При измельчении минерала фтор попадает наружу, взаимодействует с кислородом воздуха и парами воды, образуя озон и фтороводород, которые и являются причиной неприятного запаха антозонита.

Перефразируя Козьму Прутков: если в учебнике или справочнике встретите фразу «свободный фтор не встречается в природе» — смело зачеркивайте слово «не».

Доктор химических наук  
**М.Ю. Корнилов**

*На фото слева — обычный плавиковый шпат, справа — «зловонный плавиковый шпат». Фото из статьи «Occurrence of Difluorine  $\text{F}_2$  in Nature—In Situ Proof and Quantification by NMR Spectroscopy» (Joern Schmedt, Martin Mangstl, Florian Kraus. «Angewandte Chemie, Int. Ed.», онлайн-публикация 4 июля 2012 года, doi: 10.1002/anie.201203515)*



Гуго Марк с сыном

# Неизвестный жертвовател на российскую науку

Кандидат химических наук

**А.С.Садовский**

Откуда возникла в нашей стране так называемая большая наука, с ее системой научно-исследовательских институтов, планомерно ведущих исследования по определенной тематике? Проанализировав архивные материалы, можно прийти к выводу, что основой ее стало Общество Московского научного института. В советское время о нем писали мало, теперь же в рассказах на эту тему появляются разночтения. Попробуем разобраться в последовательности событий, а заодно и воздадим должное человеку, о роли которого в этой истории известно несправедливо мало.

## Историческая справка

Общество Московского научного института (ОМНИ) было создано в 1912 году. А годом раньше более ста профессоров и преподавателей ушло из Московского Императорского университета в знак протеста против урезания университетских свобод по приказу министра народного просвещения Л.А.Кассо, который запрещал проведение студенческих собраний и возлагал полицейские функции на университетскую администрацию.

Первое собрание общества состоялось 10 мая 1912 года, его полное название было «Общество Московского научного института в память 19 февраля 1861 года». Дата отмены крепостного права в России подчеркивала, по словам создателя первой российской физической школы П.Н.Лебедева, стремление избежать «крепостной зависимости от учебных

учреждений» и не подчиняться «учебной барщине, которую отбывали Менделеевы, Сеченовы, Столетовы и ныне здравствующие крупные русские ученые, чтобы только получить право производить свои ученые работы, чтобы оплатить возможность прославить Россию своими открытиями»

Общество стало функционировать по образцу акционерной компании. Каждый его член был обязан приобрести как минимум один пай стоимостью 50 рублей. Первоначально была идея – создать институт с тремя направлениями или отделами: физическим, биологическим и гуманитарным, а также свое издательство. Потом стали ориентироваться на специализированные институты, а это в финансово-правовом аспекте было проще. Может быть, поэтому председателем правления был выбран юрист А.И.Геннерт, а не какой-либо видный ученый по естественным наукам. Общество было «открытым», в него вошли не только москвичи, были и представители Санкт-Петербурга.

Не сразу, но еще до революции в Москве обществом были созданы Институт экспериментальной биологии (директор — Н.К.Кольцов), Институт питания (М.Н.Шатерников), Центральная контрольная станция сывороток и вакцин (Л.А.Тарасевич) и Физический институт (П.П.Лазарев).

## Разночтения

У нескольких авторов можно встретить другое название — «Московский научный институт Леденцовского общества». Внешне это выглядит как перераспределение материальной и интеллектуальной собственности между ОМНИ и Леденцовским обществом. Например, во всех четырех изданиях книги С.Э.Шноля «Герои, злодеи, конформисты отечественной науки» есть такие места:



«Леденцову, Леденцовскому обществу принадлежит приоритет в создании специализированных "академических" научных учреждений в России. Было решено создать Московский научный институт со специализацией в разных науках. По-видимому, первым в реализации этой программы было финансирование организации сначала лаборатории, а затем и специального института для Петра Николаевича Лебедева. И в этом случае виден "синергизм" в действиях именем Шанявского и именем Леденцова».

Лебедев, лишенный лаборатории и не только средств для продолжения исследований, но средств к существованию — после упомянутого выше разгрома Московского университета в 1911 г., получил то и другое и в Университете имени Шанявского, и в Обществе имени Леденцова. И попечительским советом университета, и советом общества были высоко оценены научный уровень и достоинства П.Н.Лебедева и была признана необходимость его поддержки.

В 1912 г., незадолго до смерти, П.Н.Лебедев сделал эскиз лабораторных помещений для будущего Физического института — части Московского научного института Леденцовского общества. П.П. Лазарев продолжил дело своего учителя.

На Миусской площади (недалеко от Университета Шанявского!) было построено на средства Леденцовского общества специальное здание. В декабре 1916 г. после торжественного молебна в этом здании был открыт первый научный институт — Институт биофизики и физики. Биофизики — потому что Лазарев был биофизиком и лишь затем физиком».

«Это было ужасное время Первой мировой войны, начавшейся разрухи и революций. Нарушились связи ученых разных стран. Перестала поступать научная литература. Отечественная наука была спасена Леденцовым — основанным им Обществом Московского научного института. На средства этого общества в 1917 году был создан для Кольцова Институт экспериментальной биологии. (И еще два института: физики и биофизики — П.П. Лазарева и микробиологии — Л.А.Тарасевича.) Но возможно, главным делом жизни Кольцов считал создание и работу Института экспериментальной биологии — института, созданного по решению и на средства Леденцовского общества».

Еще приведем цитату из статьи В.Н.Сойфера («Наука и жизнь», 2002, № 8): «В 1916 году Кольцов был привлечен к созданию на деньги меценатов (Х.С.Леденцова, А.Л.Шанявского, книгоиздателя А.Ф.Маркса и других) ряда научно-исследовательских институтов, независимых от государства. Так, летом 1917 года за несколько месяцев до того, как большевики совершили государственный переворот, в Москве открылся Институт экспериментальной биологии (ИЭБ), который возглавил Кольцов».

Понятно, «Общество содействия успехам опытных наук и их практических применений», названное именем Х.С.Леденцова, в принципе могло финансировать строительство институтов. Но сам он, вопреки тому, что написано у С.Э.Шноля, не мог бы основать Общество Московского научного института, поскольку скончался в 1907 году. Другие указанные В.Н.Сойфером меценаты, А.Л.Шанявский и книгоиздатель А.Ф.Маркс, умерли еще раньше. Какими же средствами располагало ОМНИ, кроме внутренних акций? Обратимся к свидетельствам участников событий тех лет и сохранившимся документам.

## Дом, который построил Марк

Своего рода отчет опубликовал П.П.Лазарев в брошюре «Физический институт Московского научного института» (1918) и одновременно в первом выпуске журнала «Успехи физических наук», который был им же учрежден и издан Московским научным институтом. Вот некоторые выдержки из него.

«Вслед за открытием Общества Московского научного института весной 1912 года в ученом свете института возник вопрос о научных лабораториях по физике и биологии. Крупное пожертвование на Физический институт в 100 000 руб. лицом, пожелавшим остаться неизвестным, поставило перед советом вопрос о плане и задачах будущего института. Осенью 1912 года П.П.Лазаревым был представлен в совет проект института, разработанный покойным П.Н.Лебедевым совместно с П.П.Лазаревым и архитектором А.Н. Соколовым. <...>

Однако задача проектирования медленно подвигалась вперед, пока наконец жертвователю, узнав о встретившихся материальных затруднениях, не пришел со вторым еще

**Л**ебедев Петр Николаевич (1866—1912) — фактический основатель отечественной школы экспериментальной физики. Диссертацию он готовил в Германии, в лаборатории Августа Кунда, а затем стал ассистентом в лаборатории А.Г.Столетова в Московском университете. В знак протеста покинул университет в 1911 году. К числу его заслуг принадлежат создание аппаратуры для генерации и приема миллиметровых электромагнитных волн, с помощью которой он провел эксперименты по изучению, отражению и преломлению такого излучения, а также открытие давления света на твердые тела и газы. После его работ Уильям Томсон, лорд Кельвин, сказал, что лишь обнаружение давления света Лебедевым заставило его признать уравнения Максвелла. Лебедев изучал кометные хвосты, выдвигал идеи о природе межмолекулярных взаимодействий. В конце жизни пытался найти эффект Сазерленда — перераспределение зарядов в твердых телах под действием гравитационного поля, но не преуспел в этом. Из основанного им института

вышли такие знаменитые советские ученые, как физик С.И.Вавилов, сейсмолог Г.А.Гамбурцев, специалист по радиоэлектронике А.Л.Минц, физикохимик П.А.Ребиндер, океанолог В.В.Шулейкин, спектроскопист Э.В.Шпольский.

**Л**азарев Петр Петрович (1878—1942) начал работать в Московском университете в лаборатории П.Н.Лебедева. В 1911 году в знак протеста покинул университет, диссертацию защищал в Варшаве год спустя, тема — выцветание пигментов. Автор фундаментальных работ по биофизике, таких, как физико-химическая теория возбуждения, законы действия электрического тока на ткань, изучение адаптации органов чувств. В геофизике возглавил изучение Курской магнитной аномалии. Во время Гражданской войны заведовал лабораторией в Высшей школе военной маскировки РККА, потом руководил Институтом физики и биофизики Наркомздрава, рентгеновской, электро-медицинской и фотобиологической

секциями Наркомздрава. В 1929 году выступил против перевыборов коммунистов, проваленных на выборах в АН СССР. Вел активную переписку с зарубежными учеными, что и послужило поводом для его ареста в 1931 году. В 1932 году вернулся из ссылки в Москву, где стал профессором кафедры геофизики, потом завотделом биофизики во Всесоюзном институте экспериментальной медицины. В 1938 году подвергся нападкам по обвинению в лженауке.

**К**ольцов Николай Константинович (1872—1940) — один из основателей генетики в России, создатель Русского евгенического общества (закрыто по его же инициативе в 1929 году). После окончания Московского университета отправился на трехлетнюю стажировку: сначала в Киль к Вальтеру Флемингу, основателю цитогенетики, затем на морскую биостацию под Неаполем, потом во Францию, на станцию в Вилла-Франко. Работать начал в Московском университете под руководством главы русской школы

более крупным пожертвованием (125 000 руб.), позволившим довести проектирование до конца. Представленный П.П. Лазаревым в конце 1914 года проект архитектора А.Н. Соколова после одобрения совета был передан строительной комиссии в составе председателя Г.М. Марка, членов: А.И.Геннерта, П.П. Лазарева, А.Н.Соколова <...>

Благодаря энергичной работе строительной комиссии, руководимой Г.М.Марком и А.И.Геннертом, и добросовестному выполнению взятых на себя обязательств фирмой Натансон и Загер, уже к концу строительного сезона 1915 года здание было подведено под крышу, и период 1916 года пошел на отделку, оштукатурку и внутренние работы в здании. Окончательно здание было сдано в декабре 1916 года, и с 1 января 1917 года Физический институт функционирует как исследовательская лаборатория. Директором Института избран П.П.Лазарев.

На первые три года работа в институте была обеспечена пожертвованием в 75 000 руб. лица, пожелавшего остаться неизвестным, внесшим одновременно 20 000 руб. на оборудование. Затем поступило от другого жертвователя, также пожелавшего остаться неизвестным, 500 000 руб. в виде капитала Физического института, что вполне обеспечило научную деятельность учреждения. <...>

Постройка здания обошлась в 278 212 руб. 83 коп. Оборудование его в течение первого года составило сумму в 27 207 руб. 54 коп. В институте числятся принадлежащих институту приборов 163 номера. Кроме того, с разрешения Общества имени Х.С.Леденцова в нем размещены ряд приборов, помещавшихся раньше в Лебедевской лаборатории и перевезенных сюда после ее ликвидации».

Единственное упоминание П.П.Лазаревым Леденцовского общества включено в цитату. Помощь от Университета им. А.Л.Шанявского заключалась в том, что он снял для лаборатории П.Н.Лебедева в доме № 20 по Мёртвому переулку. Лаборатория поместилась в двух небольших квартирах, расположенных друг против друга. В одной были кабинет П.Н.Лебедева, две лабораторные комнаты и мастерская, во второй — его личная библиотека, отданная в общее пользование, и большая рабочая комната. Выше здесь же сняли две квартиры П.Н.Лебедев и П.П.Лазарев. Леденцовское

зоологии М.А.Мензибера. Среди учеников Кольцова — генетики Н.В.Тимофеев-Ресовский и И.А.Рапопорт. Первым разработал гипотезу молекулярного строения и матричной репродукции хромосом, в соответствии с которой каждый ген представляет фрагмент гигантской молекулы из двух цепочек, а при делении каждой клетке достается одна из этих цепочек. Он же первым обнаружил цитоскелет у клеток и ввел сам этот термин. В 1905 году отказался защищать диссертацию в университете, закрытом в связи с революционными событиями, а после подавления революции издал брошюру «Памяти павших» и был вынужден покинуть лабораторию Мензибера. Однако в 1911 году, после демарша университетской профессуры, принял Мензибера к себе, на Московские высшие женские курсы. Большевистскую революцию Кольцов не принял и вошел в состав подпольной антисоветской группы, был ее казначеем. В 1920 году приговорен Ревтрибуналом к расстрелу, однако по просьбе Горького расстрел был

заменен условным заключением. В 1925 году избран членом-корреспондентом АН СССР, в 1935-м — академиком ВАСХНИЛ. После того как в 1936 году он выступил против Т.Д.Лысенко, Кольцову припомнили увлечение евгеникой: ответственные работники ЦК ВКП(б) назвали его «фашиствующим мракобесом», сатрапом Гитлера. Следствием стала отставка с поста директора института в 1939 году.

**Т**арасевич Лев Александрович (1868—1927) — выдающийся иммунолог, организатор советского здравоохранения. Работал в парижском Институте Пастера у И.И.Мечникова и стал сторонником его клеточной теории иммунитета. Внес существенный вклад в решение вопросов эпидемиологии и профилактики туберкулеза, холеры, брюшного тифа, малярии, сыпного тифа, дизентерии, сифилиса. Активно пропагандировал необходимость прививок населения для предупреждения эпидемий. Во время Первой мировой войны, будучи главным военно-полевым санитар-

ным инспектором армии, настоял на вакцинации солдат против брюшного тифа и холеры. Разработал программу борьбы с эпидемиями для Временного правительства. После революции создал государственную систему надзора за качеством вакцин и сывороток, был председателем Ученого медицинского совета при Наркомздраве РСФСР.

**Ш**атерников Михаил Николаевич (1870 — 1939) — ученик и ближайший сотрудник И.М.Сеченова, окончил Московский университет и работал профессором Московских высших женских курсов, а после революции стал профессором медицинского факультета Московского университета. Основные труды по нервно-мышечной физиологии, физиологии органов чувств, по вопросам обмена веществ и питания. Под руководством ученого начались разработки физиологических норм питания для рабочих разных профессий, а также людей разного возраста.



общество выделило П.Н.Лебедеву 15 000 руб. К осени 1911 года подвал как-то переоборудовали, но в феврале 1912 года П.Н.Лебедев слег в постель, а 1 марта скончался, было ему всего 46 лет. Вскоре после его смерти работы были перенесены в физическую лабораторию Московского высшего технического училища, где П.П.Лазарева избрали профессором.

В персоналиях и статьях «Успехов физических наук», посвященных памятным датам, имя председателя строительной комиссии Г.М.Марка больше никогда не появлялось. Ясно, что Леденцовское общество к финансированию непричастно, но кто такие эти неизвестные жертвователи?

### Конспектируем первоисточники

Директор Института экспериментальной биологии Н.К.Кольцов, так же, как и П.П.Лазарев, написал о Г.М.Марке только один раз, в 1921 году. Публикация редкая, так что уместно подробное цитирование:

«Институт экспериментальной биологии был основан Обществом Московского научного института в 1916 г. (см. ниже), и организация его поручена проф. Университета Шанявского и Высших женских курсов Н.К.Кольцову. Обществом был приобретен на пожертвование Г.М.Марка дом № 41 по Сивцеву Вражку, где И.Э.Б. был размещен вместе с другими вновь учрежденными отделами Московского научного института. Годичный бюджет И.Э.Б. был утвержден в сумме 40 000 руб. при персонале из директора (Н.К.Кольцов) и 3-х

ассистентов (В.Н.Лебедев, С.Н.Скадовский и Л.П.Кравец). В 1917 году оборудование института было закончено и был начат ряд научных экспериментальных исследований в двух главных направлениях: 1) по применению физической химии к биологии и 2) по генетике; были устроены питомники для разведения морских свинок и кур с генетическими задачами.

В 1918 году материальное положение института было поколеблено, а в следующем году еще более ухудшилось. Зимой 1919/20 года здание института замерзло. Но питомники все же удалось сохранить, переведя их на организованную при И.Э.Б. загородную Аниковскую станцию в Звенигородском уезде, в 65 верстах от Москвы. Работы этой станции поддерживались отделом птицеводства Комиссии по изучению естественных производительных сил России при Российской академии наук; была основана также и вторая птицеводная опытная станция в Новой Слободке, Тульской губ. Ввиду полного истощения средств Общества Московского научного института, И.Э.Б. в конце 1919 года обратился за поддержкой в отдел животноводства Н.К.З. <Народный комиссариат здравоохранения>, который отпустил необходимые средства и принял на себя ведение хозяйства на обеих опытных станциях. С 1 января 1920 года Институт экспериментальной биологии совместно с Институтом по контролю сывороток и вакцин и Институтом питания, помещавшимся в том же здании, вошел в состав Государственного научного института (ГИНЗ) при Н.К.З. и в течение последнего года значительно расширил свою деятельность».

## Неизвестный жертвователь Гуго Марк

В эссе В.П.Рябушинского «Русский хозяин» есть такое место: «Незадолго до революции Москва узнала об очень крупном даре одному вновь учрежденному научному институту от "неизвестного". Этот "неизвестный" был Гуго Маврикиевич Марк, член очень известной старой фирмы "Вогау и Ко", давно осевшей в Москве. Хозяева были людьми немецкого происхождения.

Я был знаком с жертвователем. Он скончался во время большевистской революции. Мне, в это время тайно жившему в Москве, удалось прийти поклониться телу Г.М. Панихиду служил православный священник».

Как видно из приведенных цитат, неизвестным жертвователем был Г.М.Марк (1869 – 1918). До начала войны 1914 года он и его отец Мориц Филиппович были рейхсдойче, то есть германскими подданными. Возможно, поэтому первое пожертвование было тайным, чтобы не скомпрометировать институт. Потом Г.М.Марк принял российское гражданство, иначе по высочайшему указу Николая II, вышедшему в самом начале войны, он мог попасть под арест как военнопленный. В дальнейшем конспирация уже не имела смысла, так как за всеми его финансовыми операциями стали следить назначенные инспекторы. Возможно, решение об огласке принимали сами авторы статей: П.П.Лазарев писал, когда только что стали отходить от борьбы с немецким засильем, а Н.К.Кольцов — уже по завершении войны с Германией.

Многое проясняют документы, копии которых хранятся в московском Музее предпринимателей, меценатов и благотворителей. В письме от 20 декабря 1916 года Г.М.Марк просит правление фирмы «Вогау и Ко» обещанную им сумму 1,2 млн. руб. внести еще в 1916 году на счет Общества Московского научного института, исключив ее из причитающегося ему дохода за 1916 год. В музее также экспонируется письмо фирмы, извещающее Г.М.Марка об исполнении его поручения. В другом письме от 30 июня 1917 года Г.М.Марк подтверждает свое заявление об уходе из состава членов фирмы с 1 января 1918 года и просит перевести Обществу Московского научного института еще 2 млн. руб. из причитающейся ему суммы фирменного капитала! Взнос может быть произведен, по усмотрению фирмы, также государственными русскими процентными бумагами. Он просит фирму с 1 июля

1917 года указанную сумму считать собственностью общества и насчитывать с этого срока проценты в его пользу.

Суммы, фигурирующие в письмах, настолько велики, что безотносительно к курсу рубля, сильно менявшемуся во время войны, позволяют сделать принципиальные выводы. Г.М.Марк финансировал и лично возглавил строительство Физического института, оплатил приобретение и переоборудование здания в Сивцевом Вражке, где разместились остальные институты ОМНИ, а также профинансировал научную работу всех институтов как минимум на три года вперед, что позволило им пережить время послереволюционного управленческого хаоса. Таким образом, вся практическая деятельность ОМНИ осуществлялась на деньги Г.М.Марка. Когда они иссякли, общество само собою заглохло.

У известного историка Ю.А.Петрова можно найти выписку из депеши в Берлин военного времени от германского генерального консула:

«Гуго Марк <...> чувствуя себя несправедливо лишенным своей многолетней созидательной деятельности, увлекся затем научными изысканиями и направил свою энергию на создание научно-исследовательского института и издательства в Москве, возглавляя его административный совет и щедро поддерживая начинание из собственных средств».

Господин консул не совсем точен, когда пишет так о персоне, лишь недавно подлежавшей его опеке. Г.М.Марк еще до войны занялся субсидированием российской науки, когда был директором АО «Белорецкие заводы Пашковых», членом правлений Товариществ латунно-медного завода Кольчугина и Московского металлического завода, Московского частного коммерческого банка и прочих организаций. Именно тогда нашей науке остро потребовалась финансовая помощь. Ни один российский предприниматель не выделил значительных средств ОМНИ на создание нового типа научного подразделения, на развитие «большой науки». Жертвователем оказался рейхсдойче. Он не отказался от обещаний и во время начавшейся войны с Германией. Возможно, если б не угроза ликвидации капитала, его вклады не были столь велики. Но уж так получилось, что Г.М.Марк оказался самым щедрым жертвователем на науку за всю историю России — около 3,5 млн. руб.

Леденцовское общество субсидировало исследование в уже существующих структурах, в большинстве из которых и была та самая упомянутая П.П.Лебедевым «учебная барщина», да и средства, имевшиеся в его распоряжении, были ограничены всего лишь процентами с двухмиллионного капитала — в среднем 62 тыс. руб. в год. Надо думать, Г.М.Марк как просвещенный предприниматель хорошо понимал, что для крупного успеха в крупном деле необходимо использовать достижения научно-технического прогресса. Так было, когда он начал широкую модернизацию металлургии Белорецких заводов. Она завершилась строительством уникальной узкоколейки в горной местности, а уже при советской власти привела к комсомольской Магнитке. Он был активным руководителем сооружения медепрокатного и электролизного заводов, намеревался обустроить Транссиб холодильными установками и «прохладными» вагонами для экспорта сибирского масла в Западную Европу и пр. А сегодня о Гуго Марке, так много сделавшем для российской науки, напоминает разве что станция Марк по Савеловскому направлению железной дороги, да и мало кто из пассажиров подмосковных электричек и посетителей «барахолки» на этой станции знают, в честь кого она названа.

## Культурное наследие

С наукой имущество Г.М.Марка оказалось связано не только при жизни, но и после смерти. Все усадьбы, принадлежавшие ему, жене и близким родственникам в элитном купеческом районе улицы Воронцово Поле, сразу же после революции





стали научно-исследовательскими институтами. У Марков и Вогау давно были не только деловые, но и родственные связи. Г.М.Марк был женат на своей троюродной сестре Эльзе фон Вогау. Обе семьи жили в России уже три поколения. Эльза в доставшемся от матери доме № 8 на Воронцовом Поле достроила второй этаж в камне. Здесь прошли последние годы жизни Г.М.Марка. На него был записан соседний дом № 10, но во время известного немецкого погрома 1915 года он был разграблен и пришел в негодность. Жена с младшим сыном Конрадом покинула Россию, остались лишь его старший сын Максим, призванный в армию, и племянник И.Э.Саломон. (Оба были расстреляны в 1937 году как «немецкие шпионы», а семьи их репрессированы.) Максим Марк, будучи членом ВКП(б), передал причитающуюся ему долю наследства в партийную кассу.

В январе 1921 году в доме № 8 был торжественно открыт Институт биохимии, созданный в системе Государственного научного института при Наркомздраве (директор А.Н.Бах, его заместитель И.Б.Збарский).

Вопреки купеческой традиции записывать имения на жен, дом № 10 ранее числился за тестем Г.М.Марка — Гуго фон Вогау. В 1921—1922 годах его перестроили под Химический институт при ВСНХ им. Л.Я. Карпова (см. «Химию и жизнь», 2008, № 9). Потом, в 1931 году, создается отраслевой Государственный институт азота, который располагается рядом, на территории сахарного завода Вогау. Заводское здание снесли, теперь на этом месте многоэтажные корпуса, они выходят на угол Садового кольца и набережной Яузы.

Медики не отставали от химиков, они расположились в соседних усадьбах. В 1923 году дом № 12 был занят Наркомздравом под Институт гигиены труда и профзаболеваний. Здание до революции принадлежало известному купеческому роду Капцовых. Инициатором создания этого института был В.А.Обух, заведующий Мосздравотделом, личный врач В.И.Ленина и И.В.Сталина. После его смерти в 1934 году возникло мнение назвать улицу его именем. Был и альтернативный вариант с именем А.Н.Баха, но он не прошел. В Карповском институте тогда говорили: «Бахом Обуха не перешибешь». Старое название вернулось спустя 60 лет, а отходящий коленом бывший Грузинский переулок так и носит имя Обуха. В переулок в дом № 5 перевели лабораторию с мозгом Ленина и учредили Институт мозга (1928). Ранее это был один из корпусов Лютеранско-евангелической больницы, а близкий родственник Вогау, Конрад Банза, был попечителем больницы, женское отделение носило его имя.

Другой переулок, спускающийся от улицы Воронцово Поле к Яузе, сохранил свое название — Николоворобинский, хотя сама церковь свт. Николая не сохранилась. В этом переулке располагался шикарный особняк, построенный отцом Г.М.Марка, куда в 1930 году поместили Клинику лечебного

питания. Она вошла в состав Государственного научно-исследовательского института питания, директором которого был назначен И.Б.Збарский. Ранее (1926) ГИНЗ расширил свои владения, заняв усадьбу Г.В.Бардыгиной — соседки Марков—Вогау (дом № 6 по Воронцову Полю). Сюда был переведен из Сивцева Вражка (где до 2010 года находился ГНИИ стандартизации и контроля медицинских биологических препаратов им. Л.А.Тарасевича) Институт экспериментальной биологии, а на прилегающей парковой территории выделили участки для полевых опытов. По традиции Н.К.Кольцов получил здесь директорскую квартиру.

Дружба у соседей не сложилась. В связи с готовящимися выборами в Академии наук А.Н. Бах подпишет письмо «Лжеученым не место в Академии наук», которое было напечатано в газете «Правда». Потом он же возглавит академическую комиссию для обследования работы ИЭБ. В 1938 году институт перевели из системы Наркомздрава в АН СССР и переименовали в Институт цитологии, гистологии и эмбриологии. Через год Н.К.Кольцова освободили от должности директора, но ему все-таки оставили квартиру и личную лабораторию, где работала его супруга, М.П.Кольцова-Садовникова. Дух не сломали, но могучее здоровье Н.К. Кольцову подпортило... Шестьдесят лет назад в домах № 6 и 8 разместилось посольство Индии.

Остается добавить, что все купеческие усадьбы, упомянутые выше, включены в список объектов культурного наследия и должны опекаться службой Москомнаследия. Далеко не все они поддерживаются в надлежащем виде. Некоторые из них можно осмотреть, записавшись предварительно на экскурсию.

Автор выражает благодарность Ю.Н.Соловьевой за предоставленную рукопись брошюры «Российский бизнес семейства Вогау», директору Музея предпринимателей, меценатов и благотворителей Е.И. Калмыковой и главному хранителю музея Л.Н.Краснопевцеву за помощь и поддержку.

## Архив в Интернете



Одна неделя — 100 руб.

3 месяца + текущая электронная версия журнала (3 номера) — 240 руб.

6 месяцев + текущая электронная версия журнала (6 номеров) — 480 руб.

12 месяцев + текущая электронная версия журнала (12 номеров) — 960 руб.

**Полный электронный архив  
нашего журнала  
с 1 номера 1965 года  
по 12 номер 2011 года  
доступен в Интернете  
по подписке.**

Для подписки на доступ к онлайн-архиву (+ текущие номера журнала), напишите нам письмо ([redaktor@hij.ru](mailto:redaktor@hij.ru)).

# Псы войны

Григорий Панченко

*В первый день Нового года, пока все бойцы и шоферы спали, я выехал на рекогносцировку в Алайскую долину. Нечеловеческими усилиями мои бойцы взяли только первые подступы к Памиру; самое главное, самое опасное предстояло впереди.*

*Возле маленьких салазков стояли в упряжи восемь огромных кудлатых туркменских овчарок. Вид у этих собак чрезвычайно страшный, а я никогда не ездил на собаках. Но что поделаешь! Пешком далеко не уйдешь, а на машине и верхом по снегам не проберешься. Пришлось усесться в салазки.*

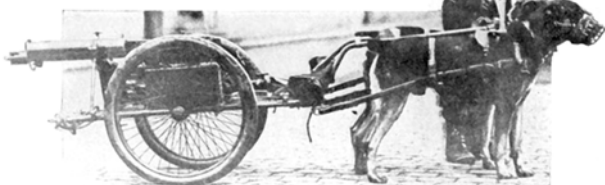
*Ока Городовиков. Поход через Страну смерчей.*

Постоянные читатели «Химии и жизни» помнят, что несколько номеров назад, в статье, посвященной «красноармейским» якам, мы пообещали продемонстрировать очень необычное средство передвижения, на котором будущий командарм Ока Городовиков проводил рекогносцировку во время транспамирского вояжа 1935 года. Как видим, это даже не яки. И похоже, тут налицо не использование северных традиций, равно как не импровизация, — а «домашние заготовки», имеющиеся в распоряжении Среднеазиатского военного округа. Впрочем, и всей армии как таковой.

В СССР военное собаководство начало развиваться с 1924 года, сама же его практика опиралась на наработки Первой мировой войны, когда «военные собаки» достаточно широко использовались в армиях практически всех стран-участников. В том числе и как транспортное средство.

Основной «собачий материал» довоенного времени определялся набором доступных пород. В СССР это были прежде

*Эти фотографии к нашей теме прямого отношения как будто не имеют: место действия — Европа, время действия — Первая мировая война. Но именно тогда собаки по-настоящему пришли в армию*



всего немецкие овчарки и эрдели, а также «аборигенные» породы: крупные разновидности ездовых сибирских лаек, их помеси плюс еще не вполне стандартизированные предки южнорусских и среднеазиатских овчарок. Именно последние, видимо, были впряжены в «салазки» Городовикова: современных «азиатов» кудлатыми уже не назовешь, но в Стране смерчей такой шерстный покров вполне уместен. Вообще, тогда армейское собаководство переживало этап «породотворчества», поэтому для службы и даже разведения часто использовались различные межпородные метисы. Позже, в военное время, число «пользовательных» собак без колебаний пополнялось и за счет дворняжек — но это был вынужденный шаг. В 30-х же годах для советского служебного собаководства характерен именно «межпородный поиск», разной степени успешности и обоснованности. Строго говоря, он будет продолжен и позже: весьма удачно (черный терьер), полуудачно (московская сторожевая), неудачно (московский дог, в котором так и не удалось надежно совместить дождевую силу и овчарочью морозоустойчивость), имитационно («восточноевропейская овчарка», безусловно входящая в норму внутривидового разнообразия немецких овчарок) и т. п.

Впрочем, это уже отдельный разговор. Кроме того, позвольте, ведь межпородное скрещивание — это в любом случае лишь метисация, а не гибридизация; какое отношение она имеет к теме этого цикла статей?

## Легенда о лисопсе

Дело в том, что по-прежнему не следует забывать о контексте эпохи, склонной к попыткам «стахановского» вмешательства практически во все, включая природу. Это было характерно не только для «народных селекционеров»: иные из представителей большой науки тоже поддались общему веянию. Так, Петр Александрович Мантейфель, видный зоолог, замдиректора по науке Московского зоопарка, выдвинул и развернул концепцию «биотехнии», предполагавшую по-лысенковски бесцеремонное преобразование (так называемую реконструкцию) фауны млекопитающих СССР. Применительно к дикой природе этот подход вызвал волну акклиматизаторских попыток, далеко не всегда рациональных. Но в планы входило и создание новых форм домашних животных, и революционное усовершенствование уже имеющихся.

В этом смысле интересны некоторые стороны деятельности руководимого Мантейфелем КЮБЗа (кружка юных биологов при Московском зоопарке). За годы своей работы КЮБЗ подарил стране многих замечательных натуралистов, тем не менее организация эта была не вполне юношеская, равно как и возникший в то же время Осоавиахим — не только молодежный клуб. Между прочим, и сам П.А. Мантейфель одно время состоял на действительной воинской службе и форму среднего командного состава РККА совершенно официально носил по меньшей мере до того же 1924 года, когда в Красной армии возникли подразделения служебного собаководства...

Так вот, одним из направлений, разрабатываемых КЮБЗовскими учениками Мантейфеля и лично Петром Александровичем, было создание «лисоидов». Для этого виделось два пути: либо быстрое «перевоспитание» лисы с целью за несколько поколений превратить ее в домашнее животное, телесными и поведенческими параметрами близкое к овчарке, либо столь же оперативное создание лисо-собачьих гибридов. Разумеется, плодovitых и пригодных к дальнейшему совершенствованию.

И то и другое совершенно невозможно. Тем не менее через какое-то время была обнародована информация об успехе. Правда, времени потребовалось не так уж мало, да и результат был «достигнут» — кавычки необходимы! — не при Московском зоопарке, а в уже хорошо знакомом нам питом-



Массовость «собачьих подразделений» иногда выглядит даже несколько странной

нике Аскания-Нова. Это будто бы произошло в 1934—1936 гг.; реализовано оказалось (снова будто бы) второе из направлений, связанное с гибридизацией между лисой и собакой. С «собачьей» стороны, опять же будто бы, использовалась та самая порода асканийских пастушьих псов, которая ныне именуется «южнорусская овчарка»! Поэтому лисособаки, как сообщалось, получились крупные и сильные, по физическим данным пригодные к военно-служебной работе, а вдобавок наделенные острейшим «диким» чутьем, делающим их непревзойденными в погранично-караульной, розыскной и саперной службах. Будто бы.

Эти и последующие годы были до такой степени переполнены свидетельствами триумфа мичуринской биологии, что сообщения о лисоидах не слишком выделялись на общем фоне. Во время Великой Отечественной тема, разумеется, заглохла, а в послевоенные годы ее предпочли не возобновлять (хотя могли бы!). Так что повторная информация об этих экспериментах — не новых, но именно прежних, довоенных, — прозвучала лишь в ряде обзорных публикаций начала 1960-х. При этом публикаторы (в частности, В.Д. Треус, директор Аскания-Нова, крупный ученый) уже рисковали проявить по отношению к «лисоидам» некоторый скепсис, но никоим образом не настаивали на нем, лишь высказывая сожаления об утрате в военное время множества архивных, музейных и, так сказать, живых материалов, которые, дескать, могли бы помочь поставить в этой истории точку. Осторожность Треуса и его коллег очень даже можно понять: в 60-е лысенковщина, хотя уже на излете, еще достаточно жива, чтобы обеспечить скептикам серьезные неприятности.

Интересно, что все-таки продемонстрировали отважные экспериментаторы 1934—1936 гг. потенциальному заказчику в качестве лисопесиков? Тогдашний заказчик ведь известно кто: не частные лица, а представители военного или еще бо-

лее строгого ведомства! Что-то продемонстрировать должны были, причем не на бумаге, но «в железе» — пардон, во плоти. Иначе запросто можно было отправиться туда, куда даже самые северные из собаководов нарты не гоняли: тридцать седьмой год на носу, уважаемые!

Конечно, у собак бывают такие межпородные (да уж и беспородные) помеси, что их спокойно можно предъясвлять как результат гибридизации не то что с лисой, но чуть ли не с крокодилом; а способность отыскивать, например, мины по запаху — это такая вещь, которая при публичной демонстрации поддается довольно размытым толкованиям, тут очень многое зависит и от уровня дрессировки, и от условий испытания. Да и вообще, обоняние у таких полукровок часто оказывается отличным, сообразительность — тоже...

Чем бы это, продемонстрированное, ни было — лисособакой полукровкой оно не было точно. Генетика на это налагает категорический запрет. Однако хотя в 30-е годы еще не родилась формулировка насчет генетики как «продажной девки империализма», но коллективное мнение «народных селекционеров» уже склонилось в соответствующую сторону. И отношение к генетическим запретам было соответствующее.

### Как волка ни корми...

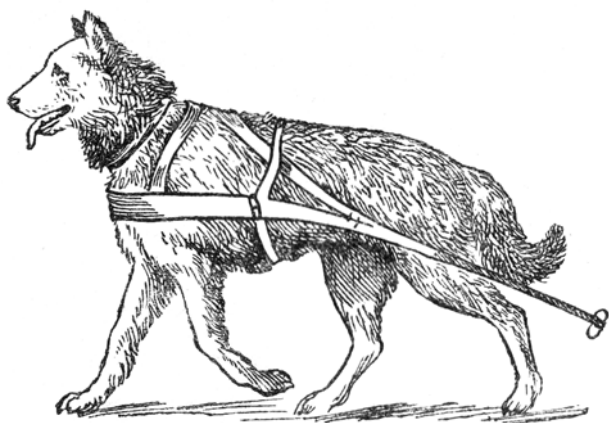
Еще одно направление селекции, активно разрабатывающееся в Москве и Аскании, ставило целью получение волко-собачьего гибрида. В тридцатых годах это виделось как способ улучшения породы; сейчас так не считают — волкопсы, даже будучи сильны, чутысты и выносливы, используют эти качества лишь «для себя», утрачивая способность к тонкому взаимодействию с человеком и вообще почти не поддаваясь сложной дрессировке. Так или иначе, эти-то помеси вполне возможны. Но вот именно они у асканийских селекционеров почему-то не получились. А у КЮБЗовцев получались, но именно такие, какими и должны были быть: сержант Карацупа им бы не обрадовался.

Тяжело видеть, как военное собаководство, желая «обуздать» волка, десятилетиями наступает на одни и те же грабли. Уже в нашем XXI веке в питомнике кинологического факультета Пермского военного института внутренних войск попытались создать домашнего *Canis lupus*. «Нестандартную» волчицу с доместикационным типом поведения найти удалось, но аналогичный супруг для нее так и не отыскался (добавим, что, если бы отыскался, их потомки практически наверняка продемонстрировали бы непредсказуемое расщепление по поведенческим признакам — и через несколько поколений их толерантность к человеку оказалась бы примерно такой же, как и положено в среднестатистической волчьей популяции). Тогда было принято решение выдать волчицу замуж за кобеля немецкой овчарки и начать создание «волкособов»: не собак с некоторой примесью волчьей крови — это как раз дело известное, — а именно промежуточных существ, обладающих 50—75% волчих генов, но при этом работоспособных в кинологическом смысле. Увы, результат, как и следовало ожидать, оказывается слишком «мозаичным», хотя уральские кинологи



1930-е годы: советские военные и хозяйственные методички неспроста разработали собачьих упряжек, адаптированных для самых разных транспортных условий





*Усовершенствованная система запряжки и вьюк (пока что «мирный») повышают КПД «собачьего двигателя»*

и пытаются обозначить его как полупобеду: «Гены домостикационного типа поведения в природных популяциях имеются. Полученные нами толерантные к человеку волко-собачьи гибриды являются этому объективным свидетельством. С другой стороны, наличие в экспериментальной группе животных волчьей крови с высокими показателями толерантности дает основание заключить, что барьер на пути использования волка в собаководстве может быть преодолен. Вместе с тем для формирования на основе волчьей крови рабочих животных необходимо пройти еще значительную дистанцию по отбору и фиксации таких поведенческих задатков, на которых должна формироваться устойчивая мотивация работы на человека» («Волко-собачьи гибриды: опыт разведения в войсковом питомнике». Касимов В.М., Хорошилов И.А., Дорофеев В.С., Тебенькова О.А, <http://mikrud.zooclub.ru/wolf.html>).

Попросту говоря, «отсев» оказался достаточно велик, а вдобавок, хотя лучшие из гибридов демонстрировали великолепные рабочие качества, они при этом требовали к себе в высшей степени эксклюзивного подхода. Такого, который не всегда удавалось обеспечить даже в условиях профессионального питомника. Кстати, вряд ли корректно сопоставлять этих отборных волкособов со среднестатистическими служаками овчарочьей крови: если уж их с кем-то сравнивать, то лишь со столь же отборной, элитной группой служебных собак, прошедших не менее эксклюзивную подготовку. Честно говоря, трудно представить, что гибриды (даже через несколько «отборочных» поколений) выдержат такое сопоставление, особенно в сложной и длительной рабочей обстановке; а если так — то к чему и огород городить?



*Пермские волкособы во всей красе. Увы, «в серию» эту модель пустить не удастся...*



*Резьба по кости — традиционное северное искусство, только сюжет в данном случае неожиданный. И время неожиданное: еще до войны! Все здесь условно (и танк, и мина, и животное) — но... экстерьер «миноносца» невольно заставляет думать о волкособе!*

Ну а что пермский эксперимент вызвал «ожидание чуда» и вокруг него вот уже несколько лет поддерживается напряженный пиар — это, увы, доказывает лишь одно: массовое сознание сейчас мифологизировано не меньше, чем во времена «мичуринской биологии»...

Мы отвлеклись. Вернемся в те самые времена, когда путь для автоколонны приходится намечать на собачьей упряжке.

## Запрягаем?

У этого санного пути свои особенности. В рыхлом таежном глубокоснежье северные олени все-таки проходят, но собаки «тонут» до ушей. А вот на плотном горном снегу или в открытой тундре собачья упряжка превосходит оленю. Равно как и на морском или озерном льду. Она вообще быстрее и грузоподъемнее, особенно если говорить о «малой дистанции», что в северных условиях означает не сто метров, даже не сто километров, а... этак три недели. На больших дистанциях начинает истощаться «горючее», то есть провиант для ездовых животных, который собачья упряжка, в отличие от оленьей, везет на себе в дополнение к полезному грузу. Приходится или потихоньку скармливать тягловую силу ей же самой, уменьшая суммарную мощность «двигателя», или

*«Одноразовый» вьюк-мина*



мириться с тем, что «двигатель», полуголодный, работает на пониженной мощности. Впрочем, если не уходить в много-недельную «автономку», то этот фактор риска исчезает, а преимущества остаются.

Собак как рабочую силу кардинальным образом улучшить не удавалось, но вот традиционные системы запряжки поддавались усовершенствованию. И как раз в промежутке 1934—1939 гг. было предложено несколько новых вариантов, учитывающих мировой опыт. Прежде всего американский: эскимосы и индейцы, не имевшие ездовых оленей, поневоле научились использовать собачьи силы с лучшей производительностью, чем палеоазиаты, а англоязычные «белые братья» привнесли еще ряд ноу-хау, творчески переработав отдельные элементы конской сбруи.

Но кто сказал, что собачьи упряжки применяют только на Севере и что запряжены в них должны быть лишь ездовые лайки? Вот как дело обстояло во время Второй мировой:

*«Широкое применение собачий транспорт нашел во время Великой Отечественной войны для перевозки раненых и подвозки различных военных грузов как зимой, так и в летнее время. Наиболее практичными оказались небольшие упряжки в три-четыре собаки, а для дальних переходов — до 6 собак, впряженных в лодку-волокушу или легкую лыжную установку, а летом в колесно-носилочные установки. Вывоз раненых осуществлялся в три-четыре раза быстрее, чем на лошадях, и сопровождался меньшими потерями в людях и животных». (С.В.Обручев. Справочник путешественника и краеведа. М.: Государственное издательство географической литературы, 1949)*

Такое преимущество перед конной упряжкой — это не просто серьезно, но ОЧЕНЬ серьезно! А ведь для доставки боеприпасов или медикаментов использовали, кроме повозок и нарт, также собачьи вьюки. Считалось, что если от па



Эти «живые мины» стали мертвыми, прежде чем им удалось добежать до танков...

требуется пересекать простреливаемые участки бегом, то вес такого выюка не должен превышать 25—30% веса «носителя», а если путь проходит по укрытой местности, то нагрузку можно увеличить и за 40%. В овчарочьем эквиваленте получается не так и мало! Впрочем, тут уж чистоту породы — по боку, а межпородные собачьи помеси, как мы знаем, не называются и не являются гибридами...

Плюс, конечно, все прочие специальности, доступные военным собакам: от охранного дела до работы в качестве «миноискателя» (и без лисьих гибридов обошлось!). Все, кроме одной, наиболее широко разрекламированной: профессии «истребителя танков».

### Правда о собаках и танках

Читатели, конечно, сейчас удивятся: ведь жертвенные подвиги собак с противотанковыми минами на спинах широко освещены в военной литературе! Да, освещены. В литературе. А в реальности, как это ни странно будет услышать, эксперимент с «противотанковыми собаками» НЕ УДАЛСЯ. Были, на уровне испытаний, попытки выдрессировать псов как носителей противотанковой мины (время не располагало к гуманности, но приятно отметить, что изначально эти носители задумывались как многоразовые: конструкция выюка предполагала рычаг, потянув за который зубами собака сбрасывала мину на пути танка — и устремлялась к своему проводнику). А потом было несколько попыток применить на практике упрощенный, одноразовый вариант, потому что испытания показали: многоразовый не гарантирует минимально уверенного исполнения. Но оказалось, что и одноразовый его не гарантирует.

Будь возможность тщательно обучать псов со щенячьего возраста, да отбирать наиболее талантливых, да обеспечивать им возможность индивидуальной работы с «родным» проводником-инструктором, тоже высокоодаренным и знакомым с детства, — о, тогда многого удалось бы добиться. Собственно, так и задумывалось: ведь тактика использования собак в качестве противотанковой мины и сама эта

мина были разработаны за годы до 1941-го... Но реальная обстановка военного времени отменила все предыдущие планы. А без столь эксклюзивных методов собака, особенно «случайная» и наспех кое-чему обученная, вообще не работает «в отрыве» от проводника (обеспечивающего не просто управление, но и психологическую поддержку). И уж под маневрирующую где-то далеко впереди страшную стремительную машину, непривычно грохочущую и незна-

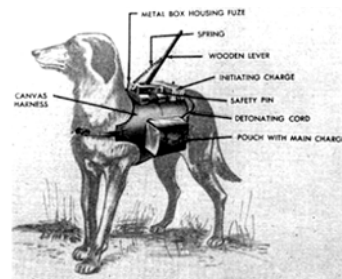


Иллюстрация к сведению союзников



Восхищенное описание советских методов десантирования собак — и конструкция десантной капсулы



А эти попали в плен

Собачьи «транспортные поезда» работали в любой сезон



комо пахнущую, она тем более не бросается, даже если на тренировках учили, что под машинами, чем-то напоминающими эти, можно найти миску с кормом. Наоборот: в стрессовых — не только из-за грохота танков! — условиях реального боя, на незнакомой местности, перед незнакомой техникой (для собак, особенно вот так наспех обученных, очень важна «идентичность» условий и объектов: это человеческий разум способен на экстраполяцию...) несчастные





*Эвакуация раненых — тоже в любой сезон*

псы, позабыв, что они служебные, устремлялись туда, где им виделся хоть какой-то кусочек знакомой реальности. А именно — в свои же окопы...

Это известно уже много лет, однако новость для читательского восприятия, полагаем, немаленькая. Увы, все мы хорошо знаем, как мифологизация умеет раздувать несуществующие подвиги или, того хуже, затенять подлинные.

Сохранилось довольно много фотографий работы противотанковых собак (в основном немецких овчарок, реже эрделей или помесей с гончими или лайками, совсем нечасто крупных дворняг) и даже пара документальных фильмов, относящихся к 1941 году. Но все это было отснято на учениях: и солдаты с какой-никакой кинологической подготовкой, и собаки не простые, а прошедшие приличный курс дрессировки, иногда даже довоенной (из-за чего в большинстве случаев взрыва как такового мы не видим: участники съемок берегут «собачий материал»). А вот в единственной, кажется, ленте, где показан именно подрыв танка, фигурируют наспех обученные собаки — и лишь самые последние кадры (их обычно и демонстрировали) могут создать иллюзию, что дело происходит на реальном поле боя. При просмотре всего этого учебного фрагмента видно, что пара овчарок, выпущенных против стоящего посреди учебной площадки танка, добрых полторы минуты крутится вокруг него, нервно отскакивая при стрекоте пулемета или повороте дистанционно управляемой башни. Взрыв наконец происходит после того, как одна из собак скрылась за корпусом танка, — но, между прочим, не факт, что залезла под его днище: может быть, боевую машину и рванули тоже дистанционно.

В каком-то смысле повторяется история с лисособаками... Кстати, по ряду косвенных данных создается впечатление, что пускай не лисо-, но довоенные волкособаки именно «под мины» и проектировались. Однако в этом случае послушание, управляемость значат гораздо больше, чем сила и быстрота. А уж если таких качеств не хватало домашним псам, что говорить о гибридах, несущих «дикие» гены...

Да-да, все мы читали о более чем трех сотнях немецких танков, уничтоженных таким образом за всю войну, о двенадцати танках, подбитых так на Курской дуге, о восхищенных отзывах нашего командования и панических реляциях немецких танкистов... Но если попытаться наложить эту информацию на реальную «сетку» боев, потерь, приказов, отчетов, фамилий и воинских званий — не обнаружим НИ ЕДИНОГО пересечения. А надежно зафиксированные в реальности попытки пускать собак против танков датируются преимущественно сентябрем—октябрем 1941 года. Практически все они оказываются провальными. После чего, правда, не прекращаются немедленно: «собачьи мины» существуют весь 1942 год, но эффективность их еще ниже, чем осенью 41-го.

Еще почти на год они сохранились в модифицированном варианте, для диверсионной деятельности против менее «трудных» объектов — складов, железных дорог... Известны даже попытки проделывать в проволочных заграждениях проходы и вслепую пускать сквозь них дружелюбно настроенных собак: псы, по замыслу, должны были устремляться



*И военная служба вообще — тем более без скидки на сезон. С некоторых пор она перестает быть «противотанковой», хотя тут уж — как получится: часть собачьих выюков вполне может содержать в себе и мину*



*А вот эта установка не транспортная, но боевая, позволяющая вести огонь с ходу. К сожалению, она состоит из вооружения вермахта, и за пулеметом — немецкий стрелок*



*Современный собачий выюк. Наконец-то в нем не средство уничтожения, а навигационная система*

к человеческому жилью, то есть в немецкие блиндажи, — и выступающий над спиной штырь выючной мины (ее общий вес 18,4 кг, из них свыше 12 кг — тротильный эквивалент) имел шанс, зацепившись за что-нибудь, привести взрывной заряд в действие.

Защитники прав животных придут в ужас, но не стоит забывать, что речь все-таки идет о страшном времени, когда и человеческая жизнь стоила не больше, чем позволяет заплатить логика войны. Другое дело, что и на диверсионном направлении не получилось достигнуть подтвержденных успехов, соизмеримых с затратой сил, времени и уровнем потерь. Так что в 1943 году эта военная специальность из собачьего репертуара исчезает окончательно.

А вот транспортная и минно-розыскная, наоборот, выдвигаются на первый план. Но для этих профессий «дикие» гены тоже не лучший подарок, даже если они могут обеспечить повышенную выносливость или остроту обоняния...







**Брайан Грин**

Скрытая реальность.  
Параллельные миры и глубинные  
законы космоса  
М., УРСС, 2012



**Б**райан Грин — автор мировых бестселлеров «Элегантная Вселенная» и «Ткань космоса» — представляет новую книгу, в которой рассматривает вопрос: «Является ли наша Вселенная единственной?». Было время, когда слово «вселенная» означало «все сущее». Абсолютно все. Однако сейчас мы не склонны так думать. Современные исследования по физике и космологии наталкивают ученых на мысль о множественности миров и о том, что наша Вселенная может быть далеко не единственной в просторах космоса.

**Ричард Манкевич**

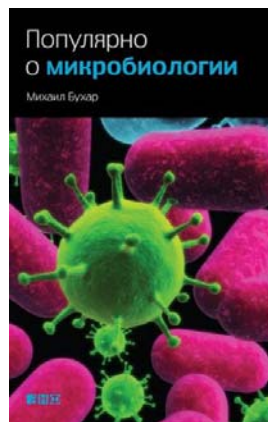
История математики: от счетных палочек до бесчисленных вселенных  
М., Ломоносовъ, 2011



**Э**та книга, по словам самого автора, — путешествие во времени от вавилонских «шестидесятников» до фракталов и размытой логики; от загадочных счетных палочек первобытных людей до первого «калькулятора» — абака; от древневавилонской системы счисления до первых практических карт; от древнегреческих астрономов до живописцев Средневековья. Таких «от» и «до» в книге вы найдете много.

**Михаил Бухар**

Популярно о микробиологии  
М., Альпина нон-фикшн, 2012



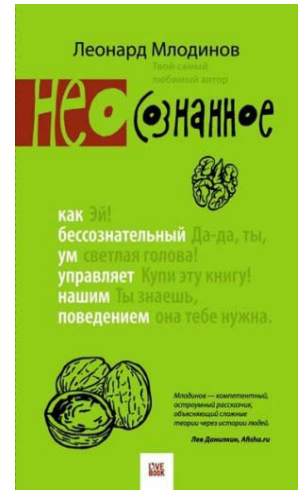
**В**занимательной форме автор вводит читателя в мир микробиологии. Все, что известно современной науке о морфологии, методах обнаружения, культивировании и хранении микробов, об их роли в поддержании жизни на нашей планете. А также о новых разработках и технологиях, применение которых может сыграть важную роль в решении многих глобальных проблем, стоящих перед человечеством...



КНИГИ

**Леонард Млодинов**

(Нео)сознанное: как бессознательный ум управляет нашим поведением  
М., Livebook, 2012



**Ж**ивой язык, юмор и способность объяснять сухие научные факты так, чтобы они были понятны самой широкой аудитории — это инструменты, с помощью которых автор заставляет нас понять, как неосознанное влияет на нашу жизнь. Вы по-новому взглянете на отношения с друзьями, супругами, пересмотрите представления о самих себе и об окружающем мире. Автор бестселлера «(Не)совершенная случайность» и соавтор Стивена Хокинга по книгам «Высший замысел» и «Кратчайшая история времени» рассказывает о том, как наш ум подсознательно формирует наши переживания и восприятие мира.

**Джеймс Берк**

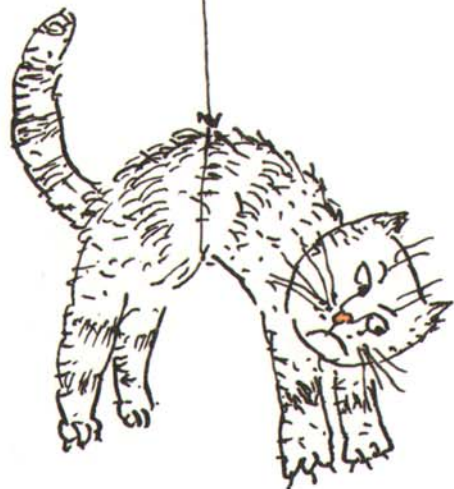
Пинбол-эффект. От византийских мозаик до транзисторов и другие путешествия во времени  
М., Издательство Студии Артемия Лебедева, 2012



**Э**та книга — об истории научно-технического прогресса. На множестве примеров Джеймс Берк доступно и наглядно показывает, по какой замысловатой траектории порой движется наука и как открытия вековой и большей давности приводят к современным изобретениям. От фонтанов Версаля до карбюратора, от пряностей до авиабомбы, от бритвенных лезвий до квазаров — автор скрупулезно выстраивает увлекательные цепочки и прослеживает взаимосвязи во времени и пространстве между предметами, изобретениями, событиями и человеческими свершениями.

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

# Каштан



**Что за растение каштан?** Каштан посевной (*Castanea sativa*), он же европейский, настоящий, благородный и съедобный, принадлежит к семейству буковых. Это могучее дерево достигает высоты 35 м и 1—2 м в диаметре. Живет каштан до тысячи лет, с 20—25 лет начинает плодоносить. Длинные соцветия каштана состоят из мужских и женских цветков. Женские расположены в основании соцветия, и их мало, поэтому немного и плодов. Плоды каштана — орехи с коричневой скорлупой и желтовато-белой съедобной мякотью. Орехи по три заключены в общую колючую оболочку, разросшийся прицветник, называемый плюской. Когда орехи созревают, плюска растрескивается и плоды падают на землю.

Родина европейского каштана — Средиземноморье. Некоторые специалисты полагают, что человек распробовал каштан много раньше, чем злаки. Обширные каштановые леса давали богатый урожай, до тонны с гектара. Каштанами питались древние греки и первые итальянские поселенцы. Впоследствии каштаны ввели в культуру, которая получила распространение в Испании, Франции, Германии и Британии. Это была простая еда небогатых людей. Каштан европейский любит тепло и влагу, в России он выживает только в причерноморских районах Краснодарского края. Но сейчас съедобные каштаны продаются в магазинах, и нет необходимости ехать за ними в Париж.

**Чем полезны каштаны?** Плоды каштана содержат до 60% крахмала, 15—17% сахаров (глюкозы и фруктозы), 5—6% белков и 2—2,5% жиров. Кроме того, в мякоти каштанов присутствуют органические кислоты (яблочная, молочная, лимонная), лецитин, витамины С, А, РР, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>; минеральные вещества, в основном калий, фосфор, магний и кальций, а также микроэлементы, в том числе медь и цинк. Так что перед нами полезный, питательный и при этом низкокалорийный продукт.

По некоторым данным, плоды каштана содержат фенольные соединения и обладают антиоксидантной активностью. Традиция приписывает им лечебные свойства, которые, увы, не подтверждают медики. Разве что чай из листьев каштана помогает при заболевании дыхательных путей. Две чайные ложки измельченных листьев заливают стаканом холодной воды, дают вскипеть и процеживают. Ежедневно надо выпивать по две-три чашки. Помогают при болезни витамин С, флавоноиды и дубильные вещества (танины), которыми богаты листья каштана.

**Что можно приготовить из каштанов?** Каштаны едят сырыми, вареными, печеными и жареными. У сырых орехов слегка вязущий вкус, а жареные становятся сладкими и приобретают мучнистую консистенцию, напоминая сладкий картофель. Наверное, нет такого блюда, которое нельзя было бы приготовить из каштанов. Из орехов делают пюре, употребляют их как гарнир к мясу, добавляют в супы, омлеты, каши, овощные блюда, фаршируют ими птицу.

Из сушеных каштанов делают муку и выпекают хлеб. Обычно каштановую муку подмешивают к ржаной, пшеничной или кукурузной. На Корсике из каштановой муки готовят лепешки и варят пиво. Наверное, и Бонапарт его в юности пивал. Из сушеных каштанов делают заменитель кофе, а из сырых при желании можно получать сахар, они ведь сладкие.

Каштаны — распространенное кондитерское сырье, их добавляют в торты, конфеты, пудинги, десерты и печенья. В продаже есть каштаны засахаренные, глазированные и покрытые шоколадом. Кондитеры делают каштановый крем (*creme de marron*) — подслащенное каштановое пюре с ванилью.

**А что такое «маррон»?** Марроны — улучшенные сорта каштанов. В их плюске всего один-два ореха, зато очень больших. Орехи лучших сортов достигают 4 см в диаметре, но, увы, древесина у них хуже, чем у обычных каштанов.

**Как очистить каштаны?** Чтобы без особого труда очистить большое количество орехов, мягкую скорлупу надрезают и 5—7 минут кипятят в воде с растительным маслом или запекают в духовке при 200°C, пока кожура не начнет лопаться. А можно положить каштаны в миску с подсоленной водой, чтобы она на треть покрывала орехи, накрыть пленкой с небольшими отверстиями и запекать в микроволновке 4—6 минут на максимальной мощности. После этого кожура легко снимается, и очищенные каштаны можно жарить, тушить, варить или запекать.







**Используют ли каштановое масло?** В мякоти каштана мало жира, но масло отжать можно. Из-за низкого выхода оно стоит дорого, и его используют только в косметических целях, добавляя в шампуни и кремы. Масло каштана подходит для ухода за сухими волосами, создавая вокруг волоса защитную пленку, которая позволяет избегать пересыхания. Оно также восстанавливает баланс жирной кожи и защищает от действия ультрафиолетовых лучей. Масло каштана используют в мыловарении.

**Есть ли еще съедобные каштаны?** Род каштан объединяет 14 видов, произрастающих в Европе, Китае, Японии и Северной Америке. Все они плодоносят, и среди них встречаются съедобные виды. Так, в Северной Америке растет каштан американский, или зубчатый, *C. dentata*. Это самый холодостойкий из каштанов, выдерживает морозы до  $-27^{\circ}\text{C}$ .

Японский каштан городчатый *C. crenata* встречается в горных лесах Японии, Восточного Китая и Северной Кореи. Он тоже хорошо переносит холода. Существует около 100 сортов японского каштана, среди которых самые крупноплодные каштаны в мире: вес одного плода достигает 80 г, а диаметр — 6 см.

Китайский каштан мягчайший *C. mollissima* культивируют в Восточной Азии, известно около 300 культурных вариантов, вкусных и крупноплодных.

**А как же конский каштан?** На большей части российской территории каштаны не растут. Дерево, известное нам как конский каштан, на самом деле и не каштан вовсе. Это растение, *Aesculus hippocastanum*, принадлежит к роду эскулюс семейства сапиндовые (*Sapindaceae*). Раньше его относили к особому семейству конскокаштановые. Есть у него и другие названия — жёлудник, подагровое дерево, свиной каштан, дикий каштан.

Плод конского каштана — коробочка. Она шиповатая или бородавчатая и содержит одно крупное коричневое семя, похожее на плод настоящего каштана.

Забавно, что латинское слово «aesculus» означает «съедобный», но плоды конского каштана есть нельзя. Они содержат сапонины, которые горчат, а в больших дозах ядовиты. Хотя конские каштаны богаты крахмалом, белками, жирами и витаминами, они невкусные, даже скотина от них отказывается.

Зато семена эскулюса целебны. Помимо сапонинов, они содержат флавоноиды и дубильные вещества, укрепляющие сосудистые стенки. Сапонин эскулин стимулирует антитромбическую активность сыворотки крови, увеличивает выработку антитромбина в системе сосудов и понижает свертываемость крови, а другой сапонин, эсцин, уменьшает ее вязкость. Спиртовые настойки конского каштана используют при варикозном расширении, повреждении венозных стенок, нарушениях артериального периферического кровообращения — склеротических изменениях сосудов ног, геморрое, язвах голени. Они повышают тонус венозных сосудов, ускоряют кровоток в венах, что препятствует образованию тромбов, уменьшают проницаемость капилляров и обладают выраженными противовоспалительными свойствами.

В народной медицине при воспалении вен и геморрое используют отвар плодов; свежие каштаны принимают при хроническом поносе, обжаренные — при маточных и геморроидальных кровотечениях.

**А почему он конский?** Трудно сказать определенно, откуда взялось название «конский каштан». Почему каштан — понятно, похожи очень. А вот почему конский? Возможно, дело в светлом пятне на темной поверхности семени, имеющем форму конского копыта. Согласно другой версии, семена каштана по цвету и блеску напоминают шкуру гнедой лошади.

**Давайте закусим.** Вернемся к настоящему каштану, из которого можно приготовить несколько сотен блюд. Но в наших краях это продукт экзотический, поэтому уместнее не пюре из него делать, а употреблять на десерты. Один из них почему-то называют компотом. Восемнадцать — двадцать очищенных каштанов надо 6—7 минут варить в сиропе из одного стакана воды и 200 г сахара. Сняв с огня, варево поливают соком половины лимона и несколькими ложками сухого красного вина, посыпают сахарной пудрой и остужают в холодильнике.

Другой десерт еще проще. Полкило очищенных каштанов варят пять минут, выкладывают в огнеупорную форму, смешивают с сахаром и тремя столовыми ложками сливочного масла и запекают 20 минут в духовке, разогретой до 200 градусов. Готовое блюдо подают на стол в той же посуде, заливают коньяком и поджигают.

А если вы хотите почувствовать себя корсиканцем, попробуйте испечь что-нибудь из каштановой муки. Например, оладьи. Полкило муки перемешивают с водой до получения однородной массы, добавляют столовую ложку растопленного сливочного масла, соль по вкусу и жарят в большом количестве растительного масла. Оладьи подают с пылу с жару, посыпав сахаром.

Н. Ручкина







А.Анно





— Литров шесть. Желательно в литровых бутылках. Двое суток простоит?

— Я вам налью четыре бутылки молодого. Если в холодильнике не ставить, то завтра будет готов. А еще пару — свежего. Вот его лучше в прохладном месте держать.

Пока бармен собирал заказ, Афоня закончил разговор. Убрал комфон и сообщил:

— Есть и триста пятидесятый калибр, и скафандры. За всё — пятьдесят три тысячи.

Расплатившись с барменом и забрав пакет, Василий спросил:

— До вечера погрузить успеем?

— Успеем.

Афоня надел шляпу, выяснил, в каком квадрате припаркован грузовик, и ушел. Василий посмотрел на Светлану. Она очень изменилась. Из сорванца с короткой стрижкой превратилась почти в светскую даму. Ей бы блистать на балах в столице, а не сидеть в кабаке среди дальнобойщиков и космодромной obsługi. Но что поделать, если работа заставляет мотаться по планетам.

Чтобы не наводить на ненужные мысли диспетчерскую службу, Василий заявил маршрут к себе на Край. Он даже заказал по дальней связи место в порту. Не бог весть какая маскировка, но кому нужен пенсионер на старом грузовике? Служба наблюдения флота доклад отправит в управление на Китеж. Даже если там заинтересуются, куда пропал корабль, то на раскачку у них уйдет не меньше недели. Ну, если узнают про покупку дров и снарядов.

Сидя со стаканом меда перед экраном, Василий ждал, когда корабль покинет систему и можно будет выйти на сверхсвет. Вызов прозвучал неожиданно. Связь требовал орбитальный диспетчер:

— Ка-шесть! Зайчук! Ответьте!

— Слышу вас. Что надо? Я на гиперболической.

Василий понадеялся, что парень, смотревший с экрана, отключит связь. Мешать кораблю выходить из системы обычно не принято. Да и более чем минутная задержка сигнала не способствовала содержательным разговорам. Но диспетчер, дождавшись ответа, глянул в сторону и сообщил:

— С вами будет говорить старший инспектор Транспортного управления.

Появившись на экране, Светлана улыбнулась:

— Здравствуй, дядя Вася! Увидела твою фамилию в списке вылетов. Решила посмотреть, тот ли это Зайчук. Не так много Зайчуков в пространстве.

— Здравствуй! Смотрю, ты по службе двигаешься на сверхсвете, — ответил комплиментом Василий. Отхлебнул из бокала и стал смотреть на таймер, показывающий расчетное время прохождения сигнала.

— Летаю! — улыбнулась Светлана. — Зато тебя что-то не видно. Где прячешься-то?

— На Крае.

— Занесло ж тебя в глухомань! И не скучно на поверхности?

— Внуки скучать не дают. Ты, это... Будешь на Крае — ко мне залетай. Пирогами угощу. С рыбой, с малиной. Озеро у меня теплое. Позагораешь, искупаешься.

Василий отметил, что начальный отсчет таймера увеличился. Еще немного, и паузы затянутся до трех минут.

— Обязательно загляну! — пообещала Светлана и махнула рукой. — Ладно! Пока! Ненавижу этот тормоз!

Диспетчер отключился, и Василий облегченно вздохнул.

Система Ласковой находится на краю Империи. Дальше, до самого рукава Персея, — пустота, в которой от звезды до звезды десятки световых лет. Туда-то и свернул Василий через пару часов сверхсветового хода. До одинокой системы, где его ждали, оставалось лететь почти сутки.

Чтобы не маяться от безделья, он решил проверить купленные скафандры. Водил ультразвуковой насадкой вдоль швов. Бормотал, комментируя показания дефектоскопа:

— Так! Эта прокладочка в норме. А тут у нас что? Хомутик ослаб? Сейчас протянем...

Старая привычка — разговаривать с самим собой. Пилоты-истребители по натуре одиночки. Боевые порядки, веера перестроений — все это красиво смотрится на парадах. Но эскадренные бои случаются редко. А когда сутками висишь в засаде у поверхности какого-нибудь планетоида или ждешь с заглушенным реактором аварийку, то становишься излишне болтливым. Стоило вновь очутиться в пространстве — привычка вернулась. С тех пор как Палыч втянул его в эту авантюру, Василий налетал больше двухсот световых лет. Ка-шестой разыскать — та еще проблема. Кораблей с газофазными двигателями уже давно не выпускали. А покупая без повода редкие дрова, можно привлечь к себе внимание Транспортной инспекции или, не дай Бог, Службы безопасности. Вот и не получилось у него нормально поговорить со Светланой. За столько лет первый раз встретил, и, как назло, не вовремя.

Василий продолжал бормотать:

— В люди выбилась! Расцвела, девонька! Как раз по ней работа.

Светлана всегда отличалась принципиальностью. Норовила все делать по уставу и не вписывалась в извечный бардак космофлота. Василий, как командир отряда истребителей, вынужден был поначалу улаживать конфликты. Потом сослуживцы привыкли, даже стали ценить честность и прямолинейность пилотессы. Но для командира авианосца Светлана так и осталась разреженной туманностью — не знаешь, когда влетишь и каким курсом выбираться будешь. При первой же возможности он дал девушке направление в Академию. По выпуску ее распределили в Транспортный надзор. Светлана отлично вписывалась в компанию работавших там упрямцев и буквоедов. Василий убеждал себя, что правильно сделал, сбежав с Ласковой. Не стоило сейчас встречаться со Светланой. Покупка дров и снарядов могла вызвать закономерные вопросы. Соврать он не смог бы. Но и рассказать, во что ввязался, — тоже! Это не только его тайна.

— Ладно, — пробормотал Василий. — Прилетит на Край, я ей все объясню. Тогда уже ругаться будет поздно.

А пока госпоже старшему инспектору не стоит знать, что рядом с границами Империи появилась наблюдательная станция чужих. Породившая ее цивилизация существовала неизвестно где и неизвестно когда. Гигантские пирамиды изредка залетали в рукав Ориона. Если попадали в населенные системы, то устраивали бойню, не разбираясь, крейсер перед ними или пассажирский



лайнера. Их прогоняли. Уничтожали, когда получалось.

Светка узнает — пришлют сюда флот. Если не спугнут, то разнесут на кусочки. Так и не узнаем, что чужие вынюхивают в нашем рукаве? Но по большому счету — мне на них наплевать. Это Палыч хочет утереть нос умникам, отправившим его на пенсию. Добыл где-то эсминец. Николаича заманил возможностью поработать с серьезной техникой... — Василий подтащил к себе второй скафандр. — Эх! Засиделись мы. Приключений захотелось. Интересно, кто будет разбираться с инопланетной информацией? Чужой блок памяти — это не база данных из архивов и не клинопись на замшелых плитах. Тут нужен хороший ксенолог со знанием кибертехнологий. Темнит что-то Палыч. Ох, темнит!..

Так, не замечая, говорит он или только думает, Василий закончил проверку. Упаковал скафандры и отправился спать.

Эсминец ждал там, где и договаривались, — в плоскости эклиптики со стороны Ласковой. Правда, Палыч на круговую орбиту его не вывел, просто застопорил в двух световых часах от звезды. В результате эсминец шел по длинному эллипсу и немного вращался вокруг оси. Пилот из адмирала еще тот!

Кормовой маяк исправно выдавал в эфир импульсы, но с автопилотом связаться не удалось. То ли неисправен, то ли протоколы несовместимы.

— А может, Палыч забыл его включить? — пробормотал Василий. — Опять все вручную, на древнем разболтанном грузовике. У адмирала помощи лучше не просить. От него если и дождешься, так только совета. Да и тот будет приправлен огромным количеством тактических данных.

У выхода из шлюза Василия встречали.

Прислонившись к переборке, стоял широкий, как крышка люка, инженер. В его лысине отражалась полоса освещения, убегавшая вдаль по коридору. Перед Николаичем, приплясывая маленьким седым колом, улыбался адмирал на пенсии.

— Привет, Семеныч! Привез? А мы тебя так рано не ждали. Пошли — пообедаем! Там поговорим!

«Понимает, старая штабная крыса, что виноват, — подумал Василий. — Бросил как попало корабль. Вращение не устранил. Понадеялся, как всегда, на других. Стратег!»

Николаич буркнул что-то, ссутулился. Шершавая натруженная ладонь плотно сдавила руку. Вечно стесняющийся своих габаритов инженер тут же отступил, пропуская Василия вслед за адмиралом.

Из кают-компания в коридор вырывался аромат борща. Но даже сквозь него пробивался застоявшийся запах пыли. Аварийные леера под потолком провисали. Серый корабельный утеплитель, расчерченный на квадраты алюминиевыми планками, нагонял тоску. Таких древних кораблей Василий еще не встречал. Он провел пальцем по прокладке люка. Эластичность пока достаточная, но былого глянца уже нет.

— Палыч, ты его из музея угнал, что ли?..

Прихлебывая горячий борщ, адмирал рассказывал историю эсминца:

— Лет тридцать он числился в составе пятого флота. Перед Пиратской заварушкой попал на верфи. Отправили на модернизацию двигателей и забыли. Провисел там, на дальних орбитах, лет десять. Потом его передали

в училище. Но в прошлом веке строили крепко, и курсантам убить его не удалось. А после конфликта в Радужной туманности списали и засунули на свалку. Без единой пробоины и с исправным вооружением! Видимо, кто-то там хотел прибрать его к рукам. Николаич вовремя заметил неполадку, и прибрали его мы. Я изобразил комиссию по проверке техцентра и всех там здорово напугал. А под шумок перегнал к себе на Енисей. Мечтал: выйду на пенсию — летаю в рукав Персея. Потом перегорел как-то. Всё дела мешали. Уже думал продать, а тут, надо же, — пригодился!

За разговорами незаметно закончился обед. Теперь начиналась работа. Вернее, работа начиналась у Николаича и его истопника. Василий проводил работа-заправщика на грузовик. Запустил в трюм. Приподнял морду, механический рак пополз к штабелю контейнеров с дровами. Махнул на ходу манипулятором. Василий помахал в ответ и отправился собирать вещи.

На эсминце он забросил сумку в первую попавшуюся каюту и поспешил в ремонтную рубку.

Палыч сидел в кресле оператора-энергетика со стаканом меда в руке. На пульте перед ним стояли бутылки и пластиковые стаканчики. На экране подрагивал прикрытый по бокам захватами робота керамический контейнер. Обычно молчаливый Николаич сжимал в огромных кулаках джойстики управления роботом и недовольно бурчал.

— Чего это он? — прошептал Василий.

Адмирал подал ему стаканчик и так же шепотом ответил:

— У заправщика сил не хватает крышку сорвать. Прихватило там резьбу за столько лет. Резать придется.

По шву побежало оранжевое пятно. За ним потянулся малиновый хвостик. По мере остывания он становился вишневым и скрывался за краем вращающегося контейнера. Крышка упала и откатилась за обрез экрана. В глубине блеснули рифленой поверхностью дрова.

Со снарядами Николаич провозился двое суток. Прессовал, полировал, снаряжал. Палыч гонял на тактическом анализаторе схему боя. Водил курсором вокруг тетраэдра станции. Объяснял:

— Вот смотри, как только она там сообразит, что мы пришли по ее душу, плюнет в нас что есть мочи. Мы должны будем оказаться вот тут, по оси пирамиды, чтобы сработал только один излучатель. Ты уворачиваешься и заходишь вдоль ребра. Вот там доворачиваешь морду, чтобы один из дальних излучателей оказался на оси. Стреляешь дуплетом. Первый снаряд она собьет, второй проскочит через облако. Николаич говорит, достаточно пары сотен метров разлета, чтобы плотность нейтронного потока упала ниже критической. А получится там — метров пятьсот. Второй снаряд прорвется к излучателю. Тут ты делаешь поворот и стреляешь в тот, мимо которого проскочил. С остальными двумя — по той же схеме. Пушку я уже настроил на дуплет с интервалом в десять миллисекунд. Синхронизировал запалы с дальномером целеуказателя. Ты только старайся держаться поближе к ребрам, чтобы не подставляться под три излучателя. И далеко там не отскакивай! Оторвется — обратно так просто не подпустит. Потеряем время — уйдет на свержсвет.

Василий смотрел на схему:

— Ладно. Допустим, мы сможем подойти к ней...

— Сможем, сможем! Я ж тебе уже объяснял. Станция там висит на орбите первой планеты. Обгоняет ее на полчаса. Подойдем, прикрываясь планетой. — Адмирал показал курсором. — Разгонимся до тридцати круговых, чтобы у нее на раздумья осталось меньше минуты.

— Тебе виднее. Я эти станции видел только на картинках.

— А я всю базу по ним из архива упер! — Адмирал сиял от гордости.

Палыч с детства бредил инопланетянами. Пока он не дослужился до золотых погон, начальство смотрело на эту причуду сквозь пальцы. Но когда адмирал стал выступать на совещаниях в генштабе с рассказами о происках чужих, его спровадили на пенсию.

Кресло первого пилота, казалось, ждало, когда Василий устроится на его мягких подушках. Шевельнулась, подстраиваясь, спинка. Ремни плотно прижали к ней плечи. Теплая керамика джойстиков показалась бархатной.

— Палыч, откуда ты узнал про станцию?

Адмирал оторвался от клавиатуры:

— Один хороший человек сказал.

— А как эта информация прошла мимо СБ?

— Он сам тут ее встретил и мне сказал. Лично. — Палыч вывел на экран схему системы с проложенным маршрутом. — Ладно! Отцепляй грузовик, и поехали.

Василий подал команду на стыковочный узел и только потом сообразил, что на борту грузовика остался робот.

— А мы что, истопника забирать не будем?

— Зачем? Мыть его еще — воду тратить. Он же там грязный после полировки дров.

— Тьфу! Стар я стал, соображаю туго.

— Я и сам не подумал. Николаич — специалист, подсказал, — признался Палыч.

Эсминец шел ровно, не то что дешевый газофазник. Балансировку его двигателя имели лучшую, чем на некоторых современных кораблях. Пока летели, Василий вспоминал, что рассказывал Палыч о чужих. Подстрелить инопланетный аппарат удалось всего два раза. Да и то окружив целым флотом. Правда, получили при этом оплавленные обломки. Еще несколько раз станции сбегали, оторвавшись. Не так просто подойти на дистанцию залпа к инопланетному изделию. Чужие умели строить. Двухкилометровый тетраэдр нес на вершинах плазменные излучатели огромной мощности. Маневренностью станция не блистала, скоростью тоже. Зато двигаться и стрелять могла в любом направлении.

Получалось, что без поддержки радиоразведки и давления они рискуют попасть под удар излучателей.

«Совсем Палыч все засекретил! — зло подумал Василий. — Нет чтобы кого из разведки позвать. Кораблик спереть, имитаторами напичканный. Да хоть бы сюда, на эсминец, догадался имитаторы подвесить. Стратег!.. Ладно! Радиопомех не будет. Чего нет, того нет. Стоп! Взрывы-то создадут помехи во всем диапазоне!»

— Палыч! А ты вспышку учел? Это же не меньше двадцати тераджоулей.

— Учел. Но сильно не надейся. Станция там ослепнет на полсекунды после первого взрыва, а дальше она адаптирует датчики и больше форы тебе не даст.

Василий попросил:

— Пока время есть, прогони-ка еще раз переворот и второй дуплет.

На станцию эсминец, как и было задумано, выскочил из-за планеты. Палыч всё рассчитал правильно. Первый снаряд взрывался, встреченный шаром высокотемпературной плазмы. Следующий, оставаясь невидимым за фронтом раскаленных газов, прорывался к вершине пирамиды. Два излучателя удалось отстрелить, словно в тире. А вот дальнейшие действия искусственного разума, управляющего станцией, оказались неожиданными. Василий нервничал, пытаясь зайти в атаку на беспорядочно вращающуюся пирамиду. Шаровые молнии размером с истребитель уже пару раз проходили в нескольких метрах от эсминца. Компенсаторы иногда не справлялись, и на крутых виражах возникала вибрация корпуса. Василий выпустил два дуплета, но они прошли мимо. Подумал, что экономить не стоит.

— Николаич! Ты сколько снарядов зарядил?

— Двадцать восемь, — откликнулся из ремонтной рубки инженер.

— Палыч! Пять в очередь! Интервал прежний!

Станция поднималась над плоскостью эклиптики. Набирала скорость, чтобы, вырвавшись из объятий гравитации, перейти на сверхсвет. Василий прижимал эсминец к граням, стараясь не попасть под импульс. Удивлялся, как в таком напряжении может слышать треск клавиш. Казалось, за спиной работал сумасшедший метроном. Отсчитывал последние мгновения боя.

— Есть! — крикнул Палыч.

Василий наклонил джойстик, пуская эсминец по дуге. Не дожидаясь, когда курсовое перекрестие совпадет с излучателем, нажал спуск. По корпусу словно провели обломком стекла — это взвизгнула пушка, ствол которой проходил через весь эсминец. Видимо, очередь перегрузила разгонные соленоиды. Снаряды ушли веером, перекрывая возможное смещение излучателя. Какой из них попал в цель, Василий не заметил. Он бросил корабль к ребру. Уходя по инерции, разорвал дистанцию. Развернул эсминец. Выпустил очередь. И не сразу сообразил, что станция резко ускорилась. Палыч заорал:

— Уйдет!

Василий, уже не опасаясь излучателей, бросился вдогонку. Прицелился и аккуратно послал снаряд в дыру на вершине пирамиды. Из сферического облака взрыва вырвалась струя плазмы. Адмирал охнул. Василий рванул эсминец в сторону, огибая резко потерявшую ускорение станцию. Спросил:

— А она не сбежит?

— Надеюсь, на разгон ей мощности теперь не хватит. Но ты там посматривай. Недолго осталось. Думаю, через полчаса реактор сдохнет, и пойдем.

Два окна на экране показывали внутренности станции. Лучи фонарей не стояли на месте. Вслед за ними поворачивались камеры на плечах скафандров. Казалось, стены ползают по экрану.

Николаич с ремонтным лазером наперевес оттолкнул вырезанный кусок переборки и нырнул в очередной отсек. Адмирал, протискиваясь за ним, вещал:

— Это последняя. Там подвешен процессорный блок. Вот он-то нам и нужен. Излучатели Семеныч классно отстрелил! И энерговод перерубил там, где надо. Смотри,

тут даже ничего не оплавилось. Я месяц схемы изучал, прежде чем догадался, как ее добить. Потом все атаки просмотрел. Не надо на нее эскадрой набрасываться! Достаточно одного эсминца. Конечно, броненосец тут лучше бы справился.

«Броненосец ему! — подумал Василий. — А вот попробовал бы он на той черепахе под огнем вертеться. Ну и что с того, что у него броня импульс держит. В три излучателя нагреют — и хана. Нет, лучше эсминца только истребитель! Но на истребители не ставят электромагнитные пушки».

А Палыч всё нес какую-то чушь. Довольный тем, что построил правильную схему атаки, он уже не мог остановиться.

Друзья-пенсионеры вырезали из переплетения полосатых трубок зеленый ящик. Сундук с сокровищами чужой цивилизации. Оставалось только вытолкать его из станции и прыгнуть на эсминце.

Расступились края пробоины, и на экране появилось изображение корабля, освещенного красной звездой. Кладоискатели возвращались с добычей. Наплывал борт эсминца. Его словно лизнул протуберанец солнечной короны. Торчали оплавленные пилоны подвески. Облезшее антирадарное покрытие болталось клочьями.

— Что ж Николаич не сказал-то? — пробормотал Василий. — Я и не заметил. Интересно, сколько же это я без датчиков левого борта воевал?

— Что ты там бормочешь? — спросил Палыч, услышав голос в наушниках.

— Да нет, это я так, про себя.

— С умным человеком разговаривает, — пояснил Николаичу адмирал и заорал так, что динамики захрипели: — Мы сделали это! Теперь я им покажу!

— Кому? — машинально спросил Василий.

И тут в эфир ворвался звонкий голос:

— Кто стрелял? Зачем стрелял? Дядь Вася! Ты жив? Отзовись! Эй! Зайчук!

Василий вырубил изображение с камер скафандров и обнаружил на экране яркую точку. Навел на нее курсор. Система опознавания услужливо сообщила, что это броненосец «Лютый». Квалифицирован как свой. Дистанция — чуть больше двух мегаметров.

«Вот же принесла нелегкая! — чуть не ляпнул вслух Василий. — Небось все системы в округе прочесала. Теперь начнется! Светка нарушителей закона на дух не переносит! Хотя эта система в состав Империи не входит и здесь Транспортное управление нам не указ. Но дрова-то куплены на Ласковой!»

Радовало то, что броненосец шел медленно и тормозил не с предельным ускорением. Если б Светлана решила их арестовать, то на эсминце давно уже хозяйничали бы десантники. Значит, она не считает, что покупка дров — это нарушение Конвенции, и прилетела только потому, что беспокоилась.

Василий поспешил ответить:

— Светочка, ты что, меня искала?

Донесся облеженный выдох, и Светлана спросила:

— Ну и фейерверк ты устроил! Я его больше чем за час увидела! Думала, тебя уже прибили. Спешила. А ты...

Показалось, в динамиках кто-то шмыгнул носом.

«Неужели Светка так разволновалась?»

Василий поспешил ее успокоить:

— Да живой я, живой. И что со мной могло случиться?

— Все что угодно! Когда стреляют, убить могут. Свер-



## ФАНТАСТИКА

кало так, что из другого рукава будет видно! И откуда у тебя эсминце?

Василий прикинул, что теперь эта история все равно выплывет наружу, и решил не скрывать личности авантюристов:

— Палыч достал где-то.

— Какой Палыч?

— Иванников Александр Павлович. Адмирал на пенсии.

— Вы что, сами снаряды снаряжали?

«У, хитрая! Догадалась же...» — подумал Василий.

— Николаич помог. Трифонов Роман Николаевич. Полковник технической службы на пенсии.

— Стреляли-то по кому?

На пульте замигало табло, сигнализируя о закрывании шлюза, и одновременно в разговор влез адмирал:

— Светлана Даниловна, это Иванников. Мы тут мимо проходили. Собрались на пенсии попутешествовать. Мир посмотреть, себя показать. Зашли в систему, так сказать, по малой нужде. Видим — станция чужих тут затаилась. Ну, мы ее и того... подстрелили.

Светлана не выдержала:

— Товарищ адмирал!

— На пенсии, — успел вернуть Палыч.

— Да! На пенсии! А ведете себя, как мальчишка!

Василий понял, что она сейчас врежет адмиралу по максимуму.

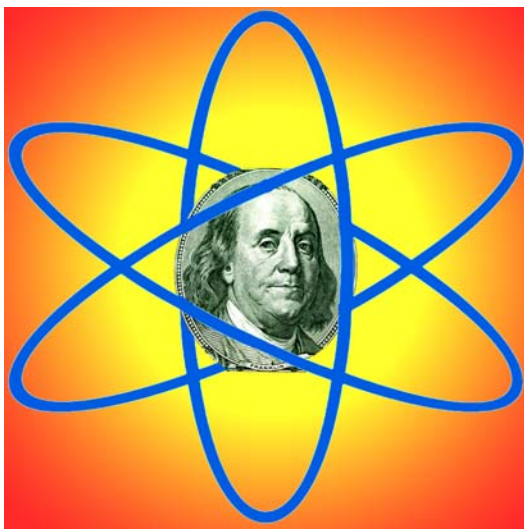
Динамики донесли шорох глубокого вдоха, и началось:

— Скажете тоже — мимо! Вы же это давно задумали! Вот, вижу — эсминце где-то сперли! Дядю Васю за дровами послали! Мне как сказали, столько он дров купил! Я что, дура? Пусть сама не разбираюсь, но нашлись люди! Просветили! Оказывается, обогащение у топливного двести тридцать третьего урана не хуже, чем у оружейного. А триста пятидесятый калибр под ядерные заряды создавался. Оружейники-самоучки! Деда-кладоискатели! А если бы она вас пришибла? Да я б никогда не простила! Ни вам, ни себе! Вы! Вы! Авантюристы!..

Василий слушал, как госпожа старший инспектор орет на всю систему. Слушал и представлял, как она сжимает кулачки и стучит ими по подлокотникам. Слушал и улыбался. Эта была та Светлана, которая могла отругать командира так же, как и сослуживцев-пилотов. Могла поставить на прикол лайнер из-за пары выбитых пикселей на экране. Но она не могла бросить друга, который вязался в авантюру. Даже если друг — нарушитель Конвенции о применении ядерного оружия.







Художник В. Мисюк

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### О раздвоении личности ученого

Казалось бы, уж кто-кто, а ученые должны уметь сопоставлять причины и следствия, выстраивая введенные еще Сократом логические последовательности. Оказывается, кристальная ясность сознания сохраняется у них отнюдь не всегда. Возьмем, например, вопрос об открытых научных публикациях. Это показал опрос, проведенный издательством «Taylor & Francis» (агентство «AlphaGalileo», 30 июля 2012 года) среди ботаников, зоологов и экологов.

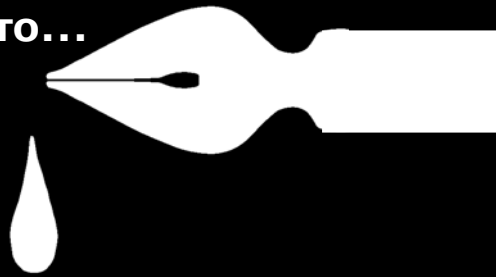
Естественно, все опрошенные исследователи выразили желание, чтобы их детище как можно быстрее увидело свет, при этом большинство считало, что статью нужно публиковать в течение месяца после поступления в редакцию, а 5% отвело издательству десять дней на всю процедуру подготовки рукописи, ссылаясь на то, что информационные технологии это позволяют. Вполне ожидаемо, от рецензентов потребовали оценивать новизну и вклад, а не проверять правильность методики проведения работы. Более того, в стремлении к открытости авторы горят желанием снабдить статью как можно более подробной экспериментальной информацией. От редакций же ожидают быстрого реагирования на комментарии к статье, с тем чтобы удалять бессодержательное злопыхательство троллей.

А дальше начинается раздвоение личности. С одной стороны, большинство исследователей хочет, чтобы их статьи были опубликованы в открытом доступе. Однако и желаемая, и максимальная плата за публикацию оказалась по итогам опроса в районе нуля. Более того, подавляющее число участников в принципе не может платить редакции, поскольку подобные затраты не внесены в смету заявки на грант. Таким образом, все вышперечисленное — быстрое редактирование научной статьи, оперативную работу с рецензентами, верстку, поддержание сайта с форумами, поддержку баз с экспериментальными данными, — все это редакция журнала должна делать за свой счет исключительно ради любви к искусству.

А как же те открытые научные журналы, что имеются в Сети? Свет на источник их финансирования проливает свежая новость агентства «AlphaGalileo» (28 сентября 2012 года). Оказывается, в области физики высоких энергий при поддержке ЦЕРНа складывается консорциум SCOAP<sup>3</sup>, который включает в себя финансовые органы и библиотеки. Он-то и станет платить за обработку статей. Например, журналы «Шпрингера» получают от 120 до 1600 евро за открытую статью по этой тематике, польский Ягелонский университет — 500 евро, журналы АН КНР — 1000 фунтов стерлингов, а журналы Американского физического общества — 1900 долларов США. Видимо, в тех областях, где нет такого консорциума доброхотов, подобные суммы за открытую публикацию и должны платить авторы.

С.Анофелес

Пишут, что...



...установлен новый рекорд передачи квантового состояния, или квантовой телепортации, на расстояние 143 км между островами Ла-Пальма и Тенериф («Nature», 2012, т. 489, № 7415, с. 269—273)...

...ввиду неблагоприятных условий наблюдения теоретически выделены и исследованы 50 возможных траекторий сближения и соударения с Землей астероида Апофиса после 14 апреля 2029 года, когда он достоверно приблизится к нашей планете на 37—38 тысяч км («Астрономический вестник», 2012, т. 46, № 4, с. 311—320)...

...планируемое развитие Центра обработки научной информации для радиоинтерферометрических проектов Астрономического центра ФИАН предусматривает наращивание объема хранилища до 200—230 ТБ и вычислительной мощности кластера до 1 Гфлоп/с («Космические исследования», 2012, т. 50, № 4, с. 346—350)...

...при дозах ионизирующих излучений, соответствующих лимитам из нормативных документов для космонавтов до 2004 года, возможны значительные изменения в ЦНС, тяжесть которых нарастает со временем («Авиакосмическая и экологическая медицина», 2012, т. 46, № 6, с. 3—16)...

...согласно ряду оценок, приземная концентрация озона в Западной Европе за сто лет увеличилась более чем вдвое — с 20—30 до 60 мкг/м<sup>3</sup> («Оптика атмосферы и океана», 2012, т. 25, № 8, с. 684—687)...

...ряд промышленных предприятий сбрасывают загрязненные воды непосредственно в Черное море без очистки, а некоторые источники загрязнения, например ливневые стоки Геленджика, вообще не контролируются («Исследования Земли из космоса», 2012, № 4, с. 3—11)...

...толщина внутренне-среднего слоя стенки сонных артерий, определяемая ультразвуковым сканированием, может быть показателем течения атеросклероза («Патологическая физиология и экспериментальная терапия», 2012, № 3, с. 104—108)...

...как показал метаанализ, обобщающий данные более двухсот исследований, нет особой разницы для здоровья, употреблять ли в пищу «органические» или обычные продукты («Annals of Internal Medicine», 2012, т. 157, № 5, с. 348—366)...



...найден вариант гена инсулиноподобного фактора роста II (IGFII), который ассоциирован с более высоким когнитивным индексом; возможно, по той же причине вес и рост новорожденного могут быть предикторами дальнейших интеллектуальных способностей человека («Генетика», 2012, т. 48, № 8, с. 993—998)...

...гормон орексин, или гипокретин, не только отвечает за переход от сна к бодрствованию, но также играет важную роль в пространственном обучении и памяти («Журнал высшей нервной деятельности», 2012, т. 62, № 4, с. 389—400)...

...порошки  $ZrO_2 + 3\%Y_2O_3$ , полученные распылительным пиролизом из раствора, образуют не наблюдавшиеся ранее фрактальные структуры — сферические оболочки, заполненные мелкими сферами и шариками («Российские нанотехнологии», 2012, т. 7, № 7—8, с. 116—117)...

...«металлическая» окраска африканской ягоды *Pollia condensata* определяется не пигментом, а брэгговским отражением света от специализированных клеточных структур кожи («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2012, т. 109, № 39, с. 15712—15715)...

...из глины с добавлениями золошлаковых отходов и горелых пород из угольных шахт можно изготавливать не только кирпич, черепицу и плитку, но и художественную керамику («Экологический вестник России», 2012, № 9, с. 38—45)...

...существует связь между периодическим массовым вымиранием биоты и орбитальным движением Солнечной системы вокруг центра Млечного Пути и пересечением ветвей Галактики, а также с осцилляциями позиции Солнечной системы относительно галактической плоскости («Доклады Академии наук», 2012, т. 445, № 4, с. 424—427)...

...есть очевидное сходство некоторых рельефов, найденных на территории Абхазии, и фресковых росписей, иногда дополненных рельефными изображениями, церквей в Каппадокии («Российская археология», 2012, № 3, с. 109—114)...

...очищающая эффективность зубных щеток с горизонтальным скосом щетины и гладкой ее подстрижкой — 75%, с горизонтальным скосом и разноразмерной подстрижкой — 79%, с силовым выступом — 70%, с ровным щеточным полем — 50% («Стоматология», 2012, т. 91, № 3, с. 38—41)...

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## А паразиты никогда...

Муравьи муравьям рознь. Одни старательно возводят муравейник, снабжают подрастающее поколение едой, защищают его от нападений врагов. А другие сами ничего этого не делают, а заводят рабов. Чтобы раздобыть бесплатную рабочую силу, такие муравьи — социальные паразиты — нападают на соседей-тружеников, убивают всех взрослых, а яйца и личинок относят к себе. Выросшие из них муравьи так и будут работать на паразита, не отдавая себе отчет в том, что, в сущности, это чужой муравейник. Казалось бы, у раба и мысли не может возникнуть об отмщении — он ведь даже не знает, где его родной дом.

Однако, как показали исследования группы Сусанны Фойтцик из майнцского Университета Йоганна Гуттенберга, они способны на непокорность. Начиная с 2009 года она неоднократно и в разных местах наблюдала восстания муравьев-рабов. Однажды они либо перестают кормить личинок хозяев, либо, объединившись по несколько штук, нападают на личинку и уничтожают ее. В муравейниках Западной Вирджинии выживает менее трети личинок хозяев, в штате Нью-Йорк — половина, а в Огайо — целых 58%. Различие связано с тем, что в Огайо хозяева быстро распознают признаки восстания и его подавляют, вирджинским же муравьям такой оперативности не хватает.

Выгоды для муравьев-рабов от подобных диверсий нет никакой: они продолжают работать, воспитывать личинок — как хозяйских, так и своих, принесенных теми из разоренных гнезд. Однако скорость роста паразитической колонии такими действиями затормозить удастся, и, стало быть, угроза для соседних муравьев-тружеников снижается. А они могут оказаться ближайшими родственниками повстанцев. Получается, что, действуя в глубоком тылу стратегического противника, поработанные муравьи помогают своему дому.

А. Мотыляев



# И по фамилиям, и по именам

**И**ногда минерал называют не по фамилии, а по имени ученого или же по комбинации имени и фамилии. Таких минералов немало. Один из самых интересных примеров — **артурит**  $\text{Cu}(\text{Fe}^{\text{III}})_2(\text{AsO}_4)_2(\text{PO}_4)_2(\text{SO}_4)_2(\text{O}, \text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , который был назван в честь двух Артуров — британских минералогов Артура Рассела и Артура Уильяма Джералда Кингсбери.

Интересно придумали и название минералу **афвиллиту**  $\text{Ca}_3(\text{SiO}_3)_2(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — по инициалам и фамилии Альфеуса Фуллера Виллиамса (1874—1953), генерального директора крупнейшей в мире южноафриканской компании по добыче алмазов «Де Бирс». Так же «устроено» название **висмирновита**  $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$  — в честь геолога академика Владимира Ивановича Смирнова (1910—1988), одного из первых исследователей полиметаллических месторождений Средней Азии. А по его фамилии назван **смирнит**  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$ .

Минерал **райнхардбраунсит**  $\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_2$  носит одновременно имя и фамилию Райнхарда Браунса (1861—1937), профессора минералогии Боннского университета.

В США и Великобритании человека, которого зовут Роберт, близкие часто называют Бобом. Так и появился в 2003 году сине-зеленый минерал **бобджонесит** — водный ванадилсульфат  $\text{V}^{\text{IV}}\text{OSO}_4(\text{H}_2\text{O})_3$ , найденный в уран-ванадиевых рудниках штата Юта. Он был назван в честь Роберта Джонса, главного редактора издания «Rocks and Gems», за его вклад в популяризацию минералогии. И это не единственный «Боб» среди минералов. Когда в 1986 году в Канаде нашли минерал необычной расцветки (зеленовато-коричневой, переходящей в красновато-коричневую) состава  $\text{Na}_2\text{Mn}_5\text{Fe}^{\text{III}}\text{Al}(\text{PO}_4)_6$ , его назвали **бобфергусонитом** — по имени и фамилии канадского минералога, заслуженного профессора Роберта Бери Фергюсона. Кстати, целая россыпь фергусонитов — бета-цериевый, бета-неодимовый, бета-иттриевый и просто иттриевый с близким составом  $(\text{Y}, \text{Ln})\text{NbO}_4$ , где Ln — лантаноиды, — получила имя в честь другого Фергюсона, хотя тоже Роберта, шотландского политика и коллекционера минералов Фергюсона (1799—1865).

По имени Джим, уменьшительному от Джеймс, назван **джимтомпсонит**  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{\text{II}})_5\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{OH})_2$ , в честь петролога из Гарварда Джеймса Берли Томпсона.

Основной фосфат железа (он часто содержит марганец) состава  $(\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mn})_2\text{PO}_4(\text{OH})$  был назван **вольфеитом** по фамилии американского кристаллографа из Бостонского университета Калеба Роу Уилфа (1908—1980). А второе его имя досталось **роуволфиту**  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

По фамилии кристаллографа и минералога Джозефа Дезайи Хуберта Доннея (1902—1994) и его жены — минералога Габриель Донней (1920—1987) — были названы два минерала — **доннеит**  $(\text{Y})\text{Sr}_3\text{NaCaY}(\text{CO}_3)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и **гейдоннеит**  $\text{Na}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Второе название происходит от сокращенного имени Габриель — Гэй. А сама она открыла минерал рентгенит.

Не чуждо минералам чувство юмора. Американский геохимик и минералог, профессор университета штата Индиана Брайан Харолд Мейсон (1917—2009) прожил долгую и плодотворную жизнь. Он родился в Новой Зеландии, учился в разных странах, в том числе в Стокгольмском университете, где изучал железо-марганцевые отложения в месторождении Лонгбан (оно знаменито минералогическим разнообразием и большим количеством минеральных видов, встречающихся только там). Мейсон исследовал и классифицировал тысячи метеоритов, собранных в Антарктике. В его честь назван астероид 12 926 Брайан Мейсон. Первое его имя носит **брайнеит**  $\text{Na}_2\text{CaMg}(\text{PO}_4)_2$ . А когда в 1967 году в Лонгбане обна-

А.Д.ВОРОНИХИНУ, Санкт-Петербург: *Утеплитель холодафайбер (от англ. hollow fiber, «полое волокно») — полиэфирный материал с нулевой гигроскопичностью, и это так и задумано производителями: сухой утеплитель лучше держит тепло.*

П.В.СЛЕПУНКОВУ, Ярославль: *РЕЕК, или ПЭЭК — полиэфирэфиркетон, действительно, эти полимеры используются не только как изоляционные материалы или основа для композитов, но и как материалы для биоразлагаемых костных имплантатов.*

М.Л.ЛИННИК, Санкт-Петербург: *Уничтожить плесень в швах между кафельными плитками в ванной можно любым хлорсодержащим препаратом, а чтобы она не заводилась снова — попробуйте поискать специальный маркер для швов с фунгицидом.*

Ю.А.КАХОВСКОЙ, Благовещенск: *Пятно от авторучки с кожаного изделия можно вывести нашатырным спиртом, но с застарелым пятном может и не получиться.*

О.В.ЕРОХИНОЙ, Москва: *Да, у обычной клюквы корни с микоризой — нитями грибницы, которые делятся с растением питательными веществами; это характерно для многих вересковых.*

М.М.АЛЕННИКОВУ, Красноярск: *В программе ACD Labs v 6.0 пронумеровать атомы химической структуры можно, выбрав Auto Renumbering в Tools; спасибо за вопрос, сами узнали много полезного.*

М.К., Вологда: *Если дымоход полностью забит сажей, ни топка осиной, ни картофельные очистки, положенные на горячие угли, уже не помогут — химические методы бессильны, пора переходить к физическим.*

ИВАНУ, электронная почта: *Мы никому не давали никаких разрешений на продажу футболок с логотипом «Химии и жизни», но спасибо за информацию.*





**Андорит**



**Доннеит**



**Фронделлит**



ИМЕНА МИНЕРАЛОВ

ружили новый минерал, продукт окисления сульфоарсенидов состава  $\text{CaFe}^{\text{III}}(\text{As}^{\text{III}}\text{O}_2)_2(\text{As}^{\text{III}}\text{Sb}^{\text{III}}\text{O}_5)_2$ , его решили назвать в честь Мейсона (англ. Mason) **стенхуггаритом** (stenhuggarite). По-шведски sten — камень, hugga — колоть, рубить, stenhuggar — каменетес, каменщик.

Американский минералог из Гарварда Клиффорд Фрондел (1907—2002), как и Мейсон, проживший более 90 лет, был одним из первых, кто держал в руках камни, привезенные с Луны. По имени и фамилии ученого были названы **клиффордит**  $\text{UFe}_3\text{O}_9$  и **фронделлит**  $\text{MnFe}_4^{\text{III}}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$ .

Еще один пример — **эсперит**  $\text{PbCa}_3\text{Zn}_4(\text{SiO}_4)_4$  и **ларсенит**  $\text{PbZnSiO}_4$ .

Оба они были открыты в 1928 году, и оба названы в честь петролога и профессора геологии в Гарварде Эспера Сигниуса Ларсена-младшего (1879—1961).

Минерал с весьма длинным названием **вильгельмвиерлингит**  $\text{CaMnFe}^{\text{III}}(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , впервые описанный в 1983 году, назван по имени и фамилии Вильгельма Фирлинга (Wilhelm Vierling, 1901—1995), жителя баварского города Вайдена, который в течение многих лет изучал минералы из месторождения Хагендорфа, в 20 км к юго-востоку от Вайдена. Ездить было недалеко...

Литиевый алюмосиликат **виргилит**  $\text{Li}_x\text{Al}_x\text{Si}_{3-x}\text{O}_6$  носит имя геолога из универ-

ситета штата Техас Виргила Эверетта Барнеса (1903—1998), исследователя тектитов, импактитов и других природных стекол.

**Мемсеит**  $\text{Pb}_9\text{Sb}_8\text{S}_{21}$  и **андорит**  $\text{PbAgSb}_3\text{S}_6$  названы в честь венгерского аристократа и минералога-любителя Андора фон Семсеи (1833—1923).

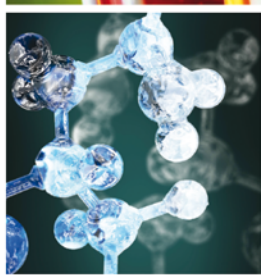
Рассказ про минералы, названные в честь геологов, минералогов и петрологов, мы продолжим в следующий раз.

**И.А.Леенсон**

11-я международная специализированная выставка

**16 – 19 апреля 2013 года**  
**Москва, КВЦ «Сокольники»**

**Аналитика Экспо**



**получите билет на сайте**

**[www.analitikaexpo.com](http://www.analitikaexpo.com)**

- анализ и контроль качества
- контрольно-измерительные приборы
- лабораторное оборудование и технологии
- лабораторная мебель

- химические реактивы и материалы
- комплексное оснащение лаборатории
- биотехнологии и диагностика
- нанотехнологии

**Организатор:**



В составе группы компаний ITE  
Тел.: +7 (495) 935 81 00  
E-mail: lomunova@mvk.ru

**Соорганизаторы:**

НП «РОСХИМРЕАКТИВ»

ААЦ «Аналитика»



НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН  
по аналитической химии

**Официальная поддержка:**

Министерство Промышленности и Торговли РФ  
Федеральное агентство по техническому  
регулированию и метрологии  
Департамент природопользования и  
охраны окружающей среды города Москвы  
Российский Союз химиков