

ПУТЕШЕСТВИЕ В СТРАНУ ОРУЖИЯ

Рост количества оружия
не делает жизнь безопаснее

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-информационный
журнал

www.sci-ru.org

12 2017

12+

ЗАГАДКА НЕЙТРИНО

Сможет ли крупнейший из когда-либо
созданных детекторов этих частиц
раздвинуть границы современной физики?

ПЛЮС

САТУРН В ДЕТАЛЯХ

Первопроходческий полет «Кассини»

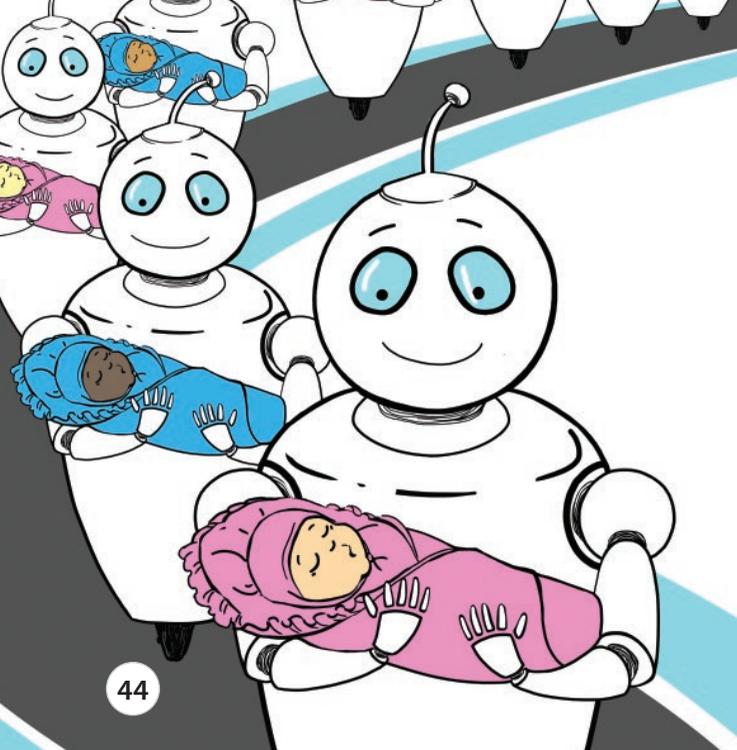
НАУКА — ЭТО ПОНИМАНИЕ ЖИЗНИ

Академик А.В. Гапонов-Грехов

75 ЛЕТ ДЛЯ СТРАНЫ И МИРА

НИЦ «Курчатовский институт»: вехи истории





СОДЕРЖАНИЕ

Декабрь 2017

Темы номера

ФИЗИКА ЧАСТИЦ

Загадка нейтрино

Клара Москович

Самый большой эксперимент по исследованию этих таинственных частиц может указать путь к новой физике

НАУКА И ОБЩЕСТВО

Наука — это понимание жизни

Наталья Веденева

40 лет назад академик **Андрей Гапонов-Грехов** основал Институт прикладной физики РАН, результатом чего стали прорывные технологии, которыми до сих пор гордится страна

75 лет для страны и мира

Михаил Урядников

Лаборатория № 2, Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, первый в стране национальный исследовательский центр — этапы большого пути всемирно известного Курчатовского института. О том, чем он живет сегодня, — беседа с его президентом **Михаилом Ковальчуком**

4 **Широкий спектр наук** **34**
Владимир Губарев
Названы лауреаты юбилейной Демидовской премии 

МЕДИЦИНА

Дети XXI века

Ольга Беленицкая

Помогает ли фундаментальная наука протеканию родов?

14 

БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ

Первый орган ребенка

Сьюзан Фишер и Эдриан Эрлбахер

Плацента, по-видимому, наименее изученный орган человека, таит в себе множество сюрпризов

 **52**

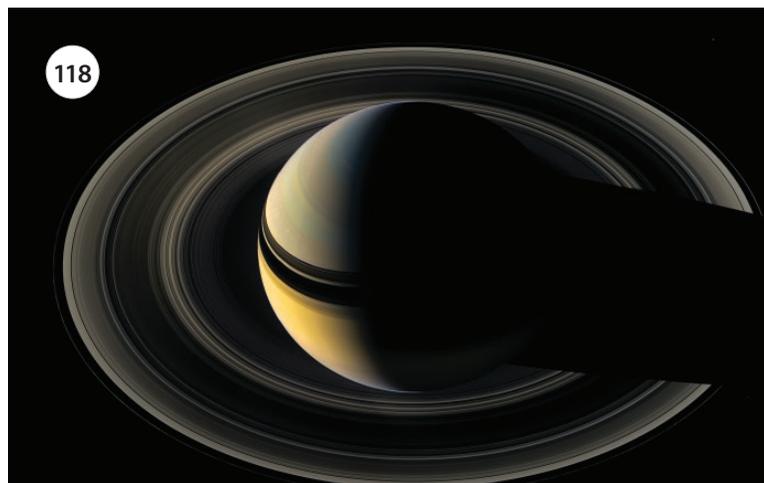
РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА

Новые органы из своих тканей

Наталья Лескова

Принципиально новое направление медицины, свидетелями появления которого мы стали, — выращивание органов из собственных клеток пациента

 **62** 





МЕДИЦИНА

3D-принтеры для печати сердца будут стоять в каждой клинике*Дарья Золотухина*

В научно-образовательном центре «Современные производственные технологии» Томского политехнического университета инициировали проект по 3D-печати человеческого сердца

70



ОХРАНА ПРИРОДЫ

Любимы до смерти*Ричард Коншифф*

Торговля дикими животными становится главным фактором оскудения природных экосистем

76

ГЕНЕТИКА

Под знаком генетики*Владимир Губарев и Наталия Лескова*

Представляем наиболее яркие совместные белорусско-российские исследования в той области, где сотрудничество идет особенно активно и плодотворно

84

ЗДОРОВЬЕ ОБЩЕСТВА

Вояж в страну оружия*Мелинда Уэштер Мойер*

Цифры объективно показывают, что рост количества оружия не делает жизнь безопаснее. Почему же столь многие люди уверены в обратном?

96



АРХЕОЛОГИЯ

Исчезнувшие гренландские викинги 108*Зак Зорич*

Они владели этой землей сотни лет, но затем их поселения были заброшены. Новые находки проливают свет на этот таинственный упадок

ПЛАНЕТОЛОГИЯ

«Кассини» у Сатурна 118*Каролин Порко*

Историческое исследование окольцованной планеты, беспрецедентное по масштабам и зрелищности, подходит к концу

Разделы**От редакции 3****50, 100, 150 лет тому назад 128**

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Наши партнеры:



PETER



SERVICE



Сибирское отделение РАН



РОСАТОМ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



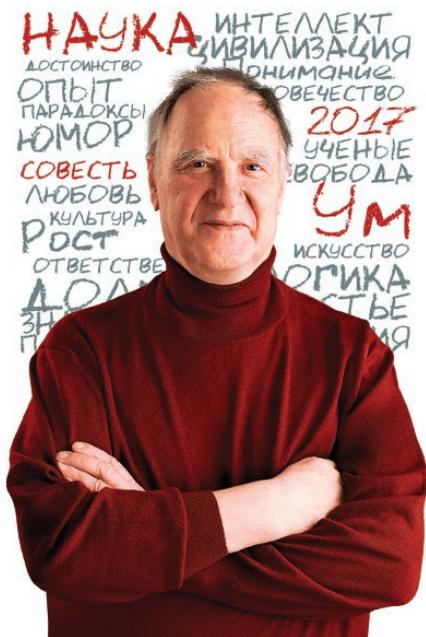
очевидное
невероятное



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия

Основатель и первый главный редактор
журнала «В мире науки / Scientific American»
профессор Сергей Петрович Капица



Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное партнерство
распространения научных знаний»

Главный редактор:

В.Е. Фортвов

Первый заместитель главного редактора:

А.Л. Асеев

Заместитель главного редактора:

С.В. Попова

Ответственный секретарь:

О.Л. Беленицкая

Зав. отделом иностранных материалов:

А.Ю. Мостинская

Шеф-редактор иностранных материалов:

В.Д. Ардаматская

Зав. отделом российских материалов:

О.Л. Беленицкая

Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

Обозреватели:

В.С. Губарев, В.Ю. Чумаков

Администратор редакции:

О.М. Горлова

Научные консультанты:

д.м.н. Л.С. Александров; акад. А.В. Гапонов-Грехов; д.б.н. И.А. Гордей; д.м.н. К.В. Завадовский;
д.м.н. А.И. Ищенко; член-корр. РАН М.В. Ковальчук; член-корр. РАН А.В. Кочетов;
д.м.н. Д.А. Кудлай; к.м.н. П.И. Макаревич; акад. А.Г. Литвак; к.м.н. А.В. Люндуп;
к.б.н. А.В. Осадчук; акад. Г.А. Романенко; д.м.н. В.В. Рябов; акад. А.М. Сергеев;
акад. В.П. Скулачев; акад. В.А. Ткачук; акад. В.П. Чехонин

Над номером работали:

Н.В. Веденева, Д.В. Золотухина, А.П. Кузнецов, Н.Л. Лескова, А.И. Прокопенко, О.С. Сажина,
И.Е. Сацевич, Н.Н. Шафрановская, А.В. Щеглов, Е.Б. Яцишина

Дизайнеры:

М.Ю. Емельянова, В.М. Эйдинова

Верстка:

А.Р. Гукасян

Корректур:

Я.Т. Лебедева

Президент координационного совета НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.Е. Фортвов

Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

С.В. Попова

Заместитель директора НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.К. Рыбникова

Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

Главный бухгалтер:

Ю.В. Калинкина

Адрес редакции:

Москва, ул. Ленинские горы, 1, к. 46, офис 138;
тел./факс: 8 (495) 939-42-66; e-mail: info@sciam.ru; www.sciam.ru
Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.

Отпечатано:

в АО «ПК «ЭКСТРА М», 143405, Московская область, Красногорский р-н, г. Красногорск, автодорога
«Балтия», 23-й км, владение 1, д. 1

Заказ №12 17-12-00153

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати. Свидетельство ПИ

№ ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 600 экземпляров

Цена договорная

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

© Все права защищены. Некоторые из материалов данного номера были ранее опубликованы Scientific American или его аффилированными лицами и используются по лицензии Scientific American. Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции. При цитировании ссылка на «В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов и не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Торговая марка Scientific American, ее текст и шрифтовое оформление являются исключительной собственностью Scientific American, Inc. и использованы здесь в соответствии с лицензионным договором.



Дорогие коллеги и друзья!

Сегодня перед Российской академией наук стоит важная задача — не только вернуть доверие общества, но и стать властительницей умов в интеллектуальном поле страны. Для этого мы должны наладить диалог с обществом, перестроить свою информационную политику. Ведь для ученого важно не только совершить научное открытие, но и донести его до людей, чтобы они осознали ценность научной работы. Мы будем сотрудничать с научными изданиями, телепрограммами, интернет-ресурсами, занимающимися популяризацией научного знания в обществе. Уверен, что взаимодействие со СМИ должно стать нашей ежедневной обязанностью. Это обещание содержится в моей предвыборной программе, и я его непременно выполню.

Журнал «В мире науки» уже более 30 лет знакомит своих читателей с новостями науки, делая это доступно и увлекательно. В том числе рассказывает он и о деятельности академических институтов, ведущих российских ученых, самой академии наук. И за это мы признательны.

Я хочу поздравить с наступающим 2018 годом редакцию журнала «В мире науки» во главе с академиком В.Е. Фортовым, а также ваших читателей!

Пусть этот год наполнит вашу жизнь яркими идеями, новыми открытиями, творческими успехами! Благополучия, счастья и крепкого здоровья вам и вашим близким! До встречи в новом году!

Президент РАН Александр Сергеев

ФИЗИКА ЧАСТИЦ

Загадка нейтрино

Самый большой эксперимент
по исследованию этих таинственных частиц
может указать путь к новой физике

Клара Москович



ОБ АВТОРЕ

Клара Московиц (Clara Moskowitz) — старший редактор *Scientific American*, рубрики «Космос» и «Физика». Имеет степень бакалавра по астрономии и физике в Уэслианском университете и степень магистра по научной журналистике в Калифорнийском университете в Санта-Крузе.



Тлупоко под землей под моими ногами словно распростерся гигант, облаченный в технологические доспехи. Мне сказали: тысячи миллиардов нейтрино ежесекундно пронзают каждый квадратный сантиметр моего тела. Я вытягиваю руки в инстинктивном желании усилить ощущения, но, конечно, ничего не чувствую. Эти призрачные частицы, почти лишенные массы, мчатся с околосветовой скоростью и легко проходят сквозь металлический ящик, занимающий большую часть пещеры. Несколько раз в день одна такая частица все-таки сталкивается с атомом внутри ящика, размеры которого сравнимы со школьным автобусом, и тогда высвобождаются заряженные частицы, чьи световые следы смогут зарегистрировать ученые. Эти следы, как надеются физики, поведут по тропам в неизведанные земли.

Прибор, о котором я говорю, — часть эксперимента по поиску электронных нейтрино, называемого *NuMI Om-Axis* (сокращенно *NOvA*) и базирующегося в Национальной ускорительной лаборатории им. Ферми (Фермилабе) в Батавии, штат Иллинойс. Похожий, но более крупный детектор размещен под землей за 800 км, в Миннесоте; он ловит нейтрино, проходящие сквозь него и через весь слой земли между ними. Проект *NOvA* начал работу в 2014 г. и представляет собой самый длинный в мире нейтринный эксперимент, но в действительности закладывает основу для более грандиозного эксперимента *DUNE* (*Deep Underground Neutrino Experiment*, «глубокий подземный нейтринный эксперимент»). *DUNE* начнется в Фермилабе, где ускоритель разгонит и столкнет протоны с графитовой мишенью, чтобы породить пучок нейтрино. Затем нейтрино полетят за 1,3 тыс. км под землей из Иллинойса в Южную Дакоту.

Дополнительные 500 км пути смогут сделать более вероятными проявления особых свойств нейтрино.

DUNE — это самый амбициозный эксперимент по физике частиц, который планируется к осуществлению на территории США после *SSC* (*Superconducting Super Collider*, «сверхпроводящий суперколлайдер»), неудавшегося проекта 90-х гг. прошлого века. Начало *DUNE* планируется на 2020-е гг., его стоимость составит \$1,5 млрд и работать он должен не менее 20 лет. Этот самый большой нейтринный эксперимент на планете важен не только американцам: его участниками стали более 1 тыс. исследователей из 30 стран. Крупнейшая европейская лаборатория физики частиц, *CERN*, тоже вовлечена в этот проект. Подобно тому как Большой адронный коллайдер (БАК) в 2012 г. обнаружил бозон Хиггса, указав присутствие скрытого поля, заполняющего космос, ученые возлагают большие надежды на *DUNE*, который мог

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Вполне возможно, нейтрино — самые малоизученные фундаментальные частицы из известных нам. Почти иллюзорные, не обладающие зарядом, нейтрино редко взаимодействуют с другими частицами и, согласно первоначальным предсказаниям, не обладают массой. Теперь физики знают, что небольшая масса у нейтрино все-таки есть, но причина ее появления остается загадкой.
- Строящийся амбициозный проект *DUNE* пронесет нейтрино на расстояние 1,3 тыс км от Иллинойса до Южной Дакоты.
- Во время своего путешествия частицы могут совершать превращения из одного типа (или аромата) в другой. Этот феномен носит название «нейтринные осцилляции». Изучая такое своеобразное поведение нейтрино, ученые надеются понять происхождение массы нейтрино и ответить на другие вопросы.

бы использовать нейтрино для понимания устройства Вселенной на глубинном уровне. Марк Томсон (Mark Thomson), пресс-секретарь *DUNE*, говорит: «Мы хотим сделать для нейтрино то, что БАК сделал для Хиггса». Этот энергичный британец из Кембриджского университета, который помогает руководить экспериментом, считает, что мы находимся у истоков следующей большой революции в физике частиц.

Нейтрино поддерживают такие смелые надежды из-за того, что они — первые частицы, способные вырваться за пределы так называемой Стандартной модели физики частиц, которая дает наилучшее на сегодня физическое описание природы фундаментальных частиц и управляющих ими законов. Стандартная модель может объяснить поведение любой другой известной частицы с беспрецедентной точностью — и она предсказывает, что нейтрино должно быть безмассовым. Так думали ученые примерно 15 лет назад, когда в результате экспериментов в Канаде и Японии было обнаружено, что нейтрино действительно обладают небольшой массой. Однако нейтрино, похоже, приобретают массу не так, как это делают остальные частицы. Оказывается, масса возникает благодаря так называемой новой физике, то есть частицам, силам или феноменам, которые еще неизвестны ученым. За последние несколько лет нейтрино стали выглядеть еще более многообещающим мостом в будущее физики, потому что другие попытки достичь грани областей применимости Стандартной модели быстро сводились на нет. Дело в том, что до сих пор на БАК не удалось произвести никаких частиц, которые не предсказывались бы Стандартной моделью. Эксперименты, призванные обнаружить гипотетические частицы темной материи — невидимой, но доминирующей составляющей нашей Вселенной, — тоже обернулись ничем. Сотрудник Фермилаба, специалист по физике нейтрино Стивен Парк (Stephen Parke) говорит о том, что Стандартная модель неполна, что существует что-то другое, нам неизвестное. По его словам, в этом вопросе «некоторые исследователи делают ставку на БАК, а другие — на нейтрино».

Массивная тайна

Через день после моего визита в пещеру *NOvA* я очутилась в пустом кабинете на третьем этаже главного здания Фермилаба, названного в честь Роберта Ратбуна Уилсона (Robert Rathbun Wilson). Стивен Парк, который тоже пришел сюда вместе с физиком-теоретиком Андре де Гувей (André de Gouvêa), объяснил мне, что выбрал это помещение для нашей встречи потому, что здесь когда-то располагался кабинет Леона Ледермана (Leon Lederman), бывшего директора Фермилаба. Именно он придумал способ создания пучка нейтрино с помощью ускорителя частиц. В 1962 г. с помощью

работы Ледермана, лежащей в основе *DUNE*, было доказано существование одного из трех известных типов нейтрино — впоследствии за это открытие ученый был удостоен Нобелевской премии. Парк и де Гувей признают, что, несмотря на долгий путь, который был пройден после Ледермана, все еще остается много загадок. Как говорит Парк, «все дело в нейтрино: чем больше вы понимаете, тем больше появляется вопросов. Нейтрино — очень озорные частицы».

Парк, уроженец Новой Зеландии, увлекся нейтрино в 1970-х гг., вскоре после приезда в США для поступления в аспирантуру. В следующие десятилетия нейтрино утратили репутацию безмассовых «скучных» частиц. Революции в области нейтринной физики следовали одна за другой. «Будут ли еще [революции]? — спрашивают Парк и де Гувей, и сами же отвечают: — Да!» Вот слова де Гувей: «Мы еще только начали измерять свойства нейтрино на уровне точности, сопоставимом с другими частицами. Мы не знаем их массы, к тому же могут быть новые типы нейтрино. Нейтрино могут "разговаривать" с другими частицами, которые отказываются "общаться" с любыми другими».

Проект *DUNE* сосредоточится на необычном свойстве нейтрино менять облик. Такой процесс называется осцилляцией нейтрино. Дело в том, что эти частицы бывают трех видов, или ароматов: электронное нейтрино, мюонное нейтрино и тау-нейтрино. Исследователи умеют их различать, потому что при их взаимодействии с атомами детектора они порождают разные частицы. Так, электронное нейтрино порождает электроны, мюонное нейтрино — мю-мезоны (мюоны), а тау-нейтрино рождает тау-лептоны (таоны). Две последние частицы, мюоны и таоны, — это двоюродные братья электрона. Странность заключается в том, что эти три аромата изменчивы. Так, частицы могут выйти из Фермилаба как мюонные нейтрино, а прийти в Южную Дакоту как электронные нейтрино. Или могут появиться как тау-нейтрино. Насколько известно физикам, нейтрино — это единственные частицы, которые подвергаются такому причудливому преобразованию аромата.

Когда полтора десятилетия назад физики открыли изменчивость нейтрино, это помогло разгадать одну давнюю загадку. Дело в том, что в 60-х гг. прошлого века, когда началось изучение солнечных нейтрино, удалось измерить только одну треть от количества, предсказываемого теорией. Осцилляции нейтрино дали ответ: недостающие две трети перешли в мюонные и тау-нейтрино во время путешествия от Солнца к Земле, а приборы были настроены на регистрацию только электронных нейтрино. Однако, несмотря на то что это открытие поставило точку в проблеме солнечных нейтрино, оно породило новую тайну. Так, согласно теории, единственный способ изменить аромат

Озадачивающие частицы

Нейтрино — это крошечные частицы, которые пролетают сквозь вещество с околосветовой скоростью. Различают нейтрино трех типов, называемых ароматами. Необычность нейтрино в том, что во время своего путешествия они могут менять аромат: начать с одного, а потом переключиться или «осциллировать» в другой. Ученые намерены исследовать эту особенность в эксперименте *DUNE* — «глубоком подземном нейтринном эксперименте» — который представляется самым амбициозным проектом из когда-либо предпринятых по поиску нейтрино. *DUNE* вступит в работу в 2020-х гг. Из Национальной ускорительной лаборатории им. Ферми (Фермилаба), расположенной в Иллинойсе, будет выпущен пучок нейтрино, который промчится в Сэнфордский подземный научно-исследовательский центр в Южной Дакоте. Ученые оценят количество нейтринных осцилляций, произошедших в пути. Изучая феномен нейтрино, исследователи рассчитывают прийти к более глубокому пониманию физических законов.

Сэнфордский подземный научно-исследовательский центр (штат Южная Дакота)

Азбука нейтрино

Три типа нейтринных ароматов созвучны названиям частиц, с которыми они взаимодействуют: электронное нейтрино, мюонное нейтрино и тау-нейтрино соответствуют электрону, мюону и таону. Когда-то ученые считали нейтрино безмассовыми, но это оказалось не так. В силу законов квантовой механики ароматы не обладают определенными массами, но каждый представляет собой однозначную суперпозицию трех разных так называемых массовых состояний. Точные значения масс остаются неизвестными.

Свойства нейтрино

Аромат



Электронное нейтрино



Мюонное нейтрино



Тау-нейтрино

При движении через пространство нейтрино могут мутировать, меняя аромат и массу

Массовые состояния



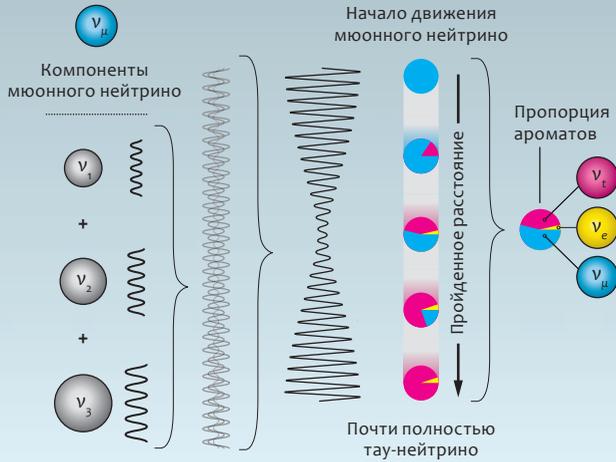
Каждый аромат нейтрино представляет собой разную суперпозицию трех массовых состояний.

Удаленный детектор

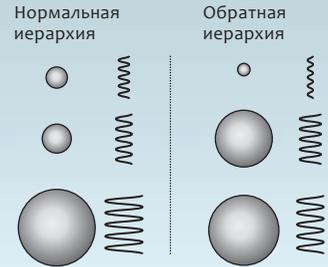
Каждый из четырех модулей удаленного детектора *DUNE* будет содержать 17 тыс. т жидкого аргона. Ученые ожидают от десяти до 20 столкновений нейтрино с атомами аргона в день, что позволит приборам зарегистрировать и отождествить сигналы.

Осцилляции ароматов и роль массы

При движении нейтрино через пространство его массовые состояния движутся с разными скоростями. Различие скоростей невелико, но со временем оно приводит к изменению суперпозиции массовых состояний нейтрино, и, соответственно, меняется и его аромат. Таким образом, нейтрино, начавшее свой путь, например, как мюонное, может превратиться в тау-нейтрино или электронное нейтрино.



Ученым неизвестны значения трех массовых состояний, но, согласно теоретическим предположениям, существуют либо два легких нейтрино и одно тяжелое (нормальная иерархия), либо одно легкое и два тяжелых (обратная иерархия). DUNE должен определить, какой вариант реализуется в природе.



Проходя расстояния

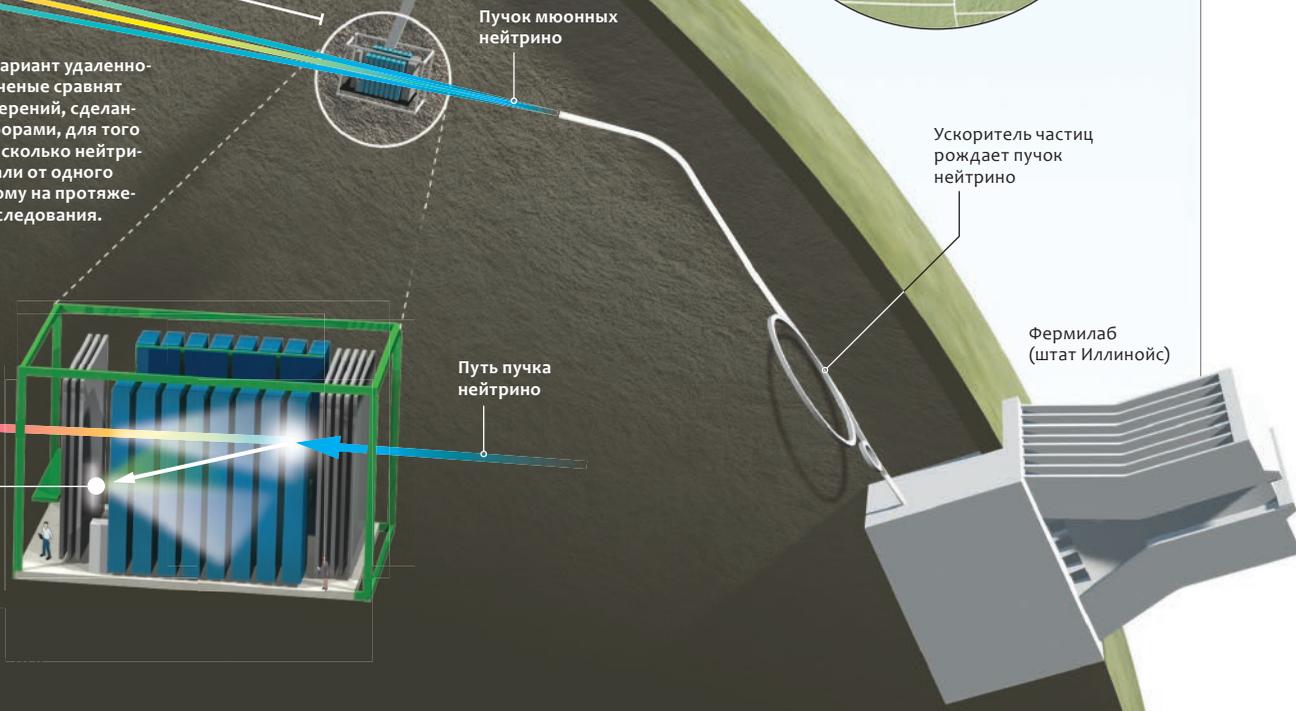
DUNE пошлет нейтрино за 1,3 тыс. км из Фермилаба в Батавии, штат Иллинойс, в Сэнфордский подземный научно-исследовательский центр в Лиде, штат Южная Дакота. Такой длинный путь — самый длинный в когда-либо осуществленных экспериментах по поиску нейтрино — должен предоставить нейтрино достаточно времени для осцилляций.



У детектора

Уменьшенный вариант удаленного детектора. Ученые сравнят результаты измерений, сделанных двумя приборами, для того чтобы оценить, сколько нейтрино осциллировали от одного аромата к другому на протяжении всего пути следования.

Заряженная частица





Главный инжектор Фермилаба: ускоряющее частицы подземное кольцо наращивает число протонов для создания пучков нейтрино, которые будут исследоваться в эксперименте DUNE

нейтрино — это приписать ему ненулевую массу, наличие которой Стандартной моделью не предсказывалось.

Причина, по которой физики с необходимостью приписывают нейтрино массу, кроется в одной проблеме, имеющей корни в квантовой теории. Для того чтобы нейтрино изменило аромат, каждый такой аромат с необходимостью должен состоять из разных «массовых состояний». Оказывается, каждый аромат не обладает какой-то определенной массой, но существует суперпозиция трех возможных масс. В том, что это звучит странно, виновата квантовая механика, согласно которой частицы — не определенные сущности, а вероятностные облака. Нейтрино летят через пространство, и части, ассоциированные с каждым массовым состоянием, путешествуют с чуть разными скоростями. Последнее есть следствие специальной теории относительности Эйнштейна, согласно которой околосветовые скорости частиц зависят от их масс. С течением времени разница в скоростях приводит к изменению суперпозиции массовых состояний для каждого нейтрино. Таким образом, частица, которая начинала свой путь как, например, мюонное нейтрино, определяемое точной суперпозицией массовых состояний, может с течением времени превратиться

в электронное нейтрино или в тау-нейтрино. Ученым до сих пор неизвестны точные массовые состояния нейтрино — пока ясно только то, что массы нейтрино разные и не равны нулю. Однако, подсчитывая, сколько нейтрино будут осциллировать на пути из Иллинойса в Южную Дакоту, DUNE попытается определить пропорции разных масс нейтрино. Согласно теоретическим представлениям, три возможные массы нейтрино могут быть упорядочены двумя возможными способами: либо существуют два очень легких нейтрино и одно тяжелое, либо, наоборот, существуют два тяжелых нейтрино и одно легкое. Первый способ носит название «нормальная иерархия», а второй — «обратная (или инверсная) иерархия». DUNE должен быть в состоянии различать эти два способа, потому что вещество внутри Земли, как считается, влияет на осцилляции нейтрино. Так, если в природе реализуется нормальная иерархия, то ученые ожидали бы увидеть одну пропорцию трех ароматов, а при обратной иерархии — другую пропорцию. По словам Томсона, считающего DUNE гарантированно способным в течение нескольких лет обеспечить возможности такого физического эксперимента, «пропуская нейтрино сквозь вещество, можно легко определить разницу, и чем больший путь пройдет нейтрино, тем яснее сигнал».

Происхождение массы

Зная иерархию масс нейтрино, ученые смогут дать ответ на более глубокий вопрос: как именно нейтрино приобрели свою массу. Большинство частиц, таких как протоны и нейтроны внутри атомов, приобретают массу, взаимодействуя с полем Хиггса (это поле, которое пронизывает все пространство и ассоциируется с бозоном Хиггса, обнаруженным на БАК). Однако механизм Хиггса работает только для частиц, которые могут быть и левыми, и правыми. Последнее — это фундаментальная классификация, связанная с ориентацией спина частицы относительно направления ее движения. До сих пор наблюдались только левые нейтрино. Если же нейтрино приобрели массу от поля Хиггса, то с необходимостью должны существовать и правые нейтрино. Однако последние никогда не наблюдались, что говорит о том, что если они и существуют, то вообще не взаимодействуют ни с какими другими силами и частицами в природе, — перспектива, представляющаяся многим физикам малореалистичной. Более того, если бы поле Хиггса определяло массы нейтрино, то теоретики ожидали бы, что массы нейтрино будут похожи на массы других частиц. Однако это не так, потому что нейтрино — необъяснимо легкие частицы. Какими бы ни были массовые состояния нейтрино, они меньше одной стотысячной доли массы какого-нибудь тщедушного электрона. По мнению директора Фермилаба Найджела Локьера (Nigel Lockyer), «очень мало людей думают, что механизм Хиггса дает массу нейтрино; там, вероятно, совершенно иной механизм, за который должны отвечать совсем другие частицы». Одна из возможностей, притягательная для исследователей, заключается в том, что нейтрино могут оказаться майорановскими частицами, то есть такими, которые сами выступают в роли собственных античастиц (это вполне допустимо, потому что нейтрино электрически нейтральны, а частицы и античастицы различаются зарядом). Теоретики считают, что майорановские частицы могут приобретать массу, минуя механизм Хиггса, — возможно, путем взаимодействия с каким-то новым неизвестным полем. Математическая база такого сценария требует наличия очень тяжелых нейтрино, которые еще предстоит обнаружить; такие частицы могут превышать массы некоторых самых тяжелых известных частиц в триллион раз и, таким образом, в некотором смысле «уравновешивать» легкие нейтрино.

Для специалистов в области физики частиц перспектива открытия новой шкалы масс звучит заманчиво. По словам де Гувеа, «исторически мы всегда добивались прогресса, исследуя природу на разных масштабах». Если существует какое-то новое поле, дающее массу нейтрино, то, быть

может, это поле способно как-то влиять и на другие частицы. Локьер рассуждает на эту тему: «Если природа знает, как дать массу нейтрино, где еще она могла бы проделать то же самое? Теоретики задаются вопросом, состоит ли темная материя из майорановских частиц?» *DUNE* не сможет непосредственно проверить, майорановские ли частицы — нейтрино, но понимание иерархии масс даст возможность интерпретировать результаты экспериментов, происходящих сейчас в Японии, Европе, США и повсюду. Кроме того, *DUNE* способен предоставить подробную информацию о том, как нейтрино «переключаются» между комбинациями масс во время осцилляций, и, таким образом, позволит выяснить, как нейтрино приобретают массу. Как говорит де Гувеа, «мы хотим сделать наилучший возможный эксперимент по исследованию осцилляций нейтрино, потому что это единственное известное нам место, где можно что-то узнать о массах нейтрино».

«Все дело в нейтрино: чем больше вы понимаете, тем больше появляется вопросов».

Стивен Парк (Фермилаб)

Материя vs. антиматерия

Исследование странностей этих крошечных частиц может помочь и в другом исследовании, в разгадке тайны космических пропорций: почему во Вселенной вещество преобладает над антивеществом (*так называемая проблема барионной асимметрии Вселенной. — Примеч. пер.*)? Космологические модели предсказывают, что оба компонента должны были бы существовать в равных количествах после Большого взрыва. Но почему-то случилось так, что после того как большая часть вещества аннигилировала с большей частью антивещества (как они всегда делают при контакте), осталось небольшое избыточное количество вещества. Последнее образовало галактики, звезды и планеты, которые мы видим сегодня.

Для того чтобы объяснить асимметрию, ученые ищут такой тип частиц, который ведет себя иначе, чем его антипартнер. Эксперименты дают косвенные указания на то, что такими частицами могут оказаться нейтрино. В проекте *DUNE* будет осуществляться поиск проявлений так называемого *CP*-нарушения (*одновременное нарушение двух симметрий: зарядового сопряжения C и четности P , то есть неинвариантность физических законов при замене частиц на античастицы одновременно с зеркальным отражением. — Примеч. пер.*). Другими словами, будет вестись поиск того, что антинейтрино осциллируют от аромата

к аромату не так, как нейтрино. Например, согласно теории, *DUNE* может увидеть, что темп превращения мюонных нейтрино антивещества в электронные нейтрино отличается от соответствующего темпа превращения для обычных нейтрино от 0,5 до двух раз. Эта, по словам Парка, «огромная разница» может объяснить, почему материя стала доминировать над антиматерией в ранней Вселенной. Странно, что нейтрино все еще может осциллировать иначе, чем антинейтрино, при условии, что они одинаковы (то есть если нейтрино — майорановские частицы). В последнем случае единственное свойство, отличающее нейтрино от антинейтрино, — это ориентация спина. Нейтрино вещества, будучи левыми, могут действовать не так, как нейтрино антивещества, которые должны быть правыми. *DUNE* сможет определить и то, ограничиваются ли сорта нейтрино только тремя ароматами или есть и другие, еще не обнаруженные, о чем говорят некоторые теории. Дополнительные ароматы нейтрино будут называться стерильными нейтрино, потому что совсем не будут взаимодействовать с обычным веществом. Предыдущие эксперименты, включая жидкий сцинтилляционный детектор нейтрино в Национальной лаборатории Лос-Аламоса и мини-ускорительный нейтринный эксперимент (*MiniBooNE*) в Фермилабе, показали неубедительные признаки того, что дополнительный тип нейтрино препятствовал осцилляциям, предполагая существование стерильных нейтрино, более тяжелых, чем три известных. Исследователи рассчитывают на то, что *DUNE* либо подтвердит, либо исключит эту возможность. По словам Томсона, «стерильные нейтрино могут существенно изменить структуру осцилляций, которые мы увидим на *DUNE*».

Крупные ставки

Для решения всех этих вопросов ученые разработали *DUNE*, который будет собирать гораздо больше данных и с гораздо более высокой точностью, чем это когда-либо делалось в нейтринных экспериментах. В проекте планируется использовать пучок нейтрино примерно в два раза более мощный, чем самый сильный существующий высокоэнергетический поток нейтрино. Соответствующий детектор будет в 100 раз больше, чем имеющиеся детекторы такого рода. Ключевое место в эксперименте займет удаленный детектор, установленный в Сэнфордском подземном научно-исследовательском центре в Лиде, штат Южная Дакота. Этот прибор будет состоять из четырех модулей, каждый величиной с олимпийский бассейн, но в шесть раз глубже последнего, заполненных 17 тыс. т жидкого аргона. При соударении нейтрино с ядрами атомов аргона как в дальнем, так и в ближнем детекторах нейтрино породит — в зависимости от своего аромата — электрон, мюон или таон. Мюоны будут

двигаться сквозь жидкий аргон по прямым линиям, выбивая электроны из атомов аргона и оставляя за собой видимый детектором след электронов. Если же нейтрино порождает электрон, то будет рождаться фотон, который, в свою очередь, породит два электрона и еще фотоны и т.д., создавая каскад новых частиц. Наконец, тау-нейтрино породят таоны, но только если начальный нейтрино обладал достаточной энергией. Таоны, будучи более массивными, чем электроны и мюоны, требуют больше энергии для рождения. Ученые *CERN* начнут тестирование уменьшенной версии удаленных детекторов *DUNE* в 2018 г. По словам заместителя директора Фермилаба Джозефа Ликкена (Joseph Lykken), «эти детекторы — как космические приборы, потому что, раз собранные, они уже не могут быть остановлены или разобраны, если вдруг что-то пойдет не так». Дело в том, что, залив 17 тыс. т жидкого аргона, не стоит и помышлять о том, как вытащить его обратно. Чтобы добиться успеха, *DUNE* нужно будет преодолеть и политические, и финансовые препятствия, которые уже загубили несколько предыдущих крупных физических проектов. В июле ученые и чиновники провели церемонию закладки фундамента в Сэнфорде, чтобы обозначить начало крупного подземного строительства, на которое уйдет не менее трех лет. Конечно, много работы пришлось на сверхпроводящий суперколлайдер *SSC*, который планировалось сделать больших размеров, чем БАК. Проект *SSC*, возможно, обнаружил бы бозон Хиггса, но был прикрыт в 1993 г. из-за перерасхода затрат на строительство и не без политической составляющей. Найджел Локьер говорит: «Ты можешь вернуться в прошлое и посмотреть на суперколлайдер, и, парень, это будет грустная история». *DUNE* как международный проект — это шаг вперед, потому что наличие обязательств финансирования более чем от одной страны должно помочь избежать печальной судьбы *SSD*. «И сейчас это определенно происходит, — добавляет Локьер, но тут же продолжает диалог с собой: — А могло бы и не происходить? О да».

Перевод: О.С. Сажина

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

■ Long-Baseline Neutrino Facility (LBNF) and Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) Conceptual Design Report Volume 1: The LBNF and DUNE Projects. DUNE Collaboration. Препринт представлен 20.01.2016 и доступен по адресу: <https://arxiv.org/abs/1601.05471>

■ Long-Baseline Neutrino Facility (LBNF) and Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) Conceptual Design Report Volume 2: The Physics Program for DUNE at LBNF. DUNE Collaboration. Препринт представлен 22.01.2016 и доступен по адресу: <https://arxiv.org/abs/1512.06148>



НАУКА
ТЕЛЕКАНАЛ



ПРЕМЬЕРА НА ТЕЛЕКАНАЛЕ «НАУКА»

НЕФАКТ!

С АЛЕКСЕЕМ ЕГОРОВЫМ

ЦИКЛ ПЕРЕДАЧ,
ОТВЕЧАЮЩИЙ НА САМЫЕ
НЕОБЫЧНЫЕ ВОПРОСЫ!

*Инопланетные
жители?*

*Есть ли
жизнь на
Марсе?*

*Заморожены
чужаки?*

*Сколько
планет
существует?*

*Могут ли
летать
динозавры?*

*Земли
существуют?*



 vk.com/tv_nauka

 facebook.com/nauka20

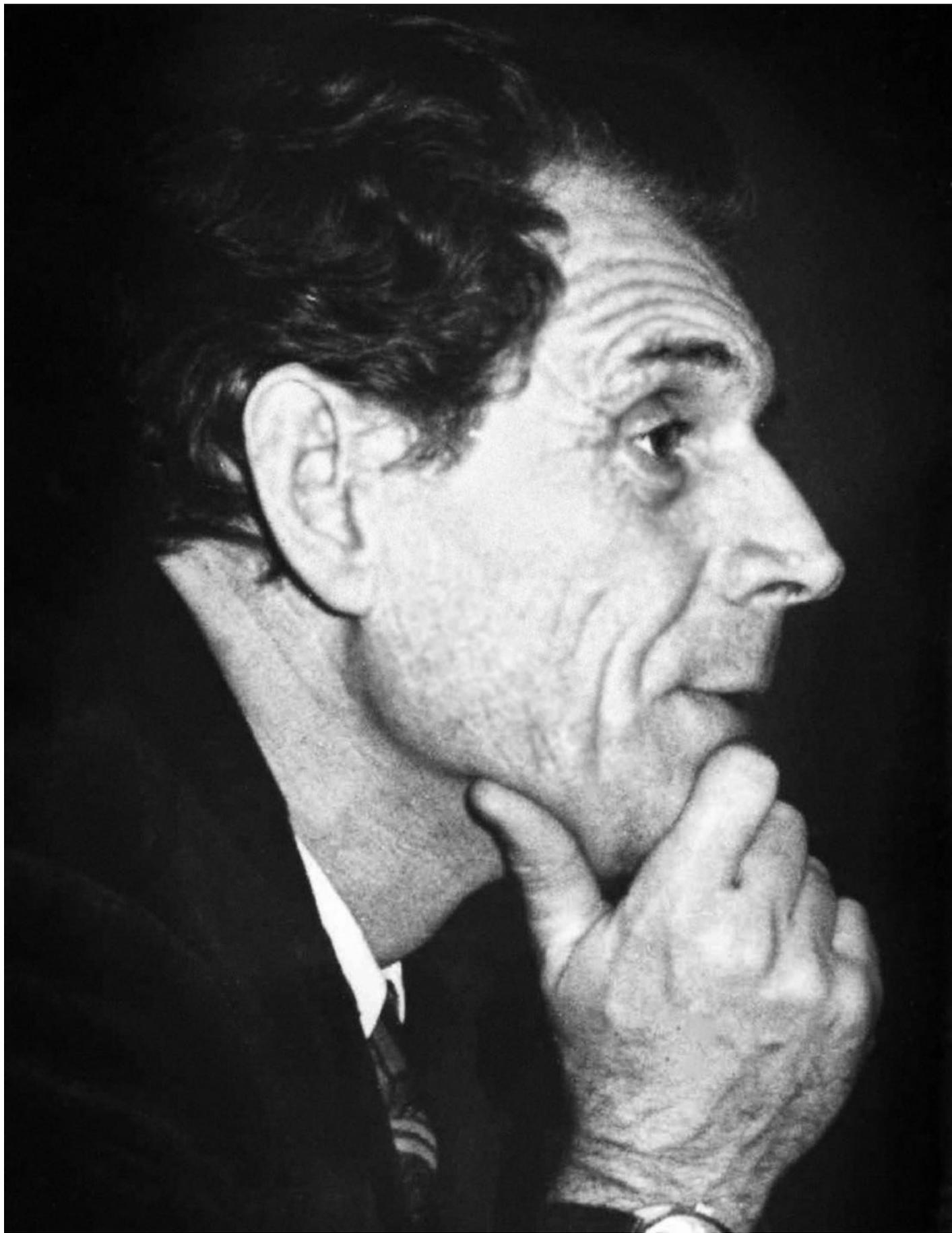
 youtube.com/c/naukatv

 naukatv.ru

СПРАШИВАЙТЕ У ОПЕРАТОРОВ ПЛАТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

ЦТ ПОЗНАНИЕ

12+



Наука — ЭТО ПОНИМАНИЕ ЖИЗНИ

40 лет назад этот талантливый, блестящий ученый, работающий в области лазерной физики и физики плазмы, друг и соратник Петра Леонидовича Капицы Андрей Викторович Гапонов-Грехов основал в Горьком (сейчас — Нижний Новгород) Институт прикладной физики РАН. Результатом стали прорывные технологии, которыми до сих пор гордится страна, а само научное учреждение зарабатывает неплохие деньги, выпуская комплектующие для термоядерных магнитных и лазерных установок. Здесь выросла целая плеяда выдающихся физиков. Один из последователей — Александр Михайлович Сергеев — был избран в сентябре этого года президентом Российской академии наук.

Мне посчастливилось быть приглашенной на историческую, иначе не скажешь, встречу трех директоров нижегородского Института прикладной физики РАН: основателя **Андрея Викторовича Гапонова-Грехова** и его последователей **Александра Григорьевича Литвака** и **Александра Михайловича Сергеева**.

Таких ученых, как А.В. Гапонов-Грехов, чей расцвет пришелся на середину золотого для отечественной науки XX в., кто был дружен с такими звездами, как академики А.П. Александров и П.Л. Капица, осталось немного. В силу своего солидного возраста — все-таки 91 год — А.В. Гапонову-Грехову уже трудно стремительно перемещаться по стране, как раньше. Но его ученики

не забывают наставника, часто звонят, навещают. Вот и в этот раз решили собраться, чтобы поделиться новостями, пообщаться в уютном дачном доме своего учителя, где он живет со своей супругой. За вкусным, по-особому заваренным хозяйкой чаем и фирменными пирожками друзья рассуждали, как надо управлять наукой, как воспитывать смену, в чем заключается счастье ученого.

«ЧТОБЫ ПОГОВОРИТЬ СО МНОЙ, МАМА ВЫЛЕЗАЛА НА КРЫШУ ИНСТИТУТА»

Для того чтобы немного познакомить читателя с незаурядной личностью, отмечу основные вехи жизни А.В. Гапонова-Грехова.

Андрей Викторович родился в Москве и жил с родителями напротив Всесоюзного электротехнического института, где работали мама с папой — Мария Тихоновна Грехова и Виктор Иванович Гапонов. Периодически маленький Андрей выглядывал в окно, чтобы «поговорить» с мамой. А она вылезала для этого на крышу, где у нее была организована лаборатория, и махала оттуда руками...

В детстве Андрей часто болел, поскольку рос без прививок (от них возникал анафилактический шок). Когда ему было четыре года, случилась септическая форма скарлатины, началось заражение крови, ему грозила ампутация ноги... Но мама сказала: «Нет!» Мария Тихоновна сама взялась «отливать» больную ногу горячей водой. При этом не спала почти месяц, находясь неотлучно возле кровати сына. А когда он выздоровел, слегла сама, ее госпитализировали...

В 1930 г. семья переехала в Горький. Мама как один из основателей радиофизики в стране была убеждена, что надо развивать науку не только в Москве, но и на периферии. Уезжала из Москвы целая группа: М.Т. Грехова, ее муж В.И. Гапонов, который тогда преподавал в университете, и будущий учитель А.В. Гапонов-Грехов А.А. Андронов. По приезду со временем они основали первый в стране радиофизический факультет в местном университете; М.Т. Грехова была первым деканом этого факультета, а потом организатором первого радиофизического института в СССР — НИРФИ.

В 1941 г., будучи девятиклассником, А.В. Гапонов-Грехов следом за своим приятелем принял решение завершить учебу в школе экстерном, сдав

экзамены сразу за два класса, и поступил в Политехнический институт. Вот как он сам вспоминает то время: «Когда я только сообщил родителям, что хочу поступать в Политехнический, папа, который никогда не занимался со мной физикой, решил проверить мои способности, дав задачку, которую не могли решить многие из его студентов. Я решил ее минут за десять, и папа был потрясен. После никто уже не сомневался, на кого мне следует учиться».

Проучившись полгода в Политехе, Андрей Викторович перешел в университет на вновь созданный радиофизический факультет, где его мама Мария Тихоновна была первым деканом. На факультете были отличные преподаватели, которые приезжали из Москвы: будущий нобелевский лауреат В.Л. Гинзбург, будущий академик Е.Л. Фейнберг, выдающийся физик-теоретик и преподаватель очень высокого класса М.Л. Левин. Последний, несмотря на разницу в возрасте, очень скоро стал другом А.В. Гапонова-Грехова. Он и увлек студента своим предметом — электродинамикой.

ВХОЖДЕНИЕ В БОЛЬШУЮ НАУКУ

— **Расскажите о ваших взаимоотношениях с академиком П.Л. Капицей. Вы ведь дружили?**

А.В. Гапонов-Грехов: Началось с того, что я стал посещать знаменитые семинары П.Л. Капицы — «капичники», где доказывал свои научные теории, спорил... Он сразу очень хорошо отнесся ко мне. Зная мои проблемы со слухом после перенесенной скарлатины, как-то привез мне из-за границы слуховой аппарат-очки. К сожалению, он не сохранился.

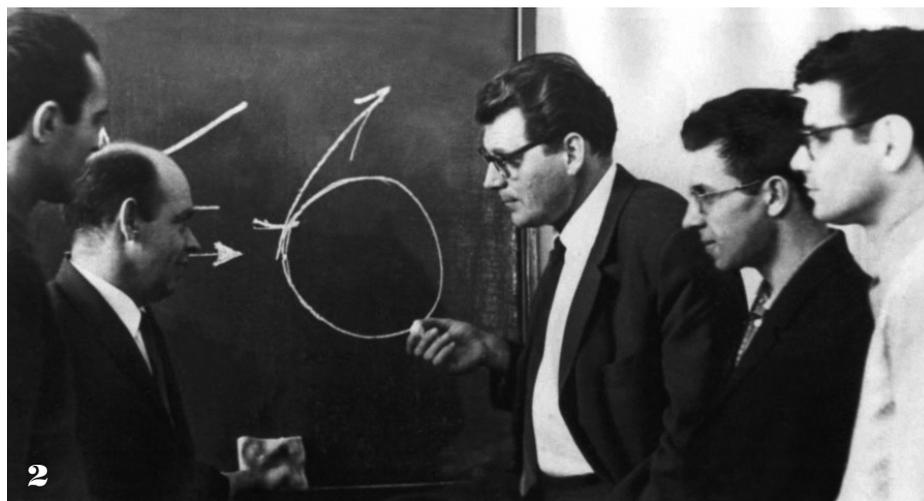
А.М. Сергеев: Многие поначалу советовали Андрею Викторовичу не посещать «капичники». «Капица — это же кентавр, — говорили ему знакомые. — Если что-то не понравится в твоей работе, камня на камне не оставит вместе с Ландау». Но он все равно шел и доказывал свои гипотезы, которые в итоге были приняты маститыми учеными. П.Л. Капица несколько раз приезжал в Нижний Новгород.

— **Каким в те годы было общее отношение к людям науки со стороны руководства?**

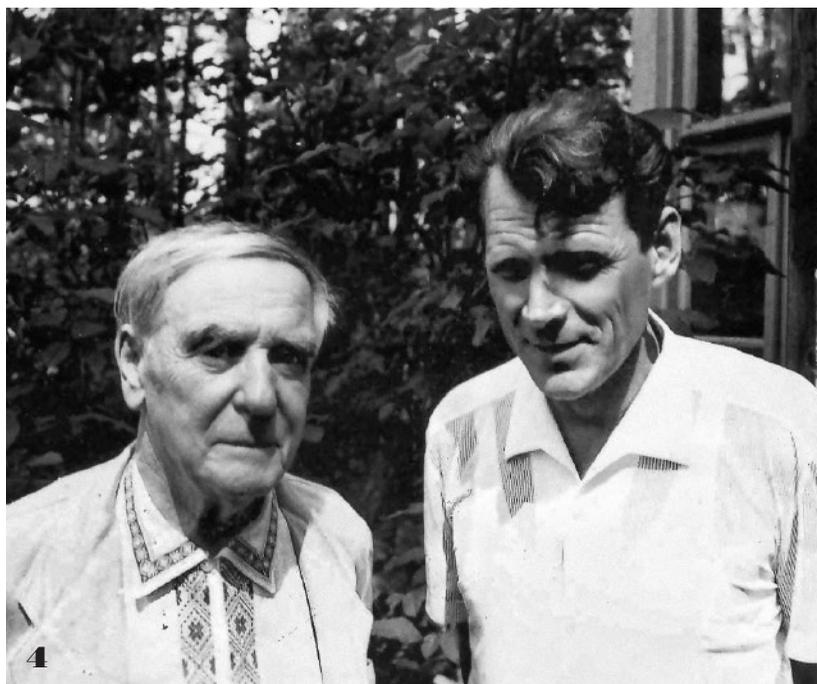
А.В. Гапонов-Грехов: Судите сами по истории моей защиты. По окончании университета, когда я уже преподавал в родном Политехе, я собрался защищать кандидатскую диссертацию. Защиту назначили в Ленинграде (все-таки в Горьком у меня было много родственников). И после вступительных докладов мне сразу рекомендовали одновременно защищать и докторскую степень. Я защитил докторскую в 29 лет, а уже в 38, при поддержке академиков П.Л. Капицы



Мария Тихоновна Грехова и Виктор Иванович Гапонов



1. А.В. Гапонов-Грехов, конец 1960-х гг.
2. С учениками — обладателями первой Госпремии за гиротроны, 1967 г.
3. С супругой Е.Д. Смирновой
4. П.Л. Капица и А.В. Гапонов-Грехов
5. Е.П. Велихов, А.В. Гапонов-Грехов и В.И. Беспалов, ученик и заместитель А.В. Гапонова-Грехова в первые годы работы ИПФ РАН
6. А.В. Гапонов-Грехов и А.П. Александров





А.М. Сергеев и А.В. Гапонов-Грехов на 25-летию со дня основания ИПФ РАН, 2001 г.

и А.П. Александрова, стал членом-корреспондентом академии наук. В 42 года меня избрали академиком.

— **Так было за что: ваши работы говорили сами за себя. Ведь под вас создали целый институт... Как возникла идея его создания?**

А.В. Гапонов-Грехов: Наверное, все началось с создания нижегородской школы радиофизики, когда сюда переехали родители и мой будущий учитель А.А. Андронов, жена которого была сестрой выдающегося ученого М.А. Леонтовича. Вся эта команда пошла преподавать в университет и работать в институте при нем. У них было свое отношение к науке, на основе которого родились научные школы, были созданы новые факультеты и институты. Вот из такого отношения к науке постепенно родилась идея создания нашего института. Это не была только моя идея. Нельзя забывать и обижать никого из тех, кто к этому причастен.

А.Г. Литвак: И радиофизический факультет, и НИРФИ быстро росли и стали очень заметными. Неожиданно радиофизический институт получил орден Трудового Красного Знамени за ряд разработок. Все вертелось вокруг Андрея Викторовича. Он руководил тогда одной из важнейших работ института, я был его заместителем, выполняли заказ для противоракетной обороны на основе мощного СВЧ-излучения. В это время и родилась идея создания специального института, который бы работал в интересах оборонной тематики. Так и был создан ИПФ, который Андрей Викторович считает главным своим достижением.

А.В. Гапонов-Грехов: Наш Институт прикладной физики был основан в 1977 г. В те времена жизнь у физиков была очень интересной: создали лазеры, получило широкое развитие термоядерное направление, спутники полетели в космос... Нашей группе в НИРФИ правительство поручило тогда важную и секретную работу, связанную с противоракетной обороной, а именно с исследованиями

мощного излучения и физикой плазмы. К тому времени нами был разработан источник электромагнитного излучения миллиметрового диапазона — гиротрон, за который я с учениками уже успел получить Госпремию. Встал вопрос о создании новой научной организации, которая работала бы в этом направлении, и академик А.П. Александров, который был тогда президентом АН СССР, взял нас к себе в подчинение. Так возникло постановление правительства о создании ИПФ АН СССР, в который из НИРФИ перешел весь возглавляемый мной коллектив исследователей. По-моему, институт получился. Даже в самые трудные времена, уже с другими директорами, моими учениками Александром Литваком и Александром Сергеевым, ему всегда удавалось только наращивать потенциал.

ГИРОТРОНЫ ИПФ — ВО ВСЕХ ТЕРМОЯДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ МИРА

— **Как вы оцениваете деятельность института сейчас? Довольны своим детищем?**

А.В. Гапонов-Грехов: Институт работает, и это хорошо. Для меня это самый главный вопрос, ничего важнее нет.

А.Г. Литвак: Одним из главных достижений Андрея Викторовича было создание гиротрона — СВЧ-генератора, в котором источником излучения выступает пучок электронов, вращающихся в сильном магнитном поле. Мы наладили производство гиротронов в Нижнем Новгороде 25 лет назад. Главное их назначение — нагрев плазмы и генерация тока в установках управляемого термоядерного синтеза. Гиротроны используются почти во всех магнитных термоядерных установках мира, две трети из них — производства «ГИКОМ». ИПФ РАН совместно с этим созданным нами предприятием — основной поставщик гиротронов для проекта *ITER* («Международный термоядерный



А.М. Сергеев и А.В. Гапонов-Грехов перед выборами в РАН, 2017 г.

экспериментальный реактор»), который сооружается во Франции в кооперации семи стран-участниц, включая Россию. Госпремию за создание гиротрона А.В. Гапонов-Грехов получил дважды — в 1967 и в 1983 гг. На основе этой же работы были созданы и новые гиросилители для радиолокации (если гиротрон — это автогенератор, то для радиолокации нужны усилители — излучатели волн с управляемой частотой). Принцип действия гиросилителей — тоже стимулированное излучение электронов, вращающихся в постоянном магнитном поле.

— Они тоже пользуются спросом?

А.Г. Литвак: У гиросилителей есть интересные перспективы. В свое время были попытки создания крупных радаров и в СССР, и в США, но в настоящее время серьезных установок так нигде и не построено.

— В чем преимущество таких радаров?

А.Г. Литвак: Это прибор с длинами волн миллиметрового диапазона, которые при прежнем размере антенны значительно улучшают разрешение.

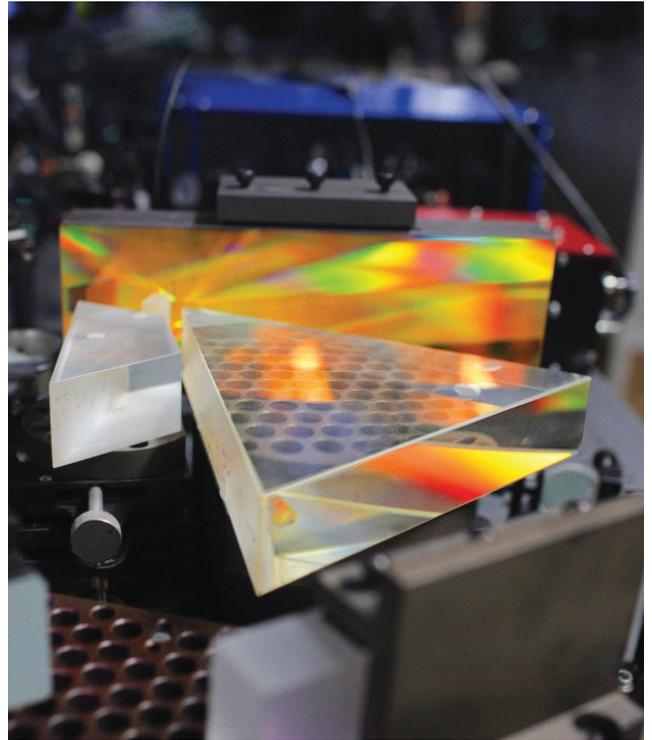
— Где еще могут быть использованы гиротроны?

А.Г. Литвак: Работа получила развитие в области магнитной резонансной томографии, где используется эффект ядерного магнитного резонанса. Снимается отклик — посылается излучение на частоте ядерного магнитного резонанса. Оказывается, если воздействовать еще на электроны и возбудить их излучением гиротрона, чувствительность МРТ серьезно возрастает. Для этого требуются гиротроны терагерцевого диапазона. Это очень перспективное направление. Сегодня гиротронами уже оснащены около сотни медицинских исследовательских установок.

«СОТРУДНИКИ ПРИХОДИЛИ НА РАБОТУ И ЛОЖИЛИСЬ СПАТЬ»

А.М. Сергеев: Нижний Новгород всегда считался в СССР центром радиолокации. А началось все с М.Т. Греховой, нашей знаменитой землячки, которая организовала радиофизический факультет в университете и НИРФИ и работала потом в нашем ИПФ заводделом.

А.Г. Литвак: Мне очень хорошо запомнилась одна история, связанная с мамой Андрея Викторовича. Шел 1983 г. Ю.В. Андропов стал главой государства и объявил борьбу за дисциплину. Людей наказывали, если отлавливали в рабочее время в неполюженном месте. В ИПФ тоже ввели жесткий порядок. И вот собрались мы как-то на ученый совет для обсуждения проблем трудовой дисциплины. Андрей Викторович — директор, в зале



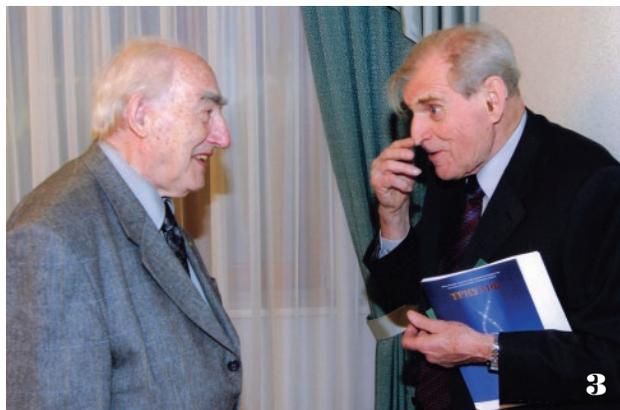
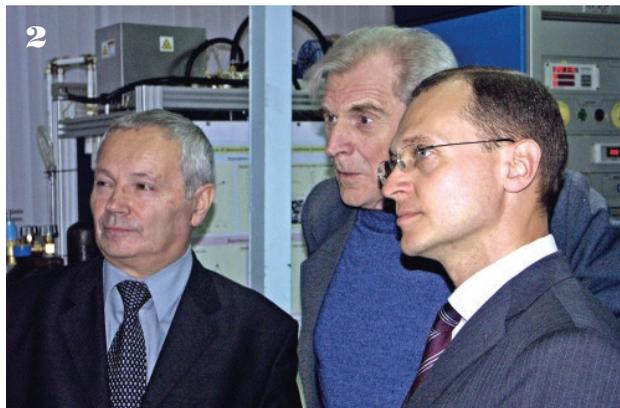
Уникальные кристаллы для нелинейной оптики, технологией ускоренного выращивания которых обладает только ИПФ РАН

присутствуют специально присланные следить за порядком люди. И вдруг Мария Тихоновна, которой было тогда уже 82 года, встает и говорит: «Мы не должны к своим сотрудникам относиться так формально. Научная работа требует совсем другого подхода. Важно, как человек работает, а не во сколько он приходит в институт. Когда мы работали в Москве во Всесоюзном электротехническом институте, до которого сотрудникам (в частности, А.А. Андронову, А.А. Витту и другим) было очень далеко добираться, происходило следующее. Поскольку они очень рано вставали, то, добравшись до института вовремя утром, приходили и... сразу в кабинетах ложились спать, и я как начальник отдела смотрела на это совершенно спокойно и покрывала их перед начальством. Они ведь в целом хорошо работали».

А.М. Сергеев: Я помню, как пришел в Институт прикладной физики стажером-исследователем. Нас старались как можно быстрее ввести в научную среду, заинтересовать научной проблемой. Во главу угла новой радиофизической науки сразу была поставлена интеграция науки и высшей школы. У нас до сих пор комплементарно используются все их сильные стороны: ученые из НИИ преподают студентам, учитывая свои научные работы, а преподаватели вузов принимают активное участие в исследовательской работе в академических институтах.



1. А.В. Гапонов-Грехов и В.В. Путин
2. А.Г. Литвак, А.В. Гапонов-Грехов и С.В. Кириенко
3. В.Л. Гинзбург и А.В. Гапонов-Грехов
4. А.В. Гапонов-Грехов и А.Г. Литвак
5. А.В. Гапонов-Грехов и В.А. Садовничий



А.В. Гапонов-Грехов: Это была совершенно правильная постановка процесса обучения и организации науки.

А.М. Сергеев: И когда в 2000-х гг. нам вдруг сказали, что всю науку надо делать в университетах, произошел слом этой системы. И к чему мы сегодня повсеместно пришли? К разрыву вузовской и академической науки, к разрыву преемственности поколений. Но наш институт всегда стремился нивелировать влияние обрушившихся на нас нововведений. Кроме радиофизического факультета в Нижегородском государственном университете появилась Высшая школа общей и прикладной физики (ВШОПФ), в которой мой непосредственный научный руководитель А.Г. Литвак был первым

деканом и очень много вкладывал сил, чтобы сохранить традиции интеграции вуза и академической науки. Там почти все преподаватели до сих пор совмещают научную и преподавательскую деятельность.

А.Г. Литвак: У нас сейчас в институте есть три члена-корреспондента РАН, которые учились по этой системе уже на новом факультете ВШОПФ. Все преподавание на этом факультете по сути происходит в институте. Для этого мы построили Научно-образовательный центр. Есть у нас и физическая школа для учеников физматлицея, где прямо на территории института проходят подготовку к поступлению в вузы десяти- и одиннадцатиклассники.

«ДЕТЕЙ НАДО УЧИТЬ ЧЕМУ-ТО ИНТЕРЕСНОМУ»

— Как вы заражаете современную молодежь любовью к исследованиям?

А.В. Гапонов-Грехов: Надо их учить чему-то интересному.

А.Г. Литвак: К нам в университет приходят уже мотивированные ребята. Мы говорим так: «Пришли в науку — готовьтесь, что работать придется много». Темп обучения у нас очень высокий, нашим студентам некогда подрабатывать, они уже с третьего курса занимаются наукой. Но и отсеивают, скажу я вам, тоже очень большой.

А.М. Сергеев: Раньше государство занималось рекламой науки — было много соответствующих фильмов, книг... А сейчас экономический уклад сменился. Сейчас главное — как можно быстрее и с наименьшими затратами получить прибыль. Даже если ребенок сам по себе хочет заниматься наукой, то окружение — улица, родители, учителя — скорее всего переориентируют его, все эти три компонента работают против науки. Вот с чем, например, связано уменьшение количества часов в школе на естественно-научные дисциплины? Как это увязать с тем, что мы хотим стать научно ориентированной страной? Поэтому нам приходится работать с детьми самим.

А.В. Гапонов-Грехов: Года два назад ко мне в гости, сюда на дачу, пришли семь-восемь школьников с преподавательницей. Разговаривали часа два о научных проблемах. Их интересовало, как я стал академиком, стремился ли к этому. А я не стремился вовсе, это все само собой происходило, потому что мне было интересно. Самое большое удовольствие в жизни — когда ты получаешь научный результат. Но идти к нему нужно долго, это труд.

А.Г. Литвак: Кроме летней физматшколы, есть у нас и Школа юного исследователя, которая работает круглый год. Наши преподаватели стараются передать детям понимание настоящего счастья ученого. Это понимание природы вещей. Не все наши воспитанники становятся знаменитыми физиками, но, пройдя эту школу, они получают способность анализировать. Ведь никакой другой предмет не учит такой системе анализа, как физика. Эта способность впоследствии пригодилась многим экономистам, бизнесменам, политикам. Например, наш нижегородский радиофизический факультет оканчивали в свое время Б.Е. Немцов, глава «Росатома» А.Е. Лихачев; есть радиофизики и среди многих известных банкиров.

«УЧЕНЫЕ ИМЕЮТ ПРАВО НА ОШИБКУ»

А.М. Сергеев: Естественные науки развивают модельное мышление, помогает вычленять главное, что важно для многих областей нашей жизни. Мир очень сложен, и очень много факторов могут влиять на развитие событий. Взять даже климат, на который оказывают влияние и Солнце, и ветра, и океан, но из 100 факторов всегда важно выделить три-пять, оказывающих ключевое влияние.

Если мы говорим об организации науки, тут, на мой взгляд, ключевым звеном должен стать авторитетный для большинства ученых руководитель, сам добившийся немалых результатов на научной ниве. Когда же все переделывается наоборот и во главу институтов ставят молодых менеджеров, то возникают неприятие и противостояние.

А.Г. Литвак: Хотелось бы еще вспомнить о необходимости поддержки фундаментальной науки. Вот мы говорим о 1960-х гг. Да, тогда было время холодной войны, соревнования с США, но ведь это соревнование не родилось на пустом месте — все развивалось в соответствии с логикой мировой науки. Именно оттуда, из творчества ученых, мы и получили практические выходы. Когда сейчас говорят о планах и стратегиях без учета фундаментальной науки, можно сразу предположить, что ничего не получится.

А.М. Сергеев: К вопросу о коэффициенте полезного действия фундаментальной науки. В ней изначально должно быть заложено право на ошибку. Порой 90% идей — это мусор и лишь 10% — ценные алмазы. Стопроцентного результата в фундаментальной науке не бывает. И финансировать ее должно государство.

А.В. Гапонов-Грехов: И даже в прикладной науке должно быть право на ошибку.

А.М. Сергеев: Должно, но меньше. Никто из промышленников не даст денег на свободное творчество без получения хотя бы какого-то полезного для них результата. Разве что на уровне благотворительности. Если бы наши крупные сырьевые компании давали на науку столько, сколько дают на спорт, или даже половину того, то успешность нам была бы гарантирована.

А.В. Гапонов-Грехов: Наука — это своеобразное развитие общества. Ведь не во всяком обществе она может развиваться. За последние годы у нас в стране несколько деформировалось понимание науки как таковой. Раньше было много научных организаций, сейчас их стало меньше. Всех нацеливают на конкретные задачи и забывают, что наука — это прежде всего понимание жизни. Отрицать значение фундаментальной науки ни в коем случае нельзя. ■

Беседовала Наталья Веденева



НИЦ КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ



КУРЧАТОВ



НАУКА И ОБЩЕСТВО

75 лет для страны и мира

Лаборатория № 2, Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, российский научный центр и, наконец, первый в стране национальный исследовательский центр — это этапы большого пути всемирно известного Курчатовского института. Долгие годы проводившиеся здесь исследования и имена его сотрудников были засекречены, попасть на его территорию было непросто даже коллегам-ученым. Сегодня этот «город науки», расположенный практически в центре Москвы на территории 100 га, продолжает развитие самых современных отраслей науки и технологий. О том, чем живет легендарный Курчатовский институт сегодня, мы беседовали с его президентом, членом-корреспондентом РАН, профессором **Михаилом Валентиновичем Ковальчуком**.



Главный корпус НИЦ «Курчатовский институт»

— **Михаил Валентинович, в следующем году Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» празднует свой юбилей. Ваш слоган: «75 лет для страны и мира». Могли бы вы его пояснить?**

— Совершенно верно, мы готовимся отметить этот праздник, крайне важный не только для коллектива НИЦ «Курчатовский институт», ГК «Росатом», РАН, но и для отечественной науки в целом, для обороноспособности и национальной безопасности нашей страны. Трудно переоценить вклад Курчатовского института в сохранение мира, обеспечение ядерного паритета на нашей планете — начиная с пуска первого на Евразийском континенте реактора Ф-1 в 1946 г. и последующего испытания И.В. Курчатовым первой отечественной атомной бомбы в 1949 г., первой в мире термоядерной бомбы в 1953 г., научного руководства созданием первой отечественной атомной подводной

лодки «Ленинский комсомол» в 1958 г. и заканчивая целым рядом современных оборонных проектов, в которых Курчатовский институт принимает самое активное участие.

Но также за эти 75 лет, во многом благодаря Курчатовскому институту, появились мирный атом, ядерная медицина, первый в мире атомный ледокол «Ленин», создавались и совершенствовались реакторы АЭС, первые установки управляемого термоядерного синтеза, вычислительные машины, центрифуги для разделения изотопов, линии производства сверхпроводящего кабеля, микроэлектронные цеха, ускорители и системы контроля радиационной безопасности и многое другое. Именно в нашем институте, стоявшем у истоков великого советского атомного проекта,

развивались биология, опальная долгие годы генетика, медицинские технологии, отсюда вышел Рунет. Именно Курчатовский институт стал флагманом для развития уже в последние годы принципиально новых природоподобных технологий. В наших стенах последнее десятилетие стараниями наших ученых развивается та самая конвергенция нано-, биологических, информационных, когнитивных и социогуманитарных наук, о которой мы часто рассказываем со страниц журнала «В мире науки».

— **Исчерпывающий ответ, благодарю вас. Можно немного остановиться на современном этапе развития Курчатовского института, его ближайших перспективах?**

— Наш современный этап и перспективы напрямую связаны со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации. Это очень глубокий, выверенный документ, в котором



Дом-музей И.В. Курчатова



Мемориальный музей первого на Евразийском континенте ядерного реактора Ф-1

абсолютно четко названы глобальные цивилизационные вызовы, стоящие перед человечеством в целом. И в связи с этим сформулированы восемь основных направлений развития. Это не приоритеты в явном виде, а глобальные тренды нашей жизни: цифровые технологии и роботизированные системы, новые материалы



И. В. Курчатов

и методы их конструирования; экологически чистая и ресурсосберегающая энергетика, включая ее новые источники, способы транспортировки и хранения; переход к персонализированной, высокотехнологичной медицине; высокопродуктивные и экологически чистые агро- и аквахозяйства; противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам; создание интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем; удержание лидерских позиций в освоении космоса, Мирового океана, Арктики и Антарктики. Хотел бы обратить внимание на впервые обозначенную серьезную проблему, связанную с ответом российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, человека и общества, в том числе методами гуманитарных и социальных наук.

Отдельно в этом документе, также впервые, говорится об особой актуальности развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами, а кроме того этическими аспектами технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» занимается в том или ином ключе практически всеми из перечисленных направлений. Мы продолжаем совместно с ГК «Росатом» развивать на новом уровне атомную отрасль. Современная госкорпорация «Росатом» сегодня стала по сути транснациональной бизнес-компанией. Курчатовский же институт фактически курирует атомную науку, став своего рода внешним научным главком «Росатома». Этот процесс был начат С.В. Кириенко и практически завершился с приходом нового главы «Росатома» А.Е. Лихачева.

— **А что значит такое выделение атомной науки, о котором вы сказали?**



А.П. Александров

— Атомная отрасль, пожалуй, как никакая другая, выросла непосредственно из чистой фундаментальной науки. База отечественной атомной отрасли была заложена уже в 20–30-е гг. прошлого века исследованиями, выполнявшимися под руководством наших выдающихся соотечественников: В.И. Вернадского, В.Г. Хлопина, А.Ф. Иоффе и др. Научная школа А.Ф. Иоффе вообще стала костяком советского атомного проекта. И в тяжелейшие для нашей страны 1940-е гг. именно фундамент уже сложившихся отечественных школ в области физики ядра позволил в кратчайшие сроки решить важнейшую задачу по созданию ядерного оружия.

Помимо этого, а также благодаря самоотверженному труду уникальной команды И.В. Курчатова и его сподвижников по Лаборатории № 2 (так изначально назывался Курчатовский институт. — *Примеч. ред.*), которые блестяще решили эту задачу, важнейшее значение для успешного запуска и реализации атомного проекта имело своевременное и точное определение государством развития исследований и разработок в ядерной области как важнейшего стратегического научно-технологического приоритета.

Как проект глобального масштаба атомный проект, имея изначально моноцель по созданию ядерного щита, фактически основал принципиально новую научно-технологическую структуру страны и определил ее новое геополитическое положение как великой державы. Сегодня Россия — суверенное государство прежде всего благодаря результатам реализации атомного проекта.

Выросшее в недрах Лаборатории № 2 Министерство среднего машиностроения было уникальным научным ведомством. Сегодня наследник Минсредмаша «Росатом» превратился в гигантскую транснациональную корпорацию, управляющую огромным наукоёмким бизнесом, имеющим

стратегическое значение для России и мира. И Курчатовский институт фактически продолжает выполнять функции научного руководителя атомной отрасли.

— **Какие наиболее яркие примеры такого научного руководства вы можете привести?**

— Одно из важнейших перспективных направлений наших совместных работ — термоядерные и плазменные технологии. Два года назад НИЦ «Курчатовский институт» выступил с инициативой, получившей поддержку президента России В.В. Путина, по разработке национальной программы развития управляемого термоядерного синтеза. В рамках этой работы НИЦ «Курчатовский институт» и госкорпорация «Росатом» подписали соглашение о создании Межведомственного центра плазменных и термоядерных технологий. У плазменных технологий очень хорошие перспективы — начиная от двигателей для космических аппаратов, за которыми будущее развития космонавтики, и до плазменных производственных технологий для создания разного рода напылений, утилизации отходов и т.д.

Но основное направление исследований в области управляемого термоядерного синтеза на сегодня связано с технологиями термоядерных реакторов — токамаков. Мощные магнитные поля, которые требуются в этом устройстве для удержания плазмы, могут быть получены только с использованием сверхпроводящих магнитов.

Курчатовский центр в кооперации с предприятиями «Росатома» сумел не только разработать соответствующие материалы и технологии, но и создать полномасштабное производство низкотемпературных сверхпроводников на Чепецком механическом заводе. Изготовленные из этих материалов сверхпроводящие элементы прошли испытания в Курчатовском институте, мы их потом сертифицировали и транспортировали на площадку в Кадараш (Франция), где идет



Отделение сверхпроводимости Курчатовского комплекса НБИКС-технологий

строительство международного термоядерного реактора *ITER*. То есть мы, НИЦ «Курчатовский институт» и ГК «Росатом», осуществляли полный цикл: от разработки до производства низкотемпературных проводников, при этом в условиях жесткой международной конкуренции.

НИЦ «Курчатовский институт», обладая уникальным опытом термоядерных исследований, осуществляет научное руководство проектом *ITER* с российской стороны. Вообще в проекте *ITER* уже пройден большой путь, решено множество задач. Но пока остается целый ряд инженерных и тех-

Проект *ITER* — это переход к новым принципам овладения энергией, к процессам слияния ядер изотопов водорода, в результате чего выделяется огромное количество энергии

нических проблем. Это закономерно, ведь проект *ITER* — это фактически переход к новым принципам овладения энергией, к процессам слияния ядер изотопов водорода, происходящим на Солнце, в результате чего выделяется огромное количество энергии. Это по сути своей природоподобная технология, которую мы пытаемся реализовать, соорудив гигантскую, сложнейшую установку. Очень важно, что из проекта уже развились и сверхпроводимость, и плазменные технологии, и новые материалы с принципиально новыми свойствами.

Вот лишь краткий перечень прикладных воплощений сугубо фундаментальной науки.

— **А что происходит в традиционной атомной энергетике?**

— Здесь наши традиционные направления — поддержка того, что находится в эксплуатации, улучшение параметров, продление сроков службы реакторов — например, наши работы с графитом на станциях с реакторами РБМК. Это был первый тип реакторов на АЭС. На протяжении десятилетий графитовая кладка испытывала колоссальную нагрузку, подвергаясь жесткому воздействию нейтронного потока, и они начали деформироваться, графит стал растрескиваться. Стоял вопрос об остановке реакторов на ряде АЭС с дальнейшим выводом их из эксплуатации. Специалисты из Курчатовского института предложили метод по восстановлению рабочих

свойств графита без вывода реактора из эксплуатации. Экономия для бюджета составила почти 700 млрд руб.

Нашими специалистами с коллегами из ЦНИИ КМ «Прометей» (сегодня входящим в НИЦ «Курчатовский институт») и Ижорским заводом по заказу «Росэнергоатома» несколько лет назад была разработана также новая радиационно стойкая сталь для корпусов реакторов, благодаря свойствам которой стало возможным продлить срок службы реактора до 100 лет, повысить его мощность и снизить себестоимость киловатт-часа электроэнергии. И здесь снова большая экономия средств, значительные плюсы для экологии производства, утилизации отходов. Как итог — государственная премия за эту разработку.

Еще была разработана методология восстановительного отжига корпусов реакторов ВВЭР-1000, чтобы увеличить срок их службы до 60 и более лет. Это также позволит очень значительно сэкономить на демонтаже старых и постройке новых реакторов. Под научным руководством тогда еще Института атомной энергии им. И.В. Курчатова в 1964 г. были созданы первые реакторы этого типа, которые оказались одними из самых удачных в мире. Однако из-за охрупчивания материалов под воздействием облучения корпуса реакторов постепенно разрушаются. Курчатовский институт совместно с «Росатомом» создали специальные технологии для отжига материала реактора, в котором при воздействии определенной, очень высокой температуры происходят изменения свойств стали на наноуровне, что значительно увеличивает ее прочность и долговечность. Несколько лет назад успешно прошли отжиг реакторы на 440 МВт, а сейчас осуществляется опытный отжиг корпуса ВВЭР-1000 на Волгодонской АЭС.

— А помимо колоссальной экономии средств — как быть с безопасностью атомной энергетики?



ЛАЭС-2, брызгальный бассейн на строящемся первом энергоблоке



Сайда Губа (Кольский полуостров), открытие завода по переработке и хранению радиоактивных отходов



Атомный ледокол «Ямал»

— После аварии на Чернобыльской АЭС были коренным образом пересмотрены все основные параметры, связанные с безопасностью АЭС. Это касается всех типов реакторов — все системы были модернизированы и усовершенствованы, были учтены все дополнительные требования, появившиеся после Чернобыля. Как, например, ловушка расплава для локализации расплава активной зоны, в разработке которой также принимали участие сотрудники Курчатовского института. Это на случай тяжелых, так называемых запроектных аварий. На всех современных АЭС сегодня устанавливается защита от землетрясений, падения самолета и прочих стихийных случаев. Российские проекты атомных станций предполагают, могу сказать ответственно, очень высокий уровень безопасности, признанный во всем мире.



Член-корреспондент РАН, профессор М.В. Ковальчук

Продолжая разговор о современном уровне безопасности атомной энергетики, хотел бы сказать несколько слов о выводе из эксплуатации, реабилитации загрязненных территорий и объектов, повышении радиационной безопасности в целом. На протяжении многих лет наши специалисты совместно с коллегами из институтов «Росатом» разрабатывали уникальные технологии и оборудование для радиационного мониторинга и реабилитации загрязненных радиоактивными отходами территорий и объектов и под водой, и на суше.

Пожалуй, один из самых масштабных примеров последних лет нашей совместной работы с «Росатомом» — Арктика. Сегодня в этой важнейшей геополитической зоне активно идет разведка нефтегазовых месторождений, полезных ископаемых,

развивается Северный морской путь на базе современного ледокольного флота, в первую очередь с ядерными энергетическими установками. От рождения атомного подводного и ледокольного флота порты арктических морей использовались как базы для стоянок атомных подводных лодок. Это не могло не отразиться на экологии региона — прежде всего речь идет о вышедших из эксплуатации судах, реакторных отсеках утилизированных атомных подводных лодок (АПЛ).

В начале 2000-х гг. НИЦ «Курчатовский институт» совместно с ГК «Росатом» с участием германских партнеров провел сложнейший комплекс работ по утилизации отработавшего ядерного топлива и реакторных отсеков АПЛ на побережье Баренцева моря, в поселке Сайда Губа. Был создан уникальный технологический комплекс для долговременного хранения и утилизации отработавших ядерных объектов и радиоактивных материалов. То есть Курчатовский институт фактически замкнул жизненный цикл атомного флота страны, начав с создания первой АПЛ «Ленинский комсомол» в 1958 г. и закончив комплексом в Сайда Губе в начале XXI в.

Еще одна особенность Арктики — малое количество населенных пунктов: они расположены далеко друг от друга, и крупные генерирующие комплексы им просто не нужны. Поэтому планируется создать сеть автономных термоэлектрических станций малой мощности (от единиц до десятков мегаватт), работающих на прямом преобразовании тепловой энергии в электрическую, с единой системой управления жизненным циклом, вплоть до утилизации. Еще в 1970-х гг. под руководством А.П. Александрова в Курчатовском институте были начаты работы в этом направлении. В результате в нашем институте был создан первый в мире стенд-прототип необслуживаемой саморегулируемой атомной термоэлектрической станции прямого преобразования. Срок службы такой реакторной установки без перезагрузки — 15–20 лет, по исчерпанию ресурса ее можно удалить без разборки и выгрузки отработавшего ядерного топлива и заменить на новую «заводской готовности». Кроме того, нет необходимости в постоянном присутствии обслуживающего персонала.

— То есть пока достойной альтернативы атомной энергетике нет?

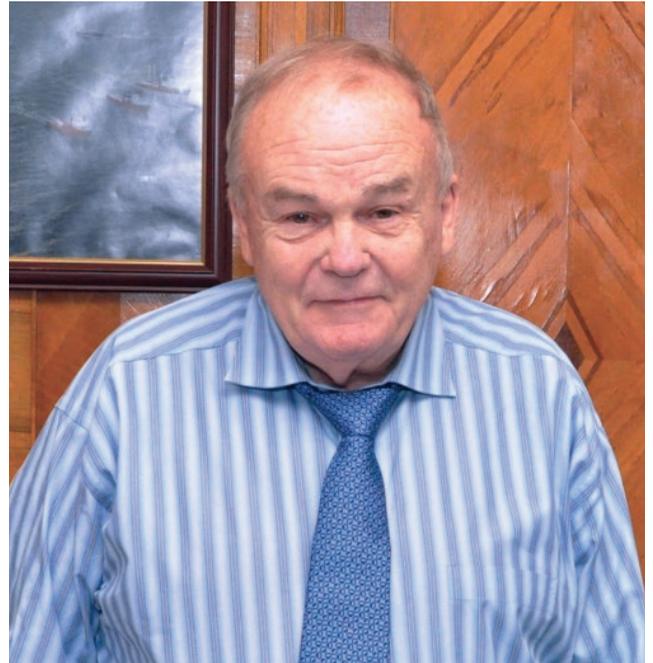
— На ближайшие десятилетия — нет. Однако технологии за последнюю сотню лет развиваются настолько стремительно, что мы просто обязаны работать на опережение. В области атомной энергетики основная задача ближайшего десятилетия — замкнуть топливный ядерный цикл, совершенствуя технологии, снижая топливопотребление. Например, реакторы на быстрых нейтронах, технологии сверхпроводимости, о которых я уже говорил, представляют собой важное

инновационное направление в энергетике. Сегодня начинает развиваться новое поколение гибридных ядерных энергетических систем, «зеленая» ядерная энергетика, в основе которой — гибридные токамаки, где происходят самообеспечение топливом и эффективное преобразование энергии. Здесь будет использоваться энергия синтеза — по сути своей чистая, «зеленая» энергия. Один из основных подвижников этой новой технологии — Е.П. Велихов, ныне почетный президент НИЦ «Курчатовский институт», человек-токамак, как его иногда называют, подразумевающая ту огромную роль, которую он сыграл в развитии этого направления у нас в стране и в мире, в запуске проекта *ITER* и многих других направлений.

— Весь этот комплекс работ идет на московской площадке НИЦ «Курчатовский институт»?

— В целом да, но при этом каждый из входящих на сегодня в состав большого НИЦ институтов имеет свои уникальные опыт, компетенции, инфраструктуру и научные связи.

Напомню, что проект первой в России национальной лаборатории был запущен указом президента В.В. Путина в апреле 2008 г. В его состав



Академик Е.П. Велихов

Курчатовский институт сегодня — крупнейший междисциплинарный научный центр, состоящий из семи научных институтов, где работает около 13 тыс. сотрудников

на первом этапе вошли четыре крупнейших ядерно-физических центра: Петербургский институт ядерной физики (Ленинградская область, Гатчина), Институт физики высоких энергий (Московская область, Протвино), Институт теоретической и экспериментальной физики (Москва, Черемушки) и наиболее крупный из всех — сам Курчатовский институт (Москва). Уже в 2016 г. к НИЦ «Курчатовский институт» присоединились ФГУП «Научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ» (ИРЕА) и Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», с которым у Курчатовского института давние успешные совместные работы, начатые его легендарным директором академиком И.В. Горыниным по созданию новых материалов и для флота, и для атомной энергетике. А в этом году в наш коллектив влился также ФГУП «ГосНИИ генетики и селекции

промышленных микроорганизмов». Таким образом НИЦ «Курчатовский институт» еще больше укрепил свою материаловедческую базу, уровень физико-химических и биотехнологических исследований, в первую очередь в области генетики. Курчатовский институт сегодня — крупнейший междисциплинарный научный центр, состоящий из семи научных институтов, где работает около 12 тыс. сотрудников.

— На страницах нашего журнала мы печатали материалы практически обо всех этих институтах, кроме ГосНИИ генетики. Можно о нем несколько слов?

— И я, и мои коллеги уже неоднократно говорили о преемственности, «спиралевидности», если так можно сказать, научного развития институтов, входящих сегодня в НИЦ «Курчатовский институт». Все они — кроме ИРЕА (кстати, самого старшего, отметившего в этом году свое столетие) — выросли из советского атомного проекта, имели непосредственное отношение к Курчатовскому институту. То же самое касается и ГосНИИ генетики. Его основателем и первым директором был С.И. Алиханян, который до 1968 г. десять лет проработал в Курчатовском институте. В те годы, когда само слово «генетика» находилось под запретом в СССР, И.В. Курчатов и А.П. Александров создали в нашем институте радиобиологический отдел, где С.И. Алиханяну поручили развивать генетику и селекцию микроорганизмов.

— Если не ошибаюсь, в те времена это было единственное подобное научное подразделение в нашей стране?



Выездное заседание Совета по науке и образованию при Президенте РФ в Гатчине; в зале реакторного комплекса ПИК

— Совершенно верно. В этом был плюс закрытого института, о работах которого знали немногие посвященные, огромный авторитет И.В. Курчатова и А.П. Александрова, их научный и гражданский подвиг по спасению российской генетики от полного разгрома. А через десять лет, уже в 1968 г., С.И. Алиханян и «подрощенные» им к тому времени специалисты составили костяк нового института, который продолжил генетические исследования, развивал молекулярную биологию микроорганизмов. Сегодня ГосНИИгенетика — один из ведущих биотехнологических центров, он обладает крупнейшей коллекцией промышленных микроорганизмов, что крайне важно для восстановления и развития у нас собственной фармацевтической, пищевой, медицинской промышленности, а глобально — технологической независимости и национальной безопасности страны.

— **Это очень интересная тема. Надеюсь, мы расскажем о ней читателям журнала «В мире науки» в новом году. Но ведь в НИЦ «Курчатowski институт» активно развиваются и биологические исследования, и медицинские.**

— Да, у нас мощный биологический отдел, объединенный, кстати, с биологическими лабораториями нашей площадки в Гатчине. Направления исследований самые разнообразные: синтез белков для создания новых лекарств, их адресная доставка различными методами, в том числе нанокапсулирования, новые материалы для регенеративной медицины, широкомасштабный анализ геной экспрессии для решения задач онкологии, исследования в области иммунологии и т.д.

Очень важно, что в ближайшие месяцы мы откроем у нас на территории новый большой специализированный виварий. Сейчас наша нейрофизиологическая лаборатория для своих исследований памяти, других когнитивных свойств использует подопытных мышей, то есть небольшой виварий для таких нужд имеется. Новый будет суперсовременным, с расширенными возможностями, это будет, по сути, фабрика по содержанию чистых линий животных, где каждое из них будет жить в отдельном помещении, можно сказать, в отдельной атмосфере. Это совершенно необходимо, допустим, для тестирования новых лекарств согласно всем требованиям ВОЗ. Кроме того, открываются принципиально новые возможности для генетических и когнитивных исследований. Например, будут созданы специальные помещения со сложными проходами, автоматической подачей корма, в которых животные смогут жить самостоятельно длительное

время, а их поведение будут контролировать роботизированные системы, давать им задания.

Практически все институты, входящие в НИЦ, активно развивают ядерную медицину — от создания радиофармпрепаратов и химических соединений, меченных радионуклидами, протонной терапии на гатчинской площадке, адронной и ионной лучевой терапии на ускорителе У-70 в Протвине до протонно-лучевой терапии на нашей площадке в Черемушках. Кстати, за развитие этого метода В.С. Хорошков, начальник отдела медицинской физики НИЦ «Курчатowski институт» — ИТЭФ, и его заместитель Г.И. Кленов в этом году получили премию «Призвание», которая вручается лучшим медикам России, совершившим прорыв в создании новых методов лечения и диагностики. Совместно с ГК «Росатом» мы создали также специализированную компанию *Rusatom Healthcare*, которая продвигает на рынок новые продукты в сфере повышения качества жизни людей.

— **То есть один из крупных проектов, который будет запущен в 2018 г., — это виварий. Но еще на повестке дня, если не ошибаюсь, реактор нейтронов ПИК в Гатчине?**

— Верно. Реактор ПИК готовится к энергетическому пуску. С апреля 2015 г., когда в нашем институте в Гатчине прошло заседание президентского совета по науке, ПИК стал важным государственным инфраструктурным проектом. Это та самая мегаустановка, без которой не обойтись современной науке для перспективных исследований, прорывов. Говорил об этом много раз, но повторю еще. Большинство современных успешных международных проектов мегасайенс, определивших

нынешние направления фундаментальной науки, имели в своей основе открытия или идеи ученых советской-российской научной школы. Изначально эти установки создавались в рамках работ по атомному проекту. И дальше они превратились в базу для развития фундаментальных наук. В 1950–1980-е гг. отечественная наука была одним из мировых лидеров по созданию ускорительно-накопительных комплексов, нейтронных источников и токамаков. Именно благодаря этим успехам российские ученые имеют сегодня возможность активно участвовать в международных мегапроектах. Это Европейский рентгеновский лазер на свободных электронах *XFEL*, Большой адронный коллайдер Европейской организации ядерных исследований (*CERN*), Международный экспериментальный термоядерный реактор (*ITER*), Европейский центр по исследованию ионов и антипротонов *FAIR*. Мы принимаем самое активное участие в работе Европейского источника синхротронного излучения *ESRF* в Гренобле, Немецкого электронного синхротрона *DESY* в Гамбурге, этот список можно продолжить.

Не буду сейчас углубляться в каждый из этих проектов. Хочу только напомнить о международной *GRID*-системе распределенных вычислений, созданной для обработки и хранения информации, полученной на Большом адронном коллайдере. У нас в НИЦ «Курчатовский институт» работает центр обработки данных (ЦОД), представляющий собой компьютерный центр первого уровня (*Tier-1*) этой сети *GRID*, который не только обрабатывает информацию, но еще и хранит ее. Центров первого уровня в мире всего 13. То есть мы в этом смысле — также неотъемлемая часть проекта *CERN*.

— Но целый ряд мегапроектов развивается сегодня и в России.

— Конечно. Проект высокопоточного пучкового исследовательского реактора ПИК — один из примеров продолжения развития меганауки и строительства новых мегаустановок у нас в стране. Кроме него идут работы по созданию комплекса сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов *NICA* (ОИЯИ, Дубна). Именно ПИК и *NICA* вошли в дорожную карту развития международных проектов Европейского стратегического форума по исследовательским инфраструктурам (*ESFRI*). От большинства аналогичных зарубежных проектов реактор ПИК отличается наличием нейтронной ловушки с очень высоким нейтронным потоком и возможностью облучения материалов в активной зоне.

На его базе создается международный центр нейтронных исследований в области фундаментальных взаимодействий, ядерной физики, медицины, материаловедения,

нанобиотехнологий. Могу точно сказать, что в ближайшее десятилетие установка ПИК будет лучшей в Европе в своем классе.

Кроме того, у нас сегодня совместно с «Росатомом» идут работы и по созданию токамака принципиально нового типа в рамках Российско-итальянского проекта *IGNITOR*. НИЦ «Курчатовский институт» разрабатывает также проект по созданию специализированного источника синхротронного излучения четвертого поколения *ISSI-4 (SSRS-4)*, который позволит совершить колоссальный прорыв в биотехнологиях, нанотехнологиях, медицине, научном материаловедении и когнитивных науках. Идею этого проекта уже поддержали японские партнеры из синхротронного центра *8-SPRING*, европейского синхротронного центра *ESRF* в Гренобле и германского синхротронного центра *DESY* (Гамбург). Планируем строительство этой установки на нашей площадке в Протвине.

Важно еще и то, что сегодня установки мегасайенс используются не только физиками, которые их создают, но и химиками, биологами, материаловедами, геологами и даже археологами. В последние годы мы развернули в НИЦ «Курчатовский институт» новое направление исследований по изучению объектов культурного наследия. Наши партнеры — Государственный исторический музей, ГМИИ им. А.С. Пушкина, Институт археологии РАН, Крымский федеральный университет. Мы исследуем, в том числе на станциях нашего синхротронного и нейтронного источников, самые разные артефакты — от древнерусских крестов-энколпионов и предметов древних культур Северного Кавказа, Крыма до бронзовых статуй эпохи Возрождения. Отдельный интереснейший проект у нас запущен с Пушкинским музеем по изучению их коллекции мумий. Мы уже провели исследования на нашем компьютерном томографе, «увидели»



НИЦ «Курчатовский институт» ПИЯФ (Гатчина)

послойно облик людей, живших 3 тыс. лет назад. Впереди целый ряд генетических, химико-биологических исследований. Мы работаем вместе с антропологами, медиками — и уже сейчас получили много интересных результатов.

— **Надеемся, что сотрудники Курчатовского института расскажут и об этих работах нашим читателям в новом году. И традиционный вопрос про кадры — кто у вас занимается всем этим громадьем дел?**

— Кадры нужны всегда и всем. Но могу сказать, что мы решаем этот вопрос успешно. Опять-таки дело в системе, которую мы создавали все последние годы, — начиная от нашего школьного проекта по междисциплинарному обучению, в котором участвуют 39 московских школ, до наших кафедр в МГУ, СПбГУ, МИФИ, первого в мире факультета конвергентных наук (*Институт нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных наук и технологий (ИНБИКСТ)*). — *Примеч. ред.)* в МФТИ. Мы успешно работаем с детским образо-

Все 75 лет существования Курчатовского института мы успешно справлялись с одной из наших важнейших задач — исследованиями и разработками в интересах национальной безопасности

вательным центром «Сириус». Сейчас запускаем совместную образовательно-просветительскую программу с «Артеком» на базе открытого нами в этом году дома-музея И.В. Курчатова в Крыму. По нашей инициативе была создана Национальная научно-образовательная ассоциация «Исследовательские установки мегакласса», куда вошли уже более 20 ведущих российских университетов.

Мы стараемся раскатать молодежь нашей московской площадки, чтобы они не только занимались наукой, но и вели интересную, насыщенную жизнь вне ее. В нашем Доме ученых им. А.П. Александрова мы регулярно проводим встречи с интересными людьми, смотрим фильмы, обсуждаем темы — от антибиотиков и криптовалют до революции 1917 г. Совсем недавно создали новый совет молодых ученых. При этом не назначали кандидатов сверху, по квотам, а запустили процесс изнутри. Чтобы самые активные и творческие выявились и выдвинулись сами. Надеюсь, это получилось.

— **В преддверии Нового года помимо традиционных новогодних пожеланий дается множество прогнозов. Какой вы можете дать научный прогноз на ближайшее будущее?**

— Как я уже много раз говорил, развитие человечества возможно только при условии достаточного обеспечения ресурсами, в первую очередь энергетическими. И в ближайшие десятилетия мы будем продолжать строить и совершенствовать атомные станции, вводить новые мощности. Но это вопрос только ближайшего будущего. Дальше — коллапс, войны за передел оставшихся ресурсов, включая питьевую воду. Выход из этого научного, технологического тупика даст нам только наука, которая поможет зарабатывать и использовать принципиально новые ресурсы и технологии, созданные по образцу живой природы. И сегодня развитие науки достигло такого уровня, когда стало уже возможным конструировать природоподобные материалы и системы. То есть возникнет принципиально новая техносфера, функционирующая на основе природоподобных технологий.

Природоподобные технологии включают в себя не только новую энергетику. Нанообитехнологии уже стали, по сути, новой технологической культурой, где на атомарном уровне стираются грани между живым и неживым, между органическим природным миром и неорганикой. Дело ближайшего будущего — воспроизводство систем и процессов живой природы в виде синтетической клетки, массового создания искусственных тканей и органов. Грядет ускоренное развитие аддитивных технологий, использующих природный принцип формирования объектов, выращивая их «под заказ». Следующим шагом будет создание искусственного интеллекта.

Всеми этими междисциплинарными в своей основе направлениями занимаются в современном Курчатовском институте. За последнее десятилетие мы заложили основы новой науки и создали базу для новых природоподобных технологий. За ними будущее. Однако, как и любые технологии, помимо бесспорного блага они несут в себе целый ряд рисков и угроз. Надо помнить, что создается «меч обоюдоострый», прежде всего из-за невозможности контроля, в отличие от тех же ядерных технологий, многих генетических, биологических, когнитивных процессов. Поэтому одна из наших важнейших задач — кстати, так называется серия книг, издаваемых Курчатовским институтом, — продолжать и дальше исследования и разработки в интересах национальной безопасности. С этим мы успешно справлялись все 75 лет существования Курчатовского института. И сегодня у нас есть все необходимое для следующего прорыва. ■

Беседовал Михаил Урядников



Лаборатории Курчатовского института

1. В зале Курчатовского суперкомпьютера
2. Лаборатория прикладных нанотехнологий
3. Курчатовский НБИКС-центр
4. В кольце Курчатовского синхротрона
5. Лаборатория твердых структур
6. Лаборатория полимерных материалов
7. Сканирование египетской мумии в Курчатовском комплексе ядерной медицины



ДЕМИДОВСКОЙ



ИМИ

НАУКА И ОБЩЕСТВО

Широкий спектр наук

Названы лауреаты юбилейной
Демидовской премии

Вот уже четверть века в ноябре на небосклоне Демидовской премии загораются новые фамилии ученых — яркие, запоминающиеся, неповторимые. Их всегда три, и они представляют отечественную науку во всем ее многообразии. Отмечаются те ученые, которые достигли вершин мировой науки и чей авторитет неоспорим. Новые имена лауреатов впечатляют: это академики **Владимир Егеньевич Фортв**, **Геннадий Алексеевич Романенко** и **Владимир Петрович Скулачев**. Они представляют три ветви отечественной науки, которые, казалось бы, далеки друг от друга, но, соединившись, во многом отражают ситуацию, сложившуюся в Российской академии наук.



ИЗ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НА ДЕМИДОВСКУЮ ПРЕМИЮ

«Академик В.Е. Фортов — автор более 600 научных работ и 30 монографий. Им разработаны генераторы мощных ударных волн и экспериментальные методы изучения теплофизических свойств вещества и энергетических процессов в экстремальных условиях с использованием взрыва, лазерных, релятивистских электронных и ионных пучков. Ему принадлежат пионерские работы по изучению сильнонеидеальной пылевой плазмы. Впервые получены плазменные кристаллы и жидкости в тлеющем разряде, в термической плазме, в плазме ультрафиолетового излучения, в радиоактивной и криогенной плазме, выполнены эксперименты по кристаллической плазме в условиях микрогравитации на космической станции "Мир" и МКС.

Академик В.Е. Фортов выполнил большой комплекс работ по специальной тематике. Он участвовал в ликвидации аварий на Чернобыльской АЭС и Саяно-Шушенской ГЭС».

БЕРЕЧЬ «ОСТРОВКОВ РАЗУМА»

Мы знакомы почти полвека, и могу подтвердить: В.Е. Фортов никогда не сворачивал с того пути в науке, который выбрал в юности.

В канун 70-летия В.Е. Фортова и весенних выборов президента РАН его дочь Светлана осуществила прекрасный проект: рассказала о своем отце устами коллег и друзей, а также с помощью его собственных воспоминаний. Появилась уникальная книга «Траектория». К сожалению, она не предназначена для широкого распространения — тираж мал, по сути, это рукопись. А жаль! Книга дает представление о жизненном пути человека, чья биография впитала в себя судьбы не только отдельных людей, но и всей страны. Мне кажется, даже маленькие фрагменты «траектории академика В.Е. Фортова» ярко и убедительно подтверждают это.

Итак, слово лауреату:

«Мне повезло, мой дядя Юрий Васильевич Кондратьев, лауреат Ленинской и Сталинской премий, известный ученый-ядерщик, рассказывал мне массу интересного об испытаниях ядерного оружия. Однажды во время юбилея дяди в комнате, где гости выпивали, вошел И.В. Курчатов. У меня, маленького мальчика, создалось впечатление, что появился огромный человек-шкаф, такой "квадрат" с бородой, очень веселый. Он рассказывал много анекдотов, шутил. Кстати, увидев более чем скромные условия жизни Ю.В. Кондратьева (полторы комнаты в коммуналке), он сказал: "Что же ты молчишь? Живешь здесь анахоретом". И через месяц дядя переехал в новую квартиру...

Со второго курса я был направлен на базовую кафедру в Институт физики Земли (ИФЗ) АН СССР. Я поступил в Физтех в 16 лет, а в 17 попал в спецсектор ИФЗ, который занимался ядерными взрывами. Я тогда был сильно увлечен ядерной физикой, и мне казалось очень интересным применить ее в ракетной технике. Но не в качестве боеголовки, наверху ракеты, а в хвостовой — двигательной ее части. Так я попал в отдел член-корреспондента В.М. Иевлева — человека исключительных эрудиции и таланта. Там в обстановке суперсекретности велись работы по разработке ракетного двигателя с газофазным ядерным реактором. Нам, студентам, читали секретный курс физической газодинамики, имея в виду подготовку специалистов для работы над ядерными и плазменными ракетными двигателями, а также над гиперзвуковой аэродинамикой входа в атмосферу боеголовок и космических кораблей.

Научный центр в Черноголовке теперь расширился, стал известным, а раньше это был закрытый город. Здесь прекрасная библиотека, хорошие условия для работы. Всегда была великолепная



1. В.Е. Фортов и С.П. Капица
2. В.Е. Фортов и А.М. Прохоров
3. В.Е. Фортов и академик Я.Б. Зельдович на симпозиуме в Ленинграде, 1971 г.
4. Академики В.Е. Фортов, Е.Н. Аврорин, И.М. Халатников и Г.А. Месяц
5. В.Е. Фортов и Ж.И. Алферов
6. В.Е. Фортов и папа римский Иоанн Павел II





атмосфера. Достаточно сказать, что у меня не было выходных, но никто не принуждал работать в субботу и воскресенье — сами шли!

О физике плазмы нельзя говорить однозначно. Плазма возникает в самых разнообразных технических устройствах и космических объектах. Она бывает релятивистская, низкотемпературная, жидкая, жидкоподобная, кристаллическая. Самое главное, ради чего стоит заниматься наукой, — это попытки увидеть что-то новое и понять, как устроен мир.

Каждый год мы находим что-то новое, какие-то новые явления, которые не предсказывались ранее или были слабо прогнозируемыми. Например, недавно мы с коллегами из Сарова зафиксировали металлизацию вещества при сжатии и давлении около 1 млн атм. Мы обнаружили, что плазменный фазовый переход может происходить сразу в нескольких ситуациях: начиная с пылевой плазмы и кончая плазмой, которая присутствует в недрах таких планет, как Сатурн и Юпитер, и многих звезд.

Довольно быстро я стал членом-корреспондентом, потом академиком. Как только я стал

академиком, моя вольготная жизнь кончилась. Меня назначили председателем РФФИ, хотя я к этому не стремился и без особого восторга взялся за дело, понимая, что придется вести очень большую организационную работу за счет научной. Я вообще не хотел заниматься административной работой, но началась перестройка. Перестройка была болезненна в первую очередь для науки, так как финансирование было сокраще-

но в 20–30 раз... В декабре 1992 г. мы начали с нуля: РФФИ был первой организацией в России, созданной для поддержки фундаментальных научных исследований на чисто конкурсной основе, без всяких ведомственных ограничений.

Мой срок на посту председателя РФФИ заканчивался, и я считал уже себя "свободным художником", чтобы заниматься только своим основным делом — физикой плазмы. Вдруг осенью 1996 г. меня вызывает Б.Н. Ельцин и с подачи президента РАН Ю.С. Осипова предлагает стать министром науки. Для меня это было как гром среди ясного неба. Я сказал: "Нет". После трех или четырех таких бесед Б.Н. Ельцин сказал мне так: "Знаете, Владимир

Самое главное, ради чего стоит заниматься наукой, — это попытки увидеть что-то новое и понять, как устроен мир



1. В.Е. Фортов и Д.А. Медведев
2. В.Е. Фортов и В.В. Путин
3. В.Е. Фортов и патриарх Кирилл
4. В.Е. Фортов — лауреат премии «Глобальная энергия»
5. В.Е. Фортов на парусной яхте пересек океан
6. В.Е. Фортов и небо

Евгеньевич, если вы отказываетесь, я назначаю вот этого человека". От одной фамилии у меня волосы встали дыбом. И я немедленно согласился. Это был сложный момент в моей жизни... Во время работы с В.С. Черномырдиным у нас сложились очень добрые человеческие отношения. Работая в Белом доме, я всегда держал при себе папку с документами, которые хотел подписать у Виктора Степановича. И очень часто, идя по коридору Белого дома и заведя его, я отработанным движением доставал эту папку, а он автоматически вынимал авто-ручку, чтобы подписать. Окружение В.С. Черномырдина шутило, что Фортов выработал у Черномырдина безусловный рефлекс на свою папку, как у собаки Павлова — рефлекс на колбасу.

По известному образному выражению, фундаментальная наука — та самая яблоня, которая дает яблоки. А мы почему-то заняты лишь изготовлением тары для них, будто главный лозунг и смысл нашего времени воплотился во фразу: "Реализация со склада в Москве". Общество должно понимать, что в России пока остается "островок разума" — это академия наук, где есть еще квалифицированные специалисты, которые не хотят уезжать, а рвутся работать, где еще сохранились силы, чтобы вести фундаментальные исследования. И нужно не перекраивать этот островок, а беречь его и расширять».

Я не встречал ни одного члена академии наук, будь то маститый академик или молодой член-корреспондент, который не гордился бы тем, что президентом РАН был В.Е. Фортов. Его достижения в науке и прекрасные человеческие качества очевидны.

На последнем общем собрании академик В.Е. Фортов был избран академиком-секретарем отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН. Эта должность подразумевает занятия прежде всего наукой, а уж потом администрированием, что полностью совпадает с желанием и планами нового лауреата Демидовской премии. ■

ТОЛЬКО ФАКТЫ

В.Е. Фортов пилотировал сверхзвуковые самолеты. Он кандидат в мастера спорта по баскетболу и мастер по парусному спорту. Участвовал в глубоководной экспедиции на Северный полюс, в экспедициях на Южный полюс и Полюс относительной недоступности, а также на станцию «Восток» в Антарктиде. Опускался на аппарате «Мир» на дно озера Байкал. На яхте обошел мыс Горн и мыс Доброй Надежды, пересек под парусом Атлантический океан.



ИЗ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НА ДЕМИДОВСКУЮ ПРЕМИЮ

«Академик Г.А. Романенко — автор около 500 научных работ, в том числе 49 книг и брошюр, из них семь монографий. Он проявил себя крупным специалистом по комплексному научному обеспечению развития АПК РФ, научно обоснованному сбалансированному реформированию сельскохозяйственных предприятий. Им разработаны пути повышения эффективности отрасли растениеводства на основе внедрения промышленных технологий.

Незаурядные способности Г.А. Романенко как крупного организатора-ученого особенно ярко проявились в руководстве Российской академией сельскохозяйственных наук. На его долю выпали сложные и ответственные за науку, ее будущее, годы. В условиях жесточайшего экономического кризиса, непродуманных реформ в аграрном секторе ему удалось сохранить Россельхозакадемию как главный центр по научно-му обеспечению агропромышленного комплекса России».

ТЕПЛО РОДНОЙ ЗЕМЛИ

Из окон кабинета видны многочисленные сооружения Сколково. Многие из них построены на полях знаменитой «Немчиновки» — научного центра, где создавались и создаются новые сорта сельскохозяйственных растений.

— Мы не уничтожены полностью, потому что на нашу защиту встал Г.А. Романенко, — рассказывает академик Б.И. Сандухадзе. — Ему удалось убедить высшее руководство страны в том, что наши пшеницы — это сегодня, а то, что будет создано в Сколково, — далекое будущее.

Академик Б.И. Сандухадзе стал первым представителем сельскохозяйственных наук, удостоенным Демидовской премии. Вторым — академик Г.А. Романенко.

— Именно с ним связаны наши неоспоримые успехи в развитии науки, — говорит Б.И. Сандухадзе. — Речь идет о создании новых сортов разных культур: от пшениц до винограда, риса и кукурузы и т.д. Все лучшие человеческие качества у Геннадия Алексеевича присутствуют. Простой, очень внимательный, следит за работами своих коллег не формально, а по-товарищески, радуется их успехам. В той академии сельскохозяйственных наук, которую возглавлял Г.А. Романенко, люди достигли выдающихся результатов в селекции зерновых культур и животных. Раньше Россия занимала по урожаю зерна третье-четвертое место, а сегодня мы опережаем всех не только по объемам, но и по качеству зерна. Он очень трепетно относился ко всем селекционерам, и именно они обеспечили лидерство России. Не будь его поддержки, мы не вышли бы на Дальний Восток, где сейчас ведутся большие работы с нашими сортами. Сегодня мы можем смело говорить, что хлеб России активно завоевывает рынки во всем мире, постепенно оставляя позади торговлю нефтью и газом. Звучит непривычно, но это факт. И случилось это потому, что во главе нашей сельскохозяйственной науки стоял Г.А. Романенко. Я уже не говорю о том, что он не только прекрасный администратор, но и великолепный ученый.

В последние годы Г.А. Романенко особое внимание уделяет генетически модифицированным продуктам. Вот что он говорит по этому поводу: «В научном плане в этой области работали, работают и должны работать научные учреждения. От использования ГМО-продуктов для детей и пожилых людей я бы пока воздержался. Например, я соавтор патента на выведение трансгенных овец. Мы создали стадо, получаемое молоко начали использовать для медицинских целей. Вывели трансгенных перепелов. Обычное перепелиное яйцо весит 8–11 г, а трансгенные перепелки начали давать

ТОЛЬКО ФАКТЫ

Слово академику Г.А. Романенко:

«Мало кто знает, что родина подсолнечника — Россия. Академик В.С. Пустовойт создал эту культуру, Институт масличных культур в Краснодаре носит его имя. Раньше считалось, что более 30% масла в зерновке не может быть, а сейчас решаем другую проблему: как уменьшить в подсолнечнике содержание масла до 50–52%, потому что при превышении 56% зерно не хранится.

В школе академика П.П. Лукьяненко был выведен сорт пшеницы "Безостая 1", который уже 60 лет во всем мире — донор новых сортов. А теперь уже не один, а несколько сортов пшеницы дают урожайность 100, 110, 130 ц/га. При этом урожай не на опытных делянках, а на полях фермеров, кооперативов и крупных хозяйств.

Тысячу лет в Подмосковье не могли вырастить пшеницу, из которой можно делать хлеб. Всегда добавку везли из Поволжья, Кубани, Ставрополя. Академик Б.И. Сандухадзе и его ученики создали сорта озимой пшеницы "Московская 39", "Московская 56" "Татьяна", "Галина", которые без всяких добавок дают высококачественный хлеб. Кроме того, у него высокие урожаи: 100 и более центнеров с гектара. Для сравнения: в среднем по стране — 22 ц, в хороших хозяйствах Московской области — 30–40 ц.

В последнее время получены великолепные результаты по кукурузе. Когда Н.С. Хрущев заставлял заниматься кукурузой всех и вся, привезли семена из Средней Азии. Период вегетации — 140–150 дней, а у нас в Подмосковье только 100 теплых дней. Были созданы две научные школы:

первая, под руководством академика М.И. Хаджинова, занимавшаяся созданием сортов для юга с периодом вегетации 110–120 дней, вторая, академика Г.С. Галеева, занималась получением скороспелых сортов. Ученики Г.С. Галеева сегодня успешно выращивают гибридные сорта кукурузы в Татарстане, Башкирии и более северных районах. Период вегетации — 100 дней, а задача ставится, чтобы за 90 и менее дней кукуруза давала зерно.

Вырвались вперед наши селекционеры и производственники по выращиванию риса. Сейчас на Кубани получают миллион тонн рисового зерна. При этом мы выращиваем рис в условиях с периодом вегетации 110–120 дней, а в мире период вегетации — 140–160 дней.

Много говорилось о проблемах выращивания гороха и сои в России. Горох сегодня можно выращивать во многих регионах, а соя — южная культура, которая благодаря труду селекционеров, технологов и агротехников движется на север. Если на юге спокойно получают 4 т с гектара, то в зоне Рязани — 5–6 т/га. Недавно мы радовались получению миллиона тонн сои, а сейчас мы имеем 2 млн и выходим на 3–4 млн т.

Недавно наши конники получили жеребенка из спермы, замороженной 32 года назад.

К нам приезжал крупный винодел из Франции, пробовал наши вина. Вино из Тамани оценил как хорошее, крымские марочные ему не понравились, а вино из нашего "Красностопа" оценил как великолепное и готов был начать торговать им в Ницце сразу».

яйца по 18–20 г. Через 17 поколений идет возврат к исходным формам. Как это происходит — надо выяснять. Я против генетически модифицированных овощей и фруктов. Но почему бы не выращивать генетически модифицированный хлопок или что-то подобное?»

Ученые всегда в поиске. Это еще раз подтверждает новый лауреат самой престижной в России среди научной общности Демидовской премии. ■

Встреча с президентом Российской академии сельскохозяйственных наук Г.А. Романенко, 3.06.2013





ИЗ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НА ДЕМИДОВСКУЮ ПРЕМИЮ

«Академик В.П. Скулачев — автор более 700 научных работ, многие из которых опубликованы за рубежом. Сегодня он самый цитируемый биолог, работающий в России. Им описано явление мембранного переноса электронов (зарегистрировано в качестве открытия), обнаружен эффект терморегуляторного разобщения окисления и фосфорилирования, доказано превращение химической и световой энергии в электричество посредством белков внутриклеточных мембран. Он описал одно из самых удивительных "изобретений" живой природы: электромотор из белков, вращающий жгутик бактериальной клетки и тем самым делающий ее подвижной. В последние десятилетия В.П. Скулачев занялся разработкой концепции старения организма как программы и поиском ее торможения».

ЛЕТ ДО СТА РАСТИ НАМ БЕЗ СТАРОСТИ

Две тысячи лет назад Лукреций написал такие строки: «Счастлив тот, кто сумел вещей постигнуть причины, кто своею пятой поправил все страхи людские...»

Как ни странно, мысль древнеримского поэта звучит сегодня столь же актуально, как и для наших предков. И это лишний раз подтверждает академик В.П. Скулачев. Правда, не «пятою своей», а глазами.

Наши жизненные пути пересеклись более полувека назад, когда молодой биолог получал премию Ленинского комсомола. Тогда о нем было сказано коротко: «Он ворвался в новую область биологии, и нам следует ждать новых открытий». Мне тогда показалось, что так и должно быть: ведь только что закончилась эпоха лысенковщины и отечественная биология вырвалась на научные просторы. Однако для молодого ученого из МГУ эти слова не только стали девизом жизни, но и послужили толчком для прорыва в новую область науки. Ее предстояло не только открывать, но и развивать.

В.П. Скулачев работает в МГУ. Он воспитал несколько поколений биохимиков и биологов широкого профиля. Его бывших студентов можно встретить во многих институтах и вузах страны. Некоторые уехали на Запад и там достойно представляют своего учителя. В общем, учеников много, а вот последователей — не очень. Почему? В ответе на этот вопрос и кроется «великая тайна Скулачева».

Дело в том, что В.П. Скулачев утверждает, что процессом старения можно управлять: хочешь стареть — дряхлей, хочешь оставаться молодым — оставайся.

Может ли быть такое? Академик не только утверждает, но и доказывает это своими экспериментами, которые он проводит много лет. Суть его открытия состоит в том, что в наших генах закодирована программа старения. Надо только ею управлять, а для этого нужно создать соответствующее лекарство. И современная наука может это сделать.

Наверное, подобные слова могут показаться преувеличением: мол, желаемое выдается за действительность. Однако академик В.П. Скулачев начал эксперимент на самом себе. Он испытывает новое лекарство сам. К сожалению, привлечь добровольцев не может, так как это закон запрещает — рисковать можно лишь своим здоровьем.

Суть теории старения В.П. Скулачева можно упрощенно представить в ряде тезисов.

- «Жизнь изобрела смерть, чтобы быстрее шла эволюция».
- «Человек умирает тогда, когда захочет».

ТОЛЬКО ФАКТЫ



Портрет П.Н. Демидова (1798–1840), неизвестный художник

Демидовскую премию для ученых учредил в 1831 г. уральский промышленник Павел Николаевич Демидов, «желая содействовать преуспеянию наук, словесности и промышленности в своем Отечестве». По оставленному завещанию и после его смерти деньги на эти цели поступали в течение 25 лет, вплоть до 1866 г.

Среди лауреатов Демидовской премии XIX в. — Д.И. Менделеев, выдающийся хирург Н.И. Пирогов, известные путешественники и географы И.Ф. Крузенштерн и Ф.П. Врангель.

Демидовская премия была возрождена в 1993 г. Общественные неправительственные Демидовские премии присуждаются за личный выдающийся вклад в следующих областях знания: физика, математика, химия, биология, науки о Земле, общественные науки.

Ученые награждаются не за отдельный научный труд, а по совокупности работ. Будущие лауреаты определяются путем опроса специалистов в той или иной области.



Медаль лауреата Демидовской премии в уникальном малахитовом футляре-шкатулке

- «Однолетние растения живут до тех пор, пока появляются семена. Если не допускать этого, растения становятся многолетними».
- «Не о бессмертии идет речь, а о том, что жить надо до тех пор, пока этого хочется».
- Жить 100 лет или 200 — человек выбирает сам».
- «В Библии записано — 120 лет. Неужели это предел?»
- «За XX в. продолжительность жизни увеличилась вдвое. Чего же нам ждать в XXI в.?»
- «"Программа старения" — это начало новой отрасли науки».
- «В проекте "Ионы Скулачева" работает около 300 ученых во всем мире. Цель проекта — создание лекарственных препаратов, которые помогут замедлить старение организма».

Каждый тезис, произнесенный В.П. Скулачевым, — это не только определенный итог его исследований, но и основа философских размышлений о будущем.

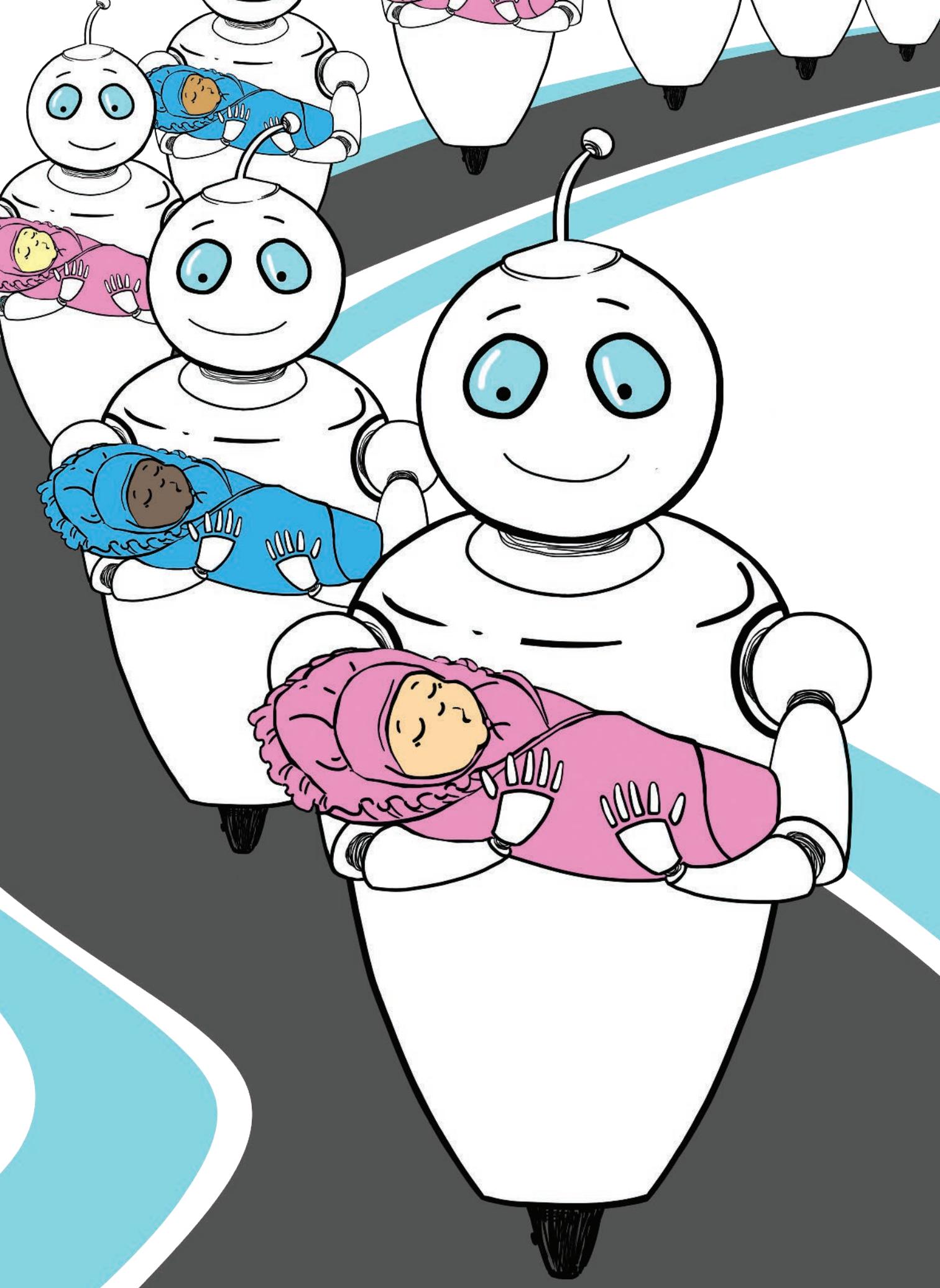
Да, почему я вспомнил строки римского поэта и упомя-

нул не о пяте, а о глазах? Не рекламы, а истины ради: попросите в аптеке капли для глаз Скулачева, и вы получите пузырек с лекарством, которое сделает взор ваш лучше, яснее. Его создал тот самый ученый, который удостоен Демидовской премии в этом году. ■

Подготовил Владимир Губарев



В.П. и М.В. Скулачевы на презентации книги «Жизнь без старости»



ДЕТИ XXI ВЕКА

В опубликованном два года назад материале «За гранью чуда» (*ВМН*, № 11, 2017) речь шла о том, как фундаментальные

исследования помогают женщине обрести здорового ребенка, даже если ей поставлен диагноз «бесплодие». Продолжаем эту важную тему разговором о том, помогает ли фундаментальная наука самим родам, тому, как они протекают. В беседе участвуют директор Клиники акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова доктор медицинских наук, профессор **Анатолий Иванович Ищенко**, доктор медицинских наук, профессор **Леонид Семенович Александров** и заведующий отделом биомедицинских исследований НИИ молекулярной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова кандидат медицинских наук **Алексей Валерьевич Люндуп**.



Директор Клиники акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева доктор медицинских наук, профессор А.И. Ищенко

— Наверное, каждое новое поколение должно само открыть Америку. Сегодня очень много споров о том, как надо рожать — в больнице или дома, естественным путем или с помощью кесарева сечения, в воду или нет, с обезболиванием или без него и т.д. Всевозможные сообщества, «консультанты», не имеющие отношения к науке и медицинской практике, учат, как надо рожать. Что вы об этом думаете?

А.И. Ищенко: Большинство людей не знают, какие от этого могут быть последствия. Официальная статистика существует в закрытых профессиональных сообществах. Есть доклады, отчеты главных специалистов в различных регионах, и там, естественно, все это учитывается. А в практике общения с населением этого нет. Люди, которые пытаются вовлечь беременных женщин в то или иное сообщество, может быть, и располагают какими-то фактами, но они их стараются нивелировать, не говорить о них. Обещают, что все будет хорошо, а про отрицательный результат не говорят. В официальной медицине есть определенные документы, пациентка их подписывает, дает согласие на какие-то действия. Там, в этом параллельном родовспоможении, никто ничего не подписывает и, естественно, никто ни за что не отвечает. Поэтому нужно, видимо, работать в направлении просвещения. Надеюсь, ваш журнал поможет в этом деле.

— То есть главный вопрос — кто несет ответственность?

А.И. Ищенко: Кто-то же должен отвечать за роды! За родовспоможение отвечает врач-акушер или государство. Какая-то псевдообщественная организация берет на себя ответственность за маму и ее ребенка? Нет. Если что-то идет не так, беременная или уже родильница оказывается в официальном роддоме, а вот успеет ли ребенок туда попасть — это вопрос... Природа так устроена: сколько существует человечество, столько оно и рождает. Никакого акушерства не было. Сначала рожали без всякой помощи, потом появились повивальные бабки, акушерки, потом, наконец, врачи-акушеры. Сформировалась новая профессия — оказывать помощь при родах, то есть все развивалось постепенно. Сейчас эти псевдо-

Кесарево сечение было придумано человечеством для того, чтобы помочь женщине родить ребенка. В итоге сегодня мы стоим перед фактом, что во всех развитых странах процент кесарева сечения увеличился

специалисты пытаются нас вернуть к первобытной жизни. Дескать, тогда женщины сами рожали, ну и сейчас могут. Да, кто-то родит и все будет хорошо, но есть процент женщин, для которых это заканчивается печально. Можно, конечно, идти по этому пути, но тогда эти общественные организации должны брать на себя и юридическую ответственность, то есть ответственность за жизнь матери и ребенка. А то получается так: мы родим на дому, а если не получится — скорая помощь и роддом. Это нонсенс.

— Наверное, сегодня трудно провести четкую границу между фундаментальной наукой и клинической практикой. Но все-таки какова роль научных исследований именно на этапе родов?

Л.С. Александров: Естественно, наука не стоит на месте, и у нас есть хорошие результаты. Если сейчас посмотреть статистику, материнская смертность падает во всем мире, и в нашей стране в том числе. Перинатальная, то есть детская, смертность падает в нашей стране тоже довольно хорошими темпами. Это происходит за счет улучшения и организации, и оборудования, но также и за счет результатов, полученных в процессе исследований, которые внедряются в практику. Поэтому здесь связь между наукой и практикой очень прямая. И если появляются серьезные достижения, они в практику вливаются довольно быстро.

— Если в интернете ввести в поиск словосочетание «естественные роды», «Яндекс» сразу предлагает «естественные роды и кесарево, плюсы и минусы». Насколько я знаю, кесарево сечение делают строго по медицинским показаниям. А его обсуждают так, будто женщина сама решает, какой выбрать способ родить ребенка.

А.И. Ищенко: Есть мировая тенденция. Когда я начинал заниматься эндоскопической хирургией — лапароскопией, расширял объемы операции. В 1991 г. сделал первую в Москве лапароскопическую надвлагалищную ампутацию. Она длилась три с половиной часа. Мне сказали — зачем, если можно разрезать живот и сделать операцию за час-полтора. Но технологии развивались. Теперь уже никто не говорит, что надо разрезать живот. В одном случае лучше сделать лапароскопию, это менее травматично, пациентка быстрее восстанавливается, а в другом — лапаротомия, то есть чревосечение, потому что здесь свои показания. Так и здесь. Кесарево сечение было придумано человечеством для того, чтобы помочь женщине родить ребенка. В итоге сегодня мы стоим перед фактом, что во всех развитых странах процент кесарева сечения увеличился. Это показания и со стороны матери, и со стороны ребенка. Никуда от этого не денешься. И говорить, что у нас преобладают только роды через

естественные родовые пути, а кесарево сечение — это плохо, мне кажется, неправильно. Это как с лапароскопией. Раз это мировая тенденция, значит и в России она в настоящее время присутствует. И с этим нужно жить дальше. Сейчас невозможно снизить этот процент, потому что показания, повторю, и со стороны матери, и со стороны ребенка во многом определяют рост процента кесарева сечения.

Л.С. Александров: Абсолютно согласен с Анатолием Ивановичем. Что еще важно, снижается процент осложнений, совершенствуются хирургический материал, техника обезболивания, хирургическая техника. Это позволяет расширить показания и со стороны матери, и со стороны плода. Возраст беременных женщин меняется в сторону повышения. Успехи репродуктивных технологий, ЭКО и прочих — это 10% забеременевших с их помощью, реконструктивно-пластические операции. Все, что помогает женщине, которая раньше не могла выносить и родить, добавляется в копилку. Могу сказать по личному опыту. Когда я 30 лет назад пришел в профессию, в Москве частота кесарева сечения была около 4–5%. В 1985 г. ВОЗ признавала реальным повышение до 15%. И мы еще думали: как это возможно? Но сегодня в Москве уже 24–25%, по стране в среднем более 20%. Во всем мире так же. В Китае, например, доходит до 50%. При принятии решения о кесаревом сечении главную роль играют показания. Если они есть, его нужно делать, нет показаний — не делать. Кесарево сечение бывает разным — плановое или экстренное. Серьезных различий у детей, рожденных путем кесарева сечения, по крайней мере я



Фотосессия в отделении для новорожденных



Кандидат медицинских наук А.В. Люндуп

не замечал. Может быть, педиатры думают иначе, но я таких данных не встречал.

— **Если сравнить, как роды проходили, например, 30 лет назад и сейчас, то в чем разница?**

Л.С. Александров: Материнская и перинатальная смертность, количество осложнений были выше. А разница — в подходе. В том числе в расширении показаний для оперативного родоразрешения, в технике, оборудовании. Разница большая в подходах, вообще в технологии, качестве шовного материала, медицинского оборудования.

— **А какие технологии сейчас используются при родовспоможении?**

А.И. Ищенко: Акушерство — самая консервативная область медицины, мало что меняется. Есть, конечно, разработки, которые помогают. Например, современный шовный материал. Так, 30 лет назад мы зашивали матку кетгутон (*саморассасывающийся хирургический шовный материал, который изготавливают из мышечного слоя и подслизистой основы тонких кишок овец.* — Примеч. ред.), на третьи сутки шовный материал благополучно рассасывался, но если присоединялась какая-то инфекция, шов разваливался, случался перитонит. Это было достаточно часто. Поэтому все боялись кесарева сечения. Сейчас произошла маленькая революция. Отношение к кесареву сечению изменилось с приходом длительно рассасывающихся

шовных материалов — «Викрила», «Полисорба» и других. Теперь хирург более спокоен, он знает, что через месяц, полтора, два, пока рассасывается материал, сформируется рубец и все будет нормально. Еще один пример: 40 лет назад отечественная система вакуума, конечно, была недоработанной, грубой, и те осложнения, которых сейчас опасаются при использовании вакуума, были в советские времена. Современная система «Киви» более органично вписывается в решение врача помочь извлечь плод с гораздо меньшими осложнениями, возможностями травмы.

— **Это отечественные разработки?**

А.И. Ищенко: К сожалению, нет. Ту советскую систему так и не довели до ума. Это пришло к нам из других стран. Подходы не менялись, а вот новые материалы позволили создать систему, которая помогает акушеру успешно выйти из критической ситуации.

— **Сейчас все говорят о междисциплинарности. Как у вас с этим обстоят дела?**

А.В. Люндуп: Сейчас для реализации любого высокотехнологичного проекта необходимо объединять ученых самого разного профиля. Например, для нашей тканеинженерной задачи по созданию искусственной фасции мы привлекаем тех специалистов, кто занимается клетками, клиницистов, которые нам ставят клинические задачи, материаловедов, то есть химиков, физиков, которые умеют обращаться с различными биосовместимыми полимерами. Может быть, отдельно стоит выделить специалистов, которые умеют работать с животными. Потому что все исследования по эффективности и безопасности любой разработки необходимо сначала проверить на животных. Ну и, разумеется, когда мы уже обсчитываем результаты, на этом этапе привлекаются другие диагностические методы, которые сейчас сильно градируются, то есть там обычная морфология, иммунная гистохимия, методы сканирующей электронной микроскопии. Совокупность методов нужна не только при создании конструкции, но и при оценке ее использования.

В конечном итоге доклинические результаты, полученные на животных, уже могут быть перенесены в клиническую апробацию. И там уже вступают в дело совсем другие специалисты, например по написанию правильных клинических протоколов. Это вообще отдельный вид специалистов, среди них могут быть не только медики, но и разработчики, которые делали этот продукт, например тканеинженерную фасцию. то есть на всем протяжении этой работы подключается большое количество разных специалистов со своими компетенциями. И такая совокупность обеспечивает переход, трансляцию от идеи до проверки эффективности на животных и до первого применения в клинике. Если первое применение в клинике успешно,

мы переходим в клинические испытания, которые должны завершиться разрешением на применение этого метода или продукта. То есть мы должны проводить не просто исследования на безопасность и эффективность на тех моделях, которые нам больше нравятся, а именно регистрационные доклинические действия, клинические исследования.

Для реализации любого высокотехнологичного проекта необходимо объединять ученых самого разного профиля: клиницистов, химиков, физиков, которые умеют обращаться с различными биосовместимыми полимерами

— **А как происходит взаимодействие всех этих специалистов?**

А.В. Ляндуп: Сначала обсуждается клиническая задача, которая на настоящий момент представляется актуальной. Создается междисциплинарная рабочая группа из специалистов. В работе могут принимать участие студенты, которые занимаются фундаментальными исследованиями, ординаторы, аспиранты. То есть создается рабочая группа, объединенная с учебно-образовательным потенциалом. И эта группа начинает двигаться в направлении разработки эффективного продукта пока еще для животных. Если продукт эффективен, переходят на следующую стадию.

— **Если можно, еще о мифах. Речь идет об эпидуральном обезболивании, а также искусственном окситоцине, который якобы плохо влияет на иммунную систему младенца.**

Л.С. Александров: Эпидуральная анестезия давно применяется во всем мире, она доказала свою эффективность, пользу, безопасность и прочее. Во врачебной среде это не обсуждается. Если в родах возникает необходимость в обезболивании, то роженица эту помощь получает. На самом процессе родов это практически никак не сказывается. Может быть, несколько удлиняет второй период родов и чуть-чуть первый, не более того. На плод существенного действия не оказывает. Это доказанная вещь. Я не анестезиолог,

в эпидуральной анестезии, наверное, есть какие-то свои тонкости, но принципиально в плане применения это довольно отработанная вещь. Это широко известный метод, полезный, хороший.

Что касается окситоцина, это вынужденная мера, которая применяется по показаниям — для лечения родовой слабости, профилактики кровотечения. У метода есть свои определенные границы, в которых он применяется, свои дозы. Окситоцин — это разрешенный препарат, широко используемый в акушерской практике.

— **Новейшие технологии могут принципиально повлиять на человеческий род?**

Л.С. Александров: Они несомненно могут повлиять. Благодаря совершенствованию медицинских технологий увеличивается продолжительность жизни, достаточно успешно лечатся ранее неизлечимые заболевания, бесплодие и т.д. Это оказывает существенное влияние на демографическую ситуацию в целом.

— **Как вы считаете, в каком направлении будет развиваться наука, связанная с клинической практикой в области акушерства?**

Л.С. Александров: Мне кажется, будет развиваться перинатальная медицина, то есть будет появляться больше сведений о плоде. Беременной женщине, рожильнице поставить диагноз относительно просто. Но для того чтобы получить



Доктор медицинских наук, профессор Л.С. Александров



Скульптура «Женщина с ребенком на руках» в вестибюле Клиники акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева

сведения о состоянии плода, возможности пока достаточно ограниченные. А перинатология — это наука, рассматривающая плод как пациента. Чем больше мы будем знать о плоде, тем лучше.

— У вас в клинике есть такие специалисты?

Л.С. Александров: Отдельной специальности «перинатолог» пока не существует.

А.И. Ищенко: Сейчас это задача гинеколога-акушера.

— Какие приборы могут помочь решить такие задачи?

А.И. Ищенко: Для этого есть, кроме стандартных аппаратов, которые сейчас появились и уже используются в ряде клиник, фетальные ЭКГ-мониторы. Это новое поколение кардиоотографов (КТГ), которые регистрируют частоты сердцебиения плода, матери, сократительной деятельности матки и двигательной активности плода. Это такой холтер для беременных, постоянно передающий информацию, которая нужна врачу, чтобы отслеживать изменения.

— У вас есть партнеры, которые помогают вам с новейшими технологиями?

А.И. Ищенко: Мы сотрудничаем с МФТИ, МИФИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана. Если возникают какие-то задачи, естественно, стараемся привлекать инженеров, физиков, занимающихся медицинской тематикой.

Л.С. Александров: В МИФИ есть Инженерно-физический институт биомедицины. Там занимаются разработкой и внедрением новых материалов, новых методов и технологий. Так что нам есть с кем сотрудничать в этой сфере.

— А как обстоят дела с международным сотрудничеством?

Л.С. Александров: Обмен — это крайне важно. У нас каждый год проходят конференции «Снегиревские чтения». Мы всегда стараемся приглашать ведущих отечественных и зарубежных специалистов — акушеров и гинекологов. Они у нас и лекции читают, и оперируют. Проводим онлайн-операции со специалистами международного класса.

— Какие научные направления сейчас наиболее актуальны и перспективны?

А.И. Ищенко: Одно из главных направлений сейчас — регенеративная медицина. У нас идут работы по совершенствованию лечения пролапса гениталий. Сейчас наблюдается устойчивая тенденция к повышению среднего возраста женщин, и мы стоим перед проблемой снижения осложнений, повышения надежности хирургических операции при этой патологии, более характерной для старшей возрастной группы. И здесь нам помогают разработки регенеративной медицины, особенно лаборатория, которую возглавляет А.В. Люндуп.

В МИФИ есть Инженерно-физический институт биомедицины. Там занимаются разработкой и внедрением новых материалов, новых методов и технологий. Так что нам есть с кем сотрудничать в этой сфере

Надеемся, в конце концов эти разработки увенчаются успехом, мы получим материалы, которые позволят снизить осложнения и увеличить надежность операций при этой тяжелой форме гинекологической болезни.

Еще одно направление связано с инфекционными заболеваниями в акушерстве. В нашей клинике этим направлением руководит профессор А.П. Никонова. Проводится многоцентровое исследование, которое поможет оценить распространенность различных инфекций у беременных.

По-прежнему актуальны лазерная диагностика, лечение с помощью лазеров. Сейчас развивается персонализированная медицина. В университете создан Институт персонализированной медицины. Например, препараты для беременных действуют у всех по-разному. Генетические исследования помогают избрать правильный препарат для каждой конкретной пациентки. Эти исследования уже начали проводиться у нас, запланированы и кандидатская диссертация, и докторская в рамках исследований. Здесь тоже используется междисциплинарный подход, поскольку акушер не может решить эту проблему без генетика, без фармакологов, которые более других заинтересованы в этом решении.

— **А какие тенденции в клинической практике?**

Л.С. Александров: Человечество стали лучше лечить. У людей стали появляться новые возможности. Те, кто раньше принципиально не мог иметь детей, теперь их имеют. Есть ЭКО, ИКСИ, есть довольно серьезные методики, которые тоже развиваются, и результаты тоже улучшаются. Скажем, те же самые реконструктивные операции при больших миомах, при эндометриозе. Если пациентка смогла забеременеть, ей желательно дать ребенка живого и здорового. Но контингент усложняется, значит, должны быть найдены выходы из этого положения. К вопросу о кесаревом сечении — это не самоцель, а иногда единственный выход.

А.И. Ищенко: Надо учитывать и финансовую составляющую. Например, ЭКО. У женщины десять попыток, она потратила уйму денег. Потом случаются самопроизвольные роды, она получает ребенка с ДЦП. Она вам скажет спасибо? Нет. А могли бы сделать кесарево сечение и получить нормального ребенка. Ведь ДЦП (детский церебральный паралич) — это часто следствие родовой травмы.

Л.С. Александров: Родовой травмы либо глубокой недоношенности. Вы должны более гарантированно решать этот вопрос. Поэтому здесь нет самоцели, есть контингент, который у нас достаточно непростой.

— **Как вы работаете с молодежью, которая приходит к вам учиться? Какая тематика сейчас в основном интересует студентов и аспирантов?**

А.И. Ищенко: Здесь следует расставить другие акценты. Научного руководителя интересует определенная проблема, и он ее развивает. Леонид Семенович, например, занимается регенеративным аспектом при пролапсе гениталий. Его занимает эта проблема, и под нее он старается привлечь молодых студентов, ординаторов, чтобы развивать дальше. Я — хирург-гинеколог. Меня интересует именно хирургия, различные ее аспекты, модификация операций. Я тоже стараюсь брать молодого врача, который увлечен этим же вопросом, и развивать это направление. То есть проблему определяет уже сформировавшийся ученый, который разрабатывает ту или иную область. А молодой врач или студент занимается тем, чем его заинтересовали. Это в физике или математике может родиться гений, который в 16 лет знает, что ему нужно, и решает теорему, которая до этого не решалась. Медицина — это несколько другое. Студент еще только учится, ему что-то нравится больше, что-то — меньше, и он в зависимости от этого выбирает то или иное направление. В нашей сфере сначала нужно получить минимальный опыт, набрать определенный уровень знаний, и только тогда у кого-то проявляется склонность к терапии, у кого-то — к хирургии, кто-то хочет стать физиологом. Менторство, руководство — именно так в медицине в основном формируются научные интересы. ■

Беседовала Ольга Беленицкая



Перед главным входом в клинику установлен памятник ее первому директору, профессору В.Ф. Снегиреву, именем которого она названа

БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ

ПЕРВЫЙ ОРГАН РЕБЕНКА

Плацента, по-видимому, наименее изученный орган человека, таит в себе множество сюрпризов

Сьюзан Фишер и Эдриан Эрлбахер





Плацента (слева) все еще соединена с новорожденным, хотя обычно она отделяется сразу после его появления на свет и перерезания пуповины

ОБ АВТОРАХ

Сьюзан Фишер (Susan J. Fisher) — профессор отделения акушерства, гинекологии и репродукции в Медицинской школе Калифорнийского университета в Сан-Франциско. Исследует процесс формирования плаценты при беременности и последствия его нарушения.



Эдриан Эрлбахер (Adrian Erlebacher) — профессор отдела лабораторной медицины в Медицинской школе Калифорнийского университета в Сан-Франциско. Занимается изучением свойств матки беременных мышей, которые обеспечивают иммунологическую толерантность последних к плаценте.



Д

олгое время считалось, что вирус Зика поражает только не совсем здоровых людей. Но со времени вспышки инфекции в 2015 г. в Бразилии выяснилась ужасающая вещь: вирус может проникать через плаценту беременной женщины в плод, приводя к катастрофическим последствиям. Одни еще не родившиеся младенцы погибают в утробе матери, у других возникают серьезные нарушения головного мозга, в том числе микроцефалия. Как вирус доходит до плода, неясно. Для этого он должен пройти сквозь плаценту, орган в форме диска, который соединяет развивающийся плод с материнским организмом и служит барьером для других переносимых комарами возбудителей, таких, например, как вирусы лихорадки денге и желтой лихорадки.

В последние несколько лет эта и другие необъяснимые вещи заставили исследователей внимательнее присмотреться к плаценте, первому и самому крупному органу из всех, образующихся после зачатия. Плацента имеет в основном фетальное происхождение; ее главная задача — снабжение плода питательными веществами и кислородом и выведение продуктов его жизнедеятельности. Несмотря на ключевую роль в обеспечении нормальной беременности, она — самый слабоизученный орган человека.

Еще одна загадка, связанная с плацентой, — совсем другого рода. Ученых давно занимает тот факт, что организм матери не воспринимает ее

и плод как генетически чужеродные, а следовательно подлежащие уничтожению образования. Иммунная система не только не отторгает их, но, напротив, способствует правильному развитию и функционированию.

Исследования, выполненные в нашей и других лабораториях, вскрыли удивительные факты. Становится все более очевидным, что некоторые осложнения, возникающие у беременных, связаны с аномалиями образования плаценты или ее взаимодействия с маткой, а не с проблемами организма будущей матери. Более того, малейшие отклонения от нормы в этой сфере могут сказаться на здоровье человека в отдаленном будущем.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Протекание беременности зависит от того, как формируется и функционирует плацента — орган, который, с одной стороны, соединяет организм матери и плода, а с другой — разделяет их.
- Недавние исследования свидетельствуют о том, что иммунная система матери не только не отторгает формирующийся плод, но способствует формированию плаценты и прикреплению ее к стенкам матки.
- Разобравшись в природе нарушений на поверхности раздела «мать/дитя», мы сможем установить причину опасных осложнений при беременности — преждевременных родов, замедленного роста плода и преэклампсии.
- Предпринимаются попытки установить пути проникновения некоторых вирусов через плаценту и причины, по которым другим вирусам это не удается.



Пятинедельная плацента уже имеет разветвленную структуру, но пока не пронизана кровеносными сосудами матери и поэтому бледная на вид. На фото представлен абортированный плод. В норме на этой стадии плацента полностью окружает плод и амниотический мешок.

Быстрое развитие

Несмотря на всю таинственность плаценты, две вещи относительно нее известны достоверно: строение и основные этапы развития. Непосредственно перед родами плацента весит немногим более 450 г и имеет две четко различимые стороны: одна, прикрепленная к стенке матки вплоть до родов, напоминает пропитанную кровью губку, другая, обращенная к плоду, содержит сложную сеть капилляров, отходящих от двух кровеносных сосудов плода — пупочной артерии и пупочной вены, находящихся в пуповине.

Плацента развивается очень быстро, поскольку от нее зависит образование органов зародыша до того периода, когда они становятся полностью функциональными: это печень, участвующая в метаболизме питательных веществ, легкие, в которых происходит замещение диоксида углерода кислородом, почки, обеспечивающие выведение ненужных продуктов жизнедеятельности. Менее чем через неделю после оплодотворения образуется так называемая бластоциста — структура в виде шара, окаймленная специализированными клетками — бластомерами. Замкнутый слой данных клеток называется трофобластом. Основная его задача — обеспечить имплантацию

бластоцисты в стенку матки. Вступив в контакт с клетками эндометрия, клетки трофобласта начинают быстро делиться, образуя выросты, простирающиеся в полость матки. Один их слой состоит из так называемых цитотрофобластов, другой — из слившихся клеток (синцитиотрофобластов), образующих поверхность плаценты. В конце концов плацента приобретает форму диска, сцепленного со стенкой матки ветвящимися структурами.

На второй и третьей неделях беременности эти структуры начинают заполняться поддерживающими клетками и кровеносными сосудами. К моменту, когда женщина осознает, что она беременна, заканчивается созревание этих структур с превращением в ворсинки хориона.

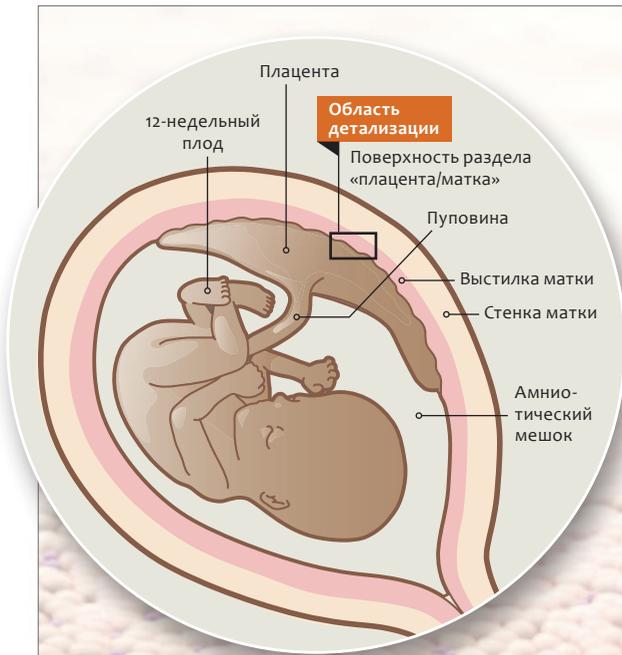
С приобретением плацентой полноценной функциональности на ранних стадиях беременности на первое место выходит ее способность перенаправлять на себя поток материнской крови. Такой трюк удастся совершить благодаря необычному поведению цитотрофобластов. Сначала эти клетки прикрепляются к поверхности стенки матки, а затем внедряются в ее толщу. Примерно 20 лет назад Сюзан Фишер обнаружила, что в ходе данного процесса цитотрофобласты трансформируются, приобретая сходство с клетками выстилки кровеносных сосудов. Такая мимикрия позволяет им проникать внутрь материнских артерий, несущих оксигенированную кровь. Поднимаясь вверх по сосудам, они постепенно заменяют собой клетки выстилки.

Следствием подобных манипуляций становится расширение материнских артерий матки и уменьшение их тонуса. В конце первого триместра артерии открываются в пространство между хорионическими ворсинками, заполняя его большим количеством материнской крови с питательными веществами и кислородом, необходимыми для развития плода. Кроме того, цитотрофобласты проникают в вены матки, так что кровь возвращается от плаценты в организм матери, унося с собой диоксид углерода и ненужные продукты жизнедеятельности плода.

Кровь материнских артерий омывает поверхность плаценты, находясь всего в нескольких клеточных монослоях от сосудов плода. Благодаря этому максимизируется снабжение крови плода кислородом и питательными веществами и выведение отходов. В последние несколько лет обнаружилось также, что из плаценты в кровь матери поступает в большом количестве ДНК плода. Это

Беременность

Успешное течение беременности зависит от правильного взаимодействия между организмом матери и плодом на поверхности раздела плаценты (органа зародышевого происхождения) и стенки матки. Правильное формирование и функционирование этой поверхности, в частности высвобождение кислорода, питательных веществ и жидкости из материнской крови и передача их зародышу, требует скоординированных действий клеток плаценты, матки и, как показывают последние данные, иммунной системы матери. Приток материнской крови к плаценте начинается на 10–12-й неделе после оплодотворения.



Децидуальные клетки, составляющие выстилку матки

Спиральная артерия

1 Ремоделирование артерии

Плацента содержит ветвящиеся структуры, называемые хорионическими ворсинками. Они состоят из клеток под названием «трофобласты». Поверхность ворсинок (синцитиотрофобласт) образуют слившиеся трофобласты, под ними находится слой неслившихся трофобластов (цитотрофобластов). Некоторые из них прорываются сквозь слой слившихся клеток и инвазируют материнские спиральные артерии, имитируя клетки выстилки материнских сосудов.

Насыщенная кислородом материнская кровь

Плавающие хорионические ворсинки

Цитотрофобласт

Синцитиотрофобласт

Перенос питательных веществ и кислорода

Кровь плода

Якорная хорионическая ворсинка

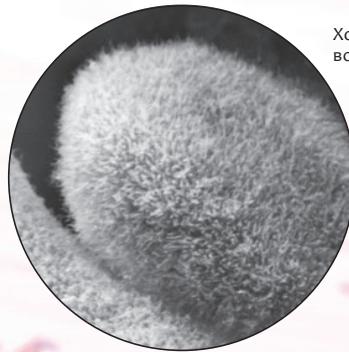
Выведение отходов жизнедеятельности плода

2 Обмен веществами

Трансформированные материнские артерии открываются в пространство между ответвлениями хорионических ворсинок (большинство из которых не прикреплены к матке, высланной цитотрофобластами), материнская кровь омывает синцитиотрофобласты, облегчая обмен веществами между организмом матери и плодом. Маточные вены уносят дезоксигенированную кровь вместе с отходами жизнедеятельности плода.

Что дает ветвление

Размер и строение хорионических ворсинок плаценты изменяются по мере роста этого древовидного органа. Ответвления быстро покрываются микроворсинками длиной в десятые доли микрометра, в результате чего площадь поверхности ворсинок многократно увеличивается. Материнскую кровь, изливаемую в пространство между ворсинками, отделяет от фетальной крови в сосудах ворсинок лишь тонкий слой плацентарных клеток. Это максимизирует обмен кислорода, питательных веществ и гормонов, с одной стороны, и продуктов жизнедеятельности плода — с другой. До этого плод получает питательные вещества из материала, секретируемого выстилкой матки.



Хорионическая ворсинка



Неразгаданные тайны

Многие детали формирования и функционирования плаценты неизвестны. Один из главных вопросов — что запускает роды, процесс, в ходе которого мышцы стенки матки, во время беременности остающиеся в покое, начинают стремительно сокращаться, подталкивая плод к выходу. Почему плацента, прочно связанная с маткой, сразу после появления ребенка на свет отторгается? Каким образом вирус Зика и некоторые другие патогены проходят сквозь плаценту, в норме блокирующую перемещение различных веществ, в первую очередь токсинов, и доходят до плода, вызывая осложнения? Микробиологи пытаются найти свой ответ еще на один интригующий вопрос: имеется ли у плаценты и матки микробиом — миниатюрная экосистема бактерий, вирусов и, возможно, грибов, которые могут инфицировать младенца во время родов и стать причиной осложнений при беременности?

3 Помощь иммунной системы

Плацента инвазирует стенку матки, что позволяет иммунным клеткам матери, находящимся между децидуальными клетками (в первую очередь киллерным клеткам и макрофагам), участвовать в выведении отходов.

Компоненты иммунной системы матери

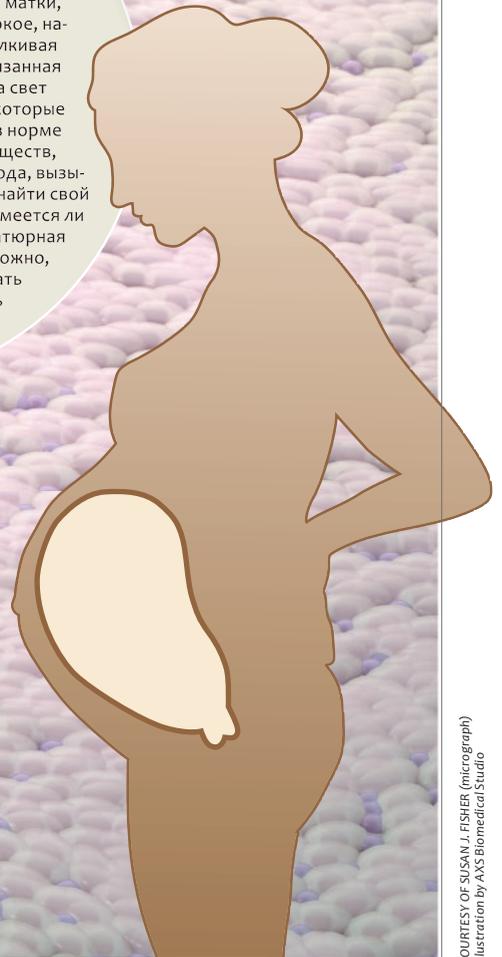


Вена

Макрофаг

Киллерная клетка

Дезоксигенированная кровь



позволяет проводить пренатальную диагностику, используя пробы крови матери. Такой метод тестирования быстро вытесняет прежние, более инвазивные процедуры, основанные на взятии пробы амниотической жидкости или хорионических ворсинок.

Влияние окружения

Основную роль в формировании плаценты играют гены плода, но участие в этом процессе принимает и микроокружение. Исследования двух последних десятилетий показывают, насколько важны для нормального протекания беременности взаимодействия между материнскими клетками матки и ветвящимися структурами плаценты. Область контактирования плаценты и матки богата лейкоцитами (иммунными клетками), поставляемыми кровью матери. Трофобласты эмбриона поддерживают с ними и другими материнскими клетками непрерывающийся диалог, обеспечивающий правильное функционирование плаценты.

Поведение иммунных клеток материнского организма удивительно. Плацента, половина генетического вещества которой имеет отцовское происхождение, представляет собой чужеродное тело для беременной женщины. Отсюда возникает вопрос: почему она не отторгается ее иммунной системой, как это часто происходит при трансплантации органов и тканей? Оказывается, иммунная система женщины при беременности претерпевает ряд изменений, которые обеспечивают ее толерантность по отношению к плаценте. Определенную роль играют и локальные процессы, протекающие в матке. Исследования, проведенные в 2012 г. Эдрианом Эрлбахером, показали, что лейкоциты, обычно участвующие в отторжении имплантата, не накапливаются в той части стенки матки, к которой присоединяется плацента.

Организм матери не просто не отторгает плаценту; он способствует инвазивному росту тканей плода. Еще в 1980-х гг. исследователи обнаружили, что на материнской стороне поверхности раздела «матка/плацента» скапливаются специфические киллерные клетки иммунной системы. Обычно они опосредуют уничтожение опухолевых клеток и клеток, инфицированных вирусом. Но в 1990-х гг. группа биологов под руководством Энн Крой (В. Anne Croy), которая сейчас работает в Королевском университете в Кингстоне (провинция Онтарио, Канада), сделала не поддающееся логическому объяснению открытие, состоящее в том, что киллерные клетки тоже способствуют формированию плаценты — в частности, ремоделированию маточных артерий под влиянием цитотрофобластов. Вероятно, эти клетки вырабатывают вещества, которые опосредуют элиминацию материнских клеток выстилки артерий, открывая путь к замещению их клетками плаценты.



Эта сторона плаценты, сфотографированной сразу после родов, обращена к плоду. Противоположная сторона, напоминающая пропитанную кровью губку, до родов прочно связана со стенкой матки.

На поверхности раздела

Учитывая скорость формирования плаценты и участие клеток самых разных типов в построении плаценты и стенок матки, не стоит удивляться тому, что при образовании поверхности их раздела могут происходить ошибки. Это приводит к разнообразным осложнениям — так называемым преждевременным родам (до 37 недель беременности), рождению ребенка с меньшим, чем ожидалось, весом, резкому повышению артериального давления у матери (преэклампсии) и повреждению сосудов.

В последние годы удалось выяснить происхождение некоторых патологий. Так, преэклампсия (которую когда-то называли поздним токсикозом беременных), по-видимому, возникает в результате высвобождения из матки токсичных веществ, попадающих в кровь матери. Окончательный вывод делать рано, но, как показали исследования, преэклампсия, случающаяся у 8% впервые рожаящих женщин, связана с разного рода деформациями поверхности раздела между матерью и плодом. Предположительная причина такого состояния — слабая

инвазия цитотрофобластов артерий матки в первой половине беременности и как следствие — недостаточность кровоснабжения, препятствующая нормальному росту плода. На сегодня вывод таков: недоразвитая плацента действительно высвобождает токсичные вещества, попадающие в организм матери, но скорее всего первопричиной патологии выступает не это, как думали раньше, а следствие какого-то заболевания. В отсутствие лечения преэклампсия может привести к фатальным нарушениям в организме как матери, так и плода.

Дисфункция плаценты при преэклампсии может быть следствием нарушений на уровне цитотрофобластов или разнообразных материнских клеток, либо результатом комбинаций того и другого. Одним из факторов может быть способность киллерных клеток распознавать чужеродные ткани. Исследования, проведенные Эшли Моффеттом (Ashley Moffett), специалистом по репродуктивной иммунологии из Кембриджского университета, наводят на мысль, что если плацента и организм матери иммунологически слишком близки, то киллерные клетки не могут в полной мере обеспечить замещение материнских клеток выстилки маточных артерий клетками плаценты.

Частота другого осложнения — преждевременных родов — в последнее время увеличивается угрожающими темпами. По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний, этот симптом отмечается в США в каждом десятом случае беременности. Его спусковым крючком могут быть внутриматочные инфекции, но в большинстве случаев первопричина остается неизвестной. На самом деле, до сих пор неясно, что именно запускает нормальные роды, и это одна из ключевых нерешенных проблем биологии человека. По-видимому, в организме матери имеются некие «часы», отсчитывающие продолжительность беременности: в норме это 280 дней. Когда «часы» оповещают об окончании срока, в матке запускается каскад воспалительных реакций, вероятно, приводящих к немедленному сокращению матки и выталкиванию плода. Но где находятся эти «часы»? В тканях плода, плаценте или матке? Вполне разумно предположить, что нарушение процесса формирования плаценты в начале беременности сбивает ход «часов», однако такая идея пока ничем не подкреплена.

Составляющие больших акушерских синдромов перекрываются по своим признакам и лежащим в их основе механизмам. Так, ограниченность инвазии цитотрофобластов, опосредующая преэклампсию, связана также с замедлением роста плода и в некоторых случаях приводит к преждевременным родам. Разобравшись в том, как те или иные отклонения от нормы на поверхности раздела «мать/дитя» реализуются в различные осложнения, мы сможем более эффективно предотвращать их.

След на всю жизнь

Очевидно, что столь серьезные нарушения в ходе беременности не могут не сказаться нежелательным образом на организме новорожденного. Одни младенцы проведут первые дни своей жизни в отделении интенсивной терапии, у других проявятся требующие длительного лечения невралгические нарушения. Последствия влияния отрицательных средовых факторов на развивающийся организм не исчезают с рождением; они могут дать о себе знать годы спустя в виде различных заболеваний, и есть основания полагать, что своими корнями многие из них уходят в аномалии функционирования плаценты.

Впервые мысль о том, что состояние матки матери может влиять на здоровье человека в будущем, высказал в 1980-х гг. ныне покойный английский эпидемиолог Дэвид Баркер (David Barker), когда он пытался выяснить причину высокой частоты сердечно-сосудистых заболеваний и диабета в беднейших регионах страны. Баркер заметил, что эти хронические заболевания чаще встречаются у людей, родившихся с дефицитом веса, что может быть связано с недостатком питательных веществ во время внутриутробного развития. Некоторые исследователи полагают, что нарушение питания плаценты и ее дисфункция могут повлиять на генетическую регуляцию развития плода, однако механизмы, лежащие в основе этих отклонений от нормы, неизвестны. Эпидемиологические исследования с несомненностью указывают на то, что если мать во время беременности перенесла такие инфекционные заболевания, как грипп, то вероятность развития у младенца неврологических и психических нарушений — аутизма, биполярного расстройства и шизофрении — повышается.

Результаты исследований на лабораторных мышках, опубликованные в 2016 г. иммунологами Дэном Литтманом (Dan R. Littman) из Нью-Йоркского университета и Юном Ху (Jun R. Huh) из Медицинской школы Массачусетского университета, дают основания полагать, что при гриппе у плода может слегка измениться развитие мозга, а проявится это спустя несколько лет или даже десятилетий после рождения. Еще раньше исследователям было известно, что под действием вирусоподобных агентов, вызывающих системное воспаление у беременных мышей, потомство демонстрирует поведение, сходное с аутизмом. Литтман и Ху с коллегами показали, что провоцирующий воспаление агент — это белок интерлейкин-17 (*IL-17*) и что вырабатывает его иммунная система матери. Используя сложные методы визуализации, группа исследователей установила, что данный белок напрямую отвечает за едва заметные структурные нарушения головного мозга у мышей.

Но каким образом материнский *IL-17* проникает сквозь плаценту и атакует головной мозг плода, если это не удастся сделать сходным по размерам молекулам других веществ? Одно из возможных объяснений состоит в том, что *IL-17* транспортируется из крови матери в плаценту путем активной диффузии, попадает в циркуляторную систему плода и доходит до его головного мозга. А может быть, материнские клетки, вырабатывающие *IL-17*, сами проникают в плаценту, а затем — в организм плода.

Минуя все преграды

Пандемия заболевания, вызванная вирусом Зика, — прямая иллюстрация того, что может произойти, если вирус, инфицировавший беременную женщину, проникнет в плаценту. На сегодня, впрочем, по поводу того, как именно этот вирус вызывает проблемы со здоровьем, которые зарождаются у инфицированного еще не родившегося младенца, мы ничего сказать не можем.

Имея в виду, что связь между заражением матери вирусом Зика в период беременности и разнообразными патологиями установлена лишь недавно, не стоит удивляться, что мы знаем очень мало о путях проникновения патогена в организм плода. Даже частота связанных с ним патологий неизвестна и, по-видимому, варьирует от региона к региону. Был сделан вывод, основанный на результатах исследований, проведенных в США и опубликованных в январе прошлого года в журнале *JAMA*, что врожденные патологии встречаются лишь у 6% младенцев, чьи матери были заражены вирусом Зика. По данным же бразильских эпидемиологов, представленным в *New England Journal of Medicine*, доля таких детей — более 50%, при этом у некоторых из них неврологические нарушения проявились лишь спустя какое-то время после рождения, а вначале они развивались нормально. Поскольку наиболее серьезные последствия инфекции — в первую очередь микроцефалия — наблюдаются именно в Бразилии, высказывается предположение, что в этом регионе в окружающей среде присутствует некое химическое вещество, отрицательно влияющее на плаценту, отчего она становится уязвимой для вируса Зика. Альтернативное объяснение основано на предположении об одновременном заражении другим микроорганизмом, распространенном на территории страны в большей степени, чем в других регионах.

Еще один нерешенный вопрос — как именно вирус переходит из плаценты в плод. Проходит ли он сквозь плаценту с материнской стороны, заражая все попадающиеся на пути клетки, или его «выводят в свет» особые клетки, например клетки иммунной системы матери? А может быть, ему помогают некоторые патогены, переходящие

из влагалища в матку? Так или иначе, вирус Зика попадает в ткани плода и упрочивается там: по данным молекулярных патологов, он может находиться в плаценте несколько месяцев и продолжать реплицироваться в головном мозге родившегося младенца.

Разумеется, вирус Зика — не единственный патоген, проникающий сквозь плаценту и поражающий плод. По имеющимся оценкам, по всему земному шару каждый год на свет появляется 100 тыс. младенцев с краснухой, что может приводить к глухоте, нарушению зрения, заболеваниям сердца и другим тяжелым патологиям. Малярия, герпес, лихорадка Эбола — все они могут стать причиной гибели плода. Способы их проникновения в ткани плода тоже предстоит определить. Есть основания полагать, что некоторые из них инфицируют плацентарные трофобласты, особенно в начале беременности. В этот период поверхность раздела «мать/зародыш» еще не служит надежной защитой, особенно если учесть, что выстилка матки должна выполнять две противоречащие одна другой функции: с одной стороны, защищать плод и плаценту от инфекции, а с другой — смягчать слишком сильную иммунную реакцию организма матери на плаценту.

С учетом того, как мало мы знаем о плаценте, три года назад Институт здоровья ребенка и развития человека им. Юнис Кеннеди-Шрайвер приступил к реализации проекта *Human Placenta*, с тем чтобы досконально исследовать загадочный орган, «который влияет не только на состояние здоровья беременной женщины и плода, но и на их последующую жизнь». Наряду с попытками лечения ВИЧ-инфицированных, онкологических больных, а также страдающих сердечно-сосудистыми патологиями исследование строения и функций плаценты должно стать приоритетным направлением для современной медицинской науки. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- The “Great Obstetrical Syndromes” Are Associated with Disorders of Deep Placentation. Ivo Brosens et al. in *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, Vol. 204, No. 3, pages 193–201; March 2011.
- Immunology of the Maternal-Fetal Interface. Adrian Erlebacher in *Annual Review of Immunology*, Vol. 31, pages 387–411; 2013.
- Uterine NK Cells: Active Regulators at the Maternal-Fetal Interface. Ashley Moffett and Francesco Colucci in *Journal of Clinical Investigation*, Vol. 124, No. 5, pages 1872–1879; May 1, 2014.
- Placenta: The Forgotten Organ. Emin Maltepe and Susan J. Fisher in *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, Vol. 31, pages 523–552; 2015.

Всё, всем, всегда ДОСТУПНО



Номера журнала за все годы
читайте в **любом удобном** для вас формате

ЦИФРОВЫЕ РЕСУРСЫ

Мгновенный доступ к текущему номеру и архиву с января 2012 г. с вашего iPad

www.sciam.ru



Google play



**В мире
науки**

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-информационный
журнал



НОВЫЕ ОРГАНЫ ИЗ СВОИХ ТКАНЕЙ

Вся медицина, как известно, делится на несколько больших разделов: профилактическую, которая рекомендует, как себя вести, чем питаться; терапию, которая лечит различными препаратами, действующими на живую клетку, активируя какой-то процесс либо подавляя его; и, наконец, хирургию, основной метод которой — оперативное вмешательство. Сейчас мы стали свидетелями появления четвертого, принципиально нового направления — регенеративной медицины. Это выращивание новых органов из собственных клеток пациента.

Такая возможность появилась благодаря успехам биохимии, молекулярной и клеточной биологии, бурно развивавшихся во второй половине прошлого века. Конечно, первые достижения этой науки довольно скромны, хотя для многих людей это настоящее спасение. Глобальная цель регенеративной медицины — понять процессы обновления, чтобы научиться ими управлять, добиваться репарации поврежденных органов и тканей непосредственно в теле человека.

В нашем организме непрерывно идет регенерация. Отрастают волосы и ногти, срастаются сломанные кости, обновляется кожа, слизистая кишечника,

дыхательных путей, кровь. Поэтому главная мечта людей, которые всерьез занимаются исследованиями в этой пионерской области, — научиться включать в организме потенциал регенерации и обновления.

По словам министра здравоохранения РФ В.И. Скворцовой, современная медицина строится на новой философии восстановления здоровья, повышения качества жизни и активном долголетии, что требует принципиально новых подходов к лечению и профилактике заболеваний. Лечение без таблеток и операций, исцеление тяжелейших и летальных заболеваний, продление жизни, регенерация органов — не миф, а реальность.

«Сегодня регенеративная медицина — одно из наиболее динамично развивающихся направлений медицинской науки, ставящее своей целью воссоздать или заменить клетки, ткани или органы для восстановления или установления нормального функционирования организма, — подчеркивает В.И. Скворцова. — Это новое направление медицины, которое будет спасать людей, считавшихся ранее неизлечимыми».

В наши дни появилась уникальная возможность увидеть первые результаты такой работы. В поселке Вольгинском Владимирской области успешно функционирует технопарк «Генериум», уже производящий



Министр здравоохранения РФ
В.И. Скворцова в МГУ на Национальном
конгрессе по регенеративной медицине

в ближайшие годы приведет нас к практическим результатам. Некоторые из них мы видим уже сейчас.

— Что именно произошло?

— Началось с того, что 100 лет назад наш соотечественник А.А. Максимов из Военно-медицинской академии открыл кроветворящую клетку. Из одной клетки костного мозга образуются все клетки крови. Интенсивность этого процесса невероятная: 3 т клеток за жизнь. Это могучий процесс. Долгое время полагали, что это свойство крови и костного мозга. А затем стали открывать другие стволовые клетки. Мезенхимальные тоже открыл наш соотечественник А.Я. Фриденштейн в середине прошлого века. А затем стали находить и нейральные, и другие клетки. И оказалось, что стволовые клетки участвуют в обновлении всех клеток нашего организма, даже тех, которые не делятся.

Это открытие дало толчок к использованию таких клеток в качестве лечебного средства. С возрастом или при болезни они расходуются, идут на репарацию. Мы научились их выделять, размножать и возвращать в нужный орган, ткань для проведения тех или иных лечебных процедур.

Разумеется, необходима максимальная осторожность, потому что у человечества нет опыта многолетних наблюдений, к чему это может привести в далекой перспективе. Поэтому клинические опыты проводились в том случае, когда речь шла о терминальных болезнях, которые другим способом не излечишь.

В последние пять-десять лет было обнаружено, что в нашем организме одни зрелые дифференцированные клетки могут превращаться в другие. Это открывает фантастические возможности. Мы производим

инновационные препараты для отечественного здравоохранения, в том числе и клеточные продукты, необходимые в регенеративной медицине.

Это первый частный наукоград в нашей стране. Модель успешного и эффективного функционирования такого рода структуры все убедительнее демонстрируют инвестиционные проекты, встречающие горячую поддержку со стороны как бизнеса, так и государства. Будучи президентом РФ, здесь дважды успел побывать Д.А. Медведев.

Основные направления, в которых активно работает компания, — гематология, онкология, нейродегенеративные заболевания, в частности рассеянный склероз, производство диаскин-теста для точной диагностики туберкулеза. Близки к регистрации ферменты для лечения ишемического инсульта, болезни Гоше, муковисцидоза и других тяжелых прогрессирующих заболеваний.

Сегодня технопарк «Генериум» — это не только суперсовременный медико-биотехнологический комплекс с действующими научными лабораториями, заводом по производству препаратов и материалов, комфортабельными жилыми коттеджами и всей необходимой инфраструктурой, но и природный

заповедник. Сюда стремятся попасть на работу самые квалифицированные кадры, однако с годами отбор становится все жестче. Недаром технопарк украшает лозунг «Генериум — территория будущего».

**Всеволод
Арсеньевич
Ткачук,**

академик, ректор факультета фундаментальной медицины МГУ:



— Регенеративная медицина сегодня — в большей степени исследовательская область. В науке за это время произошел очень серьезный прорыв, который

десятки тонн клеток за свою жизнь, и все это время клетки обмениваются генетическим материалом, секретируют микровезикулы, экзосомы, в которые упакованы регуляторные нуклеиновые кислоты, ответственные за дифференцировку и трансдифференцировку клеток. Многие заболевания вызываются сбоем в этой системе — например, рак, который стали называть пародией на эмбриогенез или на регенеративные процессы.

Раковая клетка — это некий генетический сбой. Ее можно удалить, сейчас есть и хирургические, и лучевые методы. Но она может превратиться в стволовую раковую клетку, и тогда это уже хроническое заболевание, которое может дать новые рецидивы. Так что возникло очень много проблем в понимании патогенеза, но открылись и новые возможности лечения. Это первое. Второе: в нашей стране после долгих усилий Минздрава, академии наук, МГУ появился закон о клеточных технологиях. Его подписал в прошлом году президент страны, и уже с этого года мы имеем законодательную базу. Она предполагает испытания всех этих клеток на животных моделях. Это непросто, но мы разработали технологию. И вот теперь проводятся испытания эффективности регенеративных технологий и их возможных побочных эффектов. Если все пройдет успешно, начнутся клинические испытания, тоже в строго контролируемых условиях, с согласия пациентов.

Вот такие значимые события произошли в нашей науке. Сюда хлынуло множество генетиков, клеточных биологов, биохимиков, молекулярных биологов. Стали приходиться врачи. Уже вовсю делают искусственные орга-

ны, тканеинженерные конструкции, которые нужно вырастить вне организма, а потом вернуть «хозяину». Это будущее трансплантологии, потому что доноров никогда не будет хватать.

— Какие из последних достижений регенеративной медицины вы считаете самыми заметными?

Мы можем взять соматические клетки с подкожной клетчатки, из костного мозга и из них вырастить другие клетки, например нервные, которые часто нужны при нейродегенеративных заболеваниях или травмах

— Самое поразительное — наверное, в области перепрограммирования клеток. Если человеку нужно что-то вырастить — орган, ткань или нарастить какие-то ткани, — мы можем взять соматические клетки с подкожной клетчатки, из костного мозга или сделав биопсию из любого органа и из этих клеток вырастить другие его клетки, например нервные, которые часто нужны при нейродегенератив-

ных заболеваниях или травмах, при тяжелых операциях, которые требуют замещения ткани. И, оказывается, их можно перепрограммировать.

Но тут есть опасность. Если при пересадке этих клеток хотя бы одна из них не будет дифференцирована нами *in vitro* и окажется в организме, она начнет

превращаться в другие ткани. Это может закончиться тератомой, образованием опухоли. Сейчас в нашей стране совершенствуются методы, которые исключают эту опасность.

Выращивают также тканевые конструкции и органы. Делаются каркасы, которые заселяются частично дифференцированными стволовыми клетками, и потом они подсаживаются «на место». Это первые опыты, которые



Д.А. Медведев, на тот момент президент РФ, во время рабочей поездки в «Генериум»



Главный научно-исследовательский корпус «Генериума»

в основном ведутся на животных и на данном этапе только подходят к клинике. Но это уже не за горами. Мы в одном шаге от лечения людей. Причем речь идет о самых драматичных ситуациях — это разрыв спинного мозга, когда люди погибают от неподвижности, или фиброз сердца после инфаркта, или фиброз печени после вирусных заболеваний или тяжелых отравлений, потеря подвижности после трансплантации органов, плохое кровоснабжение. Сегодня мы можем выращивать сосуды, нервы, другие ткани и органы.

В стране начали появляться институты регенеративной медицины. Самый первый был создан у нас в МГУ, и за это хочу поблагодарить нашего ректора, а также руководителей Москвы. В нашем клиническом центре мы создали институт, в котором в абсолютно стерильных условиях можно производить все эти препараты.

Конечно, очень важна подготовка специалистов, которая заняла более десяти лет. Это принципиально новая область, поэтому еще нет школы, а в медицине это очень важно. Ну и оборудование — совершенно уникальное. Мы пытаемся создавать программы для обучения всей страны.

Владимир Павлович Чехонин,

академик, вице-президент РАН:



— Это очень важно на сегодня — отработать механизмы трансляции фундаментальных исследований в практическом здравоохранении. Все существующие сейчас стратегии содержат как компонент именно регенеративную медицину. Я имею в виду стратегию развития медицинской науки, которая уже принята, и стратегию научно-техно-

логического развития страны, которая на текущий момент разрабатывается.

В обеих стратегиях есть очень серьезный блок, который, с одной стороны, обеспечивает развитие регенеративной медицины, с другой — дает импульс тому, чтобы эти фундаментальные разработки нашли применение в практическом здравоохранении, что крайне важно.

Этот тренд сегодня весьма актуален во всем мире. Необходимо, чтобы российская фундаментальная наука понимала, для чего она работает, и практическое здравоохранение получало весь необходимый комплекс фундаментальной подпитки от науки.

— Вам как специалисту, который занимается нейронауками, что кажется наиболее интересным в контексте прошедшего конгресса?

— Крайне актуально применение клеточных технологий для терапии целого ряда сложнейших заболеваний нервной системы. Есть множество патологических процессов, в которых нарушается структура нервной ткани. И мы очень ждем серьезных достижений и предложений от специалистов в области регенеративной медицины —

например, при травмах спинного мозга. Это чрезвычайно важное направление, которому во всем мире уделяется очень серьезное внимание.

Павел Игоревич Макаревич,

кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией генно-клеточной терапии Института регенеративной медицины МГУ:

— 2017 г. — это первый год, когда вступил в силу Федеральный закон ФЗ-180 «О биомедицинских клеточных продуктах». Мы работаем сейчас в новой отрасли медицины, пока очень молодой, где многие проблемы еще не решены. Очень много вопросов о ее перспективах, хотя они, несомненно, радужные.

— Скажите несколько слов об Институте регенеративной медицины, который вы представляете.

— Наш институт нынешним летом отметил первый год своего существования. Сейчас мы близки к тому, чтобы коллектив увеличился до 30 человек. Сегодня мы имеем все шансы стать одним из флагманов в этой области. Во-первых, это первый официально созданный в России институт регенеративной медицины с таким названием. Во-вторых, в 2018 г. мы очень рассчитываем на рост и в научном, и в образовательном плане, потому что хотим максимально акцентироваться не только на разработках, но и на подготовке специалистов. Мы понимаем: сколь бы ни были актуальны и эффективны наши разработки, в России очевиден острый дефицит врачей, технологов, экспертов, которые должны сформировать всю отрасль. Поэтому мы очень хотим стать инфраструктурным центром, не только занимающимся наукой, но и воспитывающим специалистов, которые будут все это внедрять в практику.

Ольга Васильевна Григорьева,

заместитель генерального директора «Селлтера Фарм» по развитию:



— Компания «Селлтера Фарм» — одна из самых первых специализированных компаний, которая разрабатывает и производит биомедицинские клеточные продукты для удовлетворения потребностей российского здравоохранения в терапии социально значимых заболеваний и заболеваний, у которых нет иных средств терапии, — то, что раньше называли неизлечимыми, некурабельными состояниями.

Необходимо, чтобы здравоохранение получало весь комплекс подпитки от науки

— О каких конкретно заболеваниях речь?

— В основном это онкологические заболевания, ортопедия, офтальмология, аутоиммунные заболевания, заболевания желудочно-кишечного тракта, например болезнь Крона или так называемый неязвенный колит. Терапии от них не придумано. Объять необъятное, конечно,

нельзя. Такое распыление ни к чему хорошему не приводит. Поэтому сейчас мы сфокусированы на нескольких направлениях: это дендритно-клеточная вакцина для терапии онкологических заболеваний, это наши инновационные хрящевые продукты для реконструктивной челюстно-лицевой хирургии — восполнения глубоких дефектов, реконструкции, ринопластики. Очень часто не хватает собственного материала для проведения операций традиционным способом.

— Все это чисто российское производство?

— Наша цель — локализация и оптимизация производства на территории Российской Федерации. Мы можем лицензировать продукт, который был разработан за рубежом, чтобы его как можно быстрее получил российский потребитель. Но все производство, конечно, только на российской территории. Регистрацию наша продукция будет проходить согласно российским регуляторным нормам.

— Насколько это новое явление для России — строительство таких технопарков?

— Первый камень нашего технопарка был заложен в 2009 г., а уже в 2011 г. начали работать первые лаборатории. Сейчас технопарка такого объема у нас в стране больше нет.

— А есть ли у вас задачи по внедрению этих технологий с учетом социальных потребностей людей, которые не могут себе позволить все это приобрести?

— Безусловно, мы на это рассчитываем, но здесь мы должны работать в сотрудничестве с государственными структурами. И, я полагаю, так оно и будет.

Дмитрий Анатольевич Кудлай,

доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор акционерного общества «Генериум»:



— Эта территория — первый в России частный академгородок, уникальный для нашей страны. Это и то место, где наши сотрудники работают, занимаются научными исследованиями, и жилая зона, зона отдыха, занятий спортом, прогулок на свежем воздухе. Это самое крупное биотехнологическое производство в нашей стране мощностью более 60 млн доз. При этом мы изначально предполагали застройку не выше трех этажей, чтобы не убить уникальный ландшафт. Экологические моменты нами также учитывались. Специалистам, которых мы привлекали к работе, этот момент тоже казался важным. Дело в том, что мы приглашали не самых молодых людей, а уже с некоторым опытом — таких, кто работает в сфере биотехнологий не менее пяти лет. Молодые люди ищут мегаполисы, дискотеки, театры, культурную жизнь. А люди опытные, у кого уже есть дети, — это как раз те, кто смотрит мимо мегаполисов в правильную экологическую сторону.

Когда мы начинали, здесь были только болото и лес. Не было ни детского центра, ни жилья, ни здания института, ни бассейна, ничего. Мы рассказывали людям, которые шли к нам работать: вот здесь будут дома, здесь институт на 12 тыс. м², такое-то оборудование. Конечно, нужно было поверить в это.

— **Поверили?**

— Как видите.

— **Сколько у вас сейчас сотрудников?**

— Порядка 600. Это собственные разработка и доклинические исследования, включая виварий, клинические исследования и масштабирование производства, то есть выпуск. Мы имеем в своем составе и медицинский отдел — порядка 50 профессиональных сотрудников: это и статистики, и мониторы, и проект-менеджеры, то есть те, кто работает с клиническими центрами напрямую, минуя посредников, компании CRO, которые продают услуги по медицинским исследованиям.

Когда мы только начинали собственное производство, решили посмотреть, что умеют делать считанные компании в мире. Это оказались факторы крови, препараты для лечения таких заболеваний, как гемофилия. Таких компаний очень мало. Гибридные белки в диагностической сфере тоже в остром дефиците. Вот этими направлениями мы и занялись.

— **Диагностика в какой области? Онкологии?**

— В том числе. Хотя онкологией сейчас занимаются многие, а мы пошли в ту сферу, где 100 лет ничего не происходит, — туберкулез. Мы увидели пробу Манту как золотой стандарт, и это меня поразило. Ее придумали во Франции еще в начале XX в., и с тех пор в принципе ничего не изменилось. И вот это та сфера, где мы начали работать, видя вечные сомнения родителей на тему ложноположительных реакций, когда то ли будет туберкулез, то ли

не будет, то ли надо вставить на учет в противотуберкулезный диспансер и лечить слабыми дозами антибиотиков, то ли нет... Все это для меня показалось очень странной дискуссией.

— **Вы решили эту проблему раз и навсегда?**

— Решили! Недавно закончился глобальный международный Конгресс эпидемиологов по туберкулезу. И мы там были на правах тех, кто разработал, внедрил диагностику туберкулеза и учит ей весь мир. Быть экспертами в глубоких нишах, которые гарантируют высокие цифры смертности и заболеваемости, — это большая ответственность. Министр здравоохранения В.И. Скворцова четко назвала с трибун 64 странам-участникам наш «Диаскинест».

— **Он уже применяется в практическом здравоохранении? Скажем, в детских садах, школах?**

— Да. Более того, скажу про скрининг. У взрослых есть группы риска, которым при устройстве на работу необходимо исключить активный туберкулез, — те же врачи, учителя, работники общепита. В скрининге всегда была Манту. А сейчас применяют «Диаскинест», потому что чувствительность в три с половиной раза выше и никаких побочных реакций.

— **А что нового в области разработки клеточных продуктов?**

— Наш технопарк — первый в стране и один из семи в мире, который может похвастаться такого рода производством. Наши дендрито-клеточные вакцины — по сути, аутологичный материал, который забирается у самого пациента. Например, мы работаем со светлоклеточной карциномой почки. Берутся, если говорить простым языком, аутологичные клетки пациента и на две недели помещаются в изолятор. Это технология, которая предполагает индивидуальную работу с человеком и его проблемой. Это персонализация в самом

высоком ее понимании. Через две недели иммунокомпетентные клетки получают первичные свойства бороться с неопластическими процессами, которые они утратили. И материал возвращается самому пациенту.

— **То есть вы берете у человека, страдающего раковым заболеванием, его клетки, оздоравливаете и возвращаете ему? Это же фантастика.**

— Нет, это не фантастика, а технологии, которые работают в США, а теперь и у нас. Раньше получалось, что наши соотечественники

заниматься, чтобы проталкивать те или иные законы. Если этого не делать, мы будем лишь одной из компаний, работающих для кого угодно, но не для России. И вот этот аспект для нас сейчас самый важный.

— **Какой еще тематикой вы занимаетесь?**

— Это тематика хондроцитов, где мы можем решать проблемы хирургических и косметологических дефектов, воссоздавать ткани посредством собственных хрящей. По сути дела, это восстановление формы, утерянной в ходе каких-то тяжелых опера-

платила огромные деньги, чтобы закупить эти препараты в США.

Еще мы пошли в сферу рассеянного склероза — это так называемые бета-*1b*-интерфероны, входящие сегодня в «Семь нозологий».

— **Это означает, что пациенты с таким диагнозом получают препарат бесплатно?**

— Именно так. А за разработку по тестированию туберкулеза мы получили аналог Нобелевской премии в биотехе — французскую премию Галена в 2014 г., премию Правительства РФ в 2012 г. Мы единственная, наверное, компания, которая подписала с крупнейшей китайской компанией *Sinopharm* договор по трансферу технологий.

В нашем портфеле сейчас около 40 разработок. Треть из них не имеют аналогов, это наши, оригинальные продукты. Скажем, наш самый первый продукт «Растан», препарат гормона роста соматропина, в свое время вызвал интерес у президента РФ В.В. Путина. Он сфотографировался на фоне нашего стенда, и теперь мы показываем этот слайд на всех конференциях. Потом были колониестимулирующий фактор «Филграстим», интерфероны. И многое еще впереди. Главное — интерес и желание работать, а у нас это есть. ■

Беседовала Наталья Лескова

Раньше наши соотечественники лечились в США, а стоимость лечения составляла около \$200 тыс. за год. Теперь они смогут лечиться у нас, и это будет заметно дешевле

лечились в США и стоимость такого лечения составляла около \$200 тыс. за год. Теперь они смогут лечиться у нас, и это будет заметно дешевле. А со временем стоимость таких биомедицинских клеточных продуктов станет доступна и среднему классу. К сожалению, дело движется медленнее, чем хотелось бы, и поэтому нам приходится еще и политикой

ций или в результате травм.

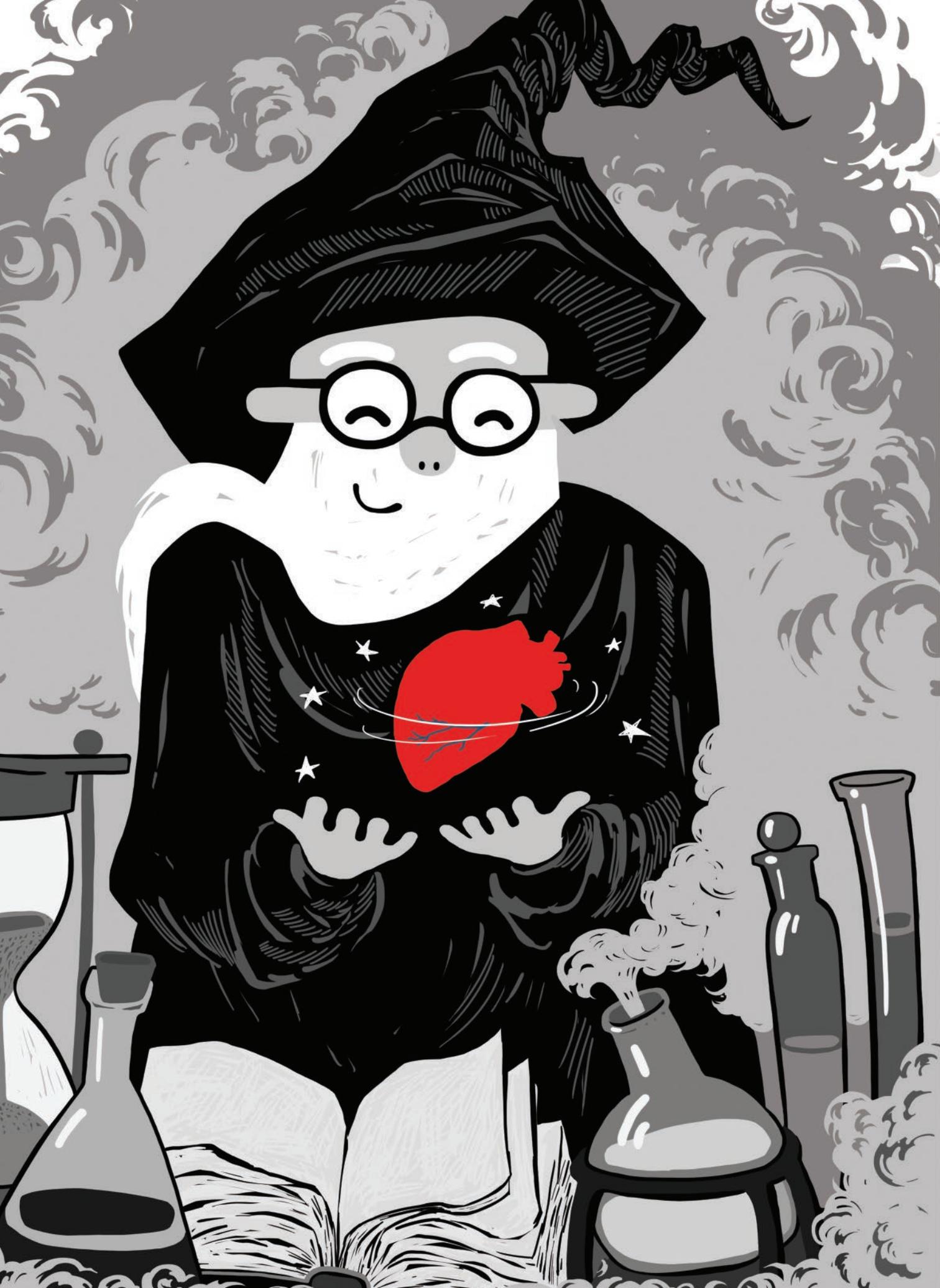
Сегодня «Генериум» — единственная компания, которая может лечить гемофилию А, В и ингибиторную форму. Недавно в Торгово-промышленной палате нам вручили премию «Приоритет» за эту разработку. Это премия по импортозамещению, но на самом деле речь идет уже об экспорте, хотя раньше Россия



Новейшее оборудование центра «Генериум»



На форуме в рамках Конгресса по регенеративной медицине



3D-ПРИНТЕРЫ

ДЛЯ ПЕЧАТИ СЕРДЦА БУДУТ СТОЯТЬ В КАЖДОЙ КЛИНИКЕ

Аортальный стеноз, коарктация аорты, транспозиция магистральных сосудов, тотальная аномалия впадения легочных вен, тетрада Фалло — в современной медицине насчитываются десятки видов пороков сердца, которые бывают как врожденными, так и приобретенными. Некоторые из них могут встретиться хирургу за всю его карьеру один-два раза. В научно-образовательном центре «Современные производственные технологии» Томского политехнического университета инициировали проект по 3D-печати человеческого сердца. Созданный таким образом «тренажер» помогает кардиохирургам изучить аномалии в строении сердца пациента, уточнить диагноз и спланировать операцию. Политехники выполняют этот проект для томского НИИ кардиологии, хирурги которого уже применяют 3D-модели сердца в своей работе.

Посмотреть на сердце изнутри

С помощью рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии, ультразвуковых исследований, эндоскопии, термографии, методов ядерной медицины врачи получают изображения, которые позволяют им увидеть структуру органа и других тканей человека изнутри. Однако, имея в руках осязаемую модель органа, хирурги могут подробнее изучить дефекты и выбрать подходящий способ оперативного лечения. Это особенно важно, когда речь идет о кардиохирургии, так как насчитываются десятки видов различных

структурных аномалий сердца и не все из них можно увидеть на экранах мониторов визуализирующих диагностических систем.

«Сегодня ни один кардиохирург не идет просто так на плановую операцию. Предварительно с помощью визуализации и других диагностических технологий он получает подробную информацию о пациенте и его патологии, чтобы спланировать операцию, которая должна пройти безопасно, штатно и высокоэффективно. В лаборатории радионуклидных методов исследования нашего НИИ при помощи томографии получают виртуальные

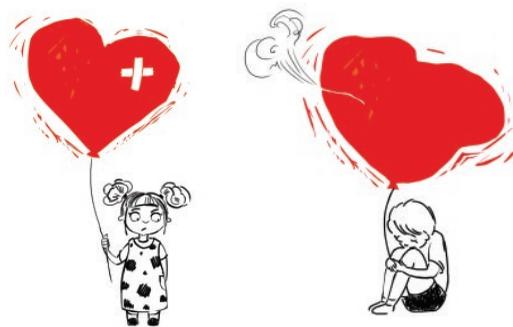
компьютерные модели сердца, однако для успешного планирования операции в некоторых случаях этого бывает недостаточно. Поэтому появилась идея инициировать совместно с Томским политехом проект по созданию 3D-моделей сердца из различных материалов (твердых и эластичных). На такой модели кардиохирург может фактически выполнить симуляцию операции», — рассказал заместитель директора по научной и лечебной работе, руководитель отделения неотложной кардиологии, доктор медицинских наук, профессор кафедры кардиологии СибГМУ Вячеслав Валерьевич Рябов.



Руководитель отделения неотложной кардиологии доктор медицинских наук В.В. Рябов

НИИ кардиологии — это высокотехнологичная кардиологическая клиника, в которой оказание медицинской помощи больным тесно связано с научными исследованиями: разработкой новых методов диагностики, медицинских технологий для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Пациенты у томских кардиологов самые разные — от новорожденных до пожилых. И заболевания у них тоже самые разные, например за помощью приходят люди, которые дожили до взрослого возраста с детской патологией. А бывают и дети, у которых диагностирован редкий порок сердца, — все они требуют отдельного изучения и индивидуального подхода к лечению.

«Пороки сердца, особенно редкие, так устроены, что хирургу для планирования операции нужно посмотреть на патологию изнутри. То есть нам нужен макет, который бы полностью повторял строение сердца пациента с патологией, чтобы хирурги могли его разрезать, заглянуть внутрь, получить информацию, которую нельзя собрать с помощью других обследований, уточнить диагноз, спланировать, как лучше построить ход операции. Речь



здесь идет о персонифицированной медицине, когда для каждого пациента создается своя модель органа с дефектом и ищется индивидуальный подход к решению проблемы», — пояснил В.В. Рябов.

По его словам, у медиков нет времени долго ждать, так как в палатах лежат пациенты и каждый день нужно решать, как им помочь. И чтобы улучшить качество жизни каждого больного, необходимо использовать ресурсы не только медицинского оборудования, но и инженерного.

Печать сердца за две недели

Научно-образовательный центр «Современные производственные технологии» был открыт в 2015 г. к 119-летию Томского политеха, хотя разработками в сфере аддитивных технологий физики в вузе занимаются давно. Теперь ученые работают в просторном корпусе, где происходит весь производственный процесс — от идеи до готового изделия. Ученые ТПУ уже успешно изготавливали детали для военных, основания и аппаратуру для спутников, заказы для промышленности. 3D-печать сердца стала не менее объемной задачей для программистов и инженеров центра.



Доктор медицинских наук К.В. Завадовский

«Цель, которую все мы преследуем, — сделать оперативное вмешательство более щадящим, чтобы во время операции как можно меньше повредить ткани и все быстрее заживало. Еще желательно, чтобы успешных операций было 100%», — говорит директор Инженерной школы новых производственных технологий ТПУ кандидат физико-математических наук Алексей Николаевич Яковлев.

Сейчас 3D-сердце в Томском политехническом университете печатают из пластика. Это штучные изделия, и над каждым прототипом работает целая команда — программисты, инженеры, медики. Специалист ТПУ получает из томского НИИ кардиологии послойную томографию, которую затем превращает в объемную 3D-модель. Эта модель, как правило, содержит много дефектов и не подходит для отправки в печать на принтер. Сотрудники центра буквально вручную отделяют изображение сердца от других внутренних органов, сосудов и тканей, которые мешают обзору. С помощью фильтров полученное изображение сглаживается. Если нужно, инженер прорисовывает сердечные стенки. Причем обрабатывается изображение и снаружи, и внутри, так как в итоге должна получиться объемная модель с полостями.

Этот процесс проходит в тесном контакте с исследователями из НИИ, которые консультируют программистов, говорят, что можно убирать, а что важно оставить. Итоговую модель сердца, особенно когда речь идет о прототипе сердца ребенка, в ТПУ могут увеличить в несколько раз, чтобы медикам было удобнее с ней работать. Либо, если операция планируется только на одном участке, его могут напечатать более детально.

Сейчас на весь процесс печати одного сердца уходит две недели. Специалисты Томского политеха рассчитывают отработать эту технологию таким образом, чтобы она занимала один-два дня.

«Каждый пациент уникален, особенно когда речь идет о пороках сердца, в том числе о пороках сердца маленьких детей. Наша технология позволяет сделать индивидуальные прототипы, которые другими способами получить сложно. Никто не возьмется, например, для создания подобной закрытой полый структуры, готовить литьевую форму, так как это слишком дорого. В перспективе такой принтер должен стоять в каждом кардиоцентре, чтобы хирурги могли получить модель на месте в течение суток-двух», — считает А.Н. Яковлев.

Операции в новом разрезе

В НИИ кардиологии уже получили несколько 3D-прототипов для своих пациентов. Хирурги отмечают, что работать с пластиковым сердцем удобно, — в таком искусственном органе можно увидеть, как у пациента идет аорта, где ее изгибы, с какой стороны лишние полости и как

расположены их стенки. В двух случаях кардиохирурги после детального изучения дефекта на пластиковом сердце приняли решение отказаться от первоначального плана операции и провести ее по-другому. Обе операции в итоге завершились успешно.

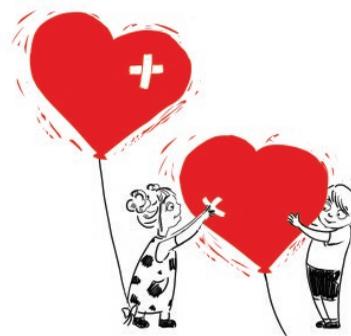
«Посмотрите, это правый желудочек, вот выходной отдел правого желудочка. Эта структура была дополнительной полостью в правом желудочке, — показывает на 3D-модели сердца патологию одного из пациентов ведущий научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии доктор медицинских наук



Директор научно-образовательного центра «Современные производственные технологии» В.В. Федоров

Константин Валерьевич Завадовский. — Сложность была в том, чтобы оценить, как эта полость и эти стенки дополнительной полости соотносятся с выходным трактом правого желудочка, чтобы понять, как проводить операцию. Была сделана 3D-модель этого сердца, на основании которой наши хирурги уже приняли решение об операции и провели ее успешно.

По его словам, минус компьютерных моделей в том, что они показывают лишь внешнюю поверхность, а внутрь можно заглянуть только на срезах.



А 3D-модель можно раскрыть как пирамидку и посмотреть, как расположены аномалии внутри сердца.

«Буквально сейчас был пациент средней патологией, а утром у нас были два ребенка — и тоже с необычными пороками сердца. Хотелось бы получить 3D-модели и посмотреть, как устроены эти патологии. У нас в НИИ проходят обучение ординаторы и аспиранты, и благодаря таким тренажерам они также могли бы изучить такие редкие и сложные взаимоотношения аномальных структур внутри сердца больного человека, что в дальнейшем поможет им стать хорошими врачами», — пояснил К.В. Завадовский.

Следующим шагом, по мнению кардиохирургов, должны стать 3D-модели сердца из материала, который позволит врачам отработать практические навыки, например из эластичного материала или биоматериала.

«3D-моделирование в области биомедицины — это направление, где ожидаются большие достижения в ближайшее время. Если ТПУ удастся воспроизвести сердце из эластичного материала, затем из биоматериала, сохранив при этом электромеханические свойства сердца, то следующий шаг — создание искусственного сердца», — считает заместитель директора по научной и лечебной работе НИИ кардиологии В.В. Рябов.



В НИИ кардиологии есть образовательный центр, где студенты приобретают навыки оказания медицинской помощи на симуляторах — реанимация, УЗИ, пункции и т.д. Появление тренажеров для кардиохирургов заметно повысит квалификацию будущих врачей.

«В перспективе у 3D-моделирования в медицине открывается много возможностей применения — это и лечение пациентов, и изучение физиологии сердца, и обучение будущих врачей. А если смотреть еще дальше, то 3D-печать, возможно, будет применяться для биомедицины, например для выращивания 3D-матриц органов, куда затем будут заселять стволовые клетки, для получения протезов из биоматериалов или из новых материалов для каждого больного», — уверен В.В. Рябов.

Резиновое сердце

В Томском политехе уже начали работать над поиском материала для сердца, который будет по своим характеристикам близок к живой ткани, чтобы хирурги могли на нем тренироваться — резать, зашивать, убирать дефекты стандартными медицинскими инструментами.

«Здесь могут быть разные варианты. Мы можем подбирать материал, пробовать его разработать. Но в этом случае речь идет не только о материале — мы же должны будем печатать из него изделия. В основном сейчас на 3D-принтере печатают из пластика. Печать из резиновых изделий — это неординарный случай. То есть можно найти подходящий материал, но не факт, что из него получится изделие на принтере. В этом уникальность технологии, над которой работают сотрудники центра, — надо подобрать материал, технологические решения и оборудование, которое позволит получить "мягкий" макет сердца», — пояснил задачу директор научно-образовательного центра «Современные производственные технологии» Василий Викторович Федоров.

В ТПУ сейчас есть принтер электронно-лучевого сплавления, лазерный принтер, принтер, печатающий полимерными



В томском НИИ кардиологии оказание медицинской помощи больным тесно связано с научными исследованиями

материалами. Некоторые из них традиционной комплектации, другие — собраны инженерами Томского политеха. И под каждую задачу программисты пишут специальную программу.

Прототипы сердец из пластика в ТПУ печатают на готовых стандартных машинах: устанавливается катушка с пластиковой нитью, она подает нить на печатающую головку, которая сильно нагревается и плавит пластик. Далее расплавленный материал слой за слоем помещается в нужных местах. Так через 12–20 часов работы получается полый орган.

Сейчас специалисты центра начали осваивать технологию печати из резиновых изделий. Получили первые образцы простой формы — небольшие кольца.



Если ТПУ удастся напечатать сердце из биоматериала, то следующий шаг — создание искусственного сердца

«Теперь наша задача — перейти к сложным формам, для этого нужно разрабатывать софт, технологии, сам материал. Это сложный состав, для получения которого используются разные методики. В этом нам помогают в том числе коллеги из Института физики прочности и материаловедения СО РАН. Кроме того, требуется усложнить саму технологию печати: например, понадобится вторая катушка, другие температурные режимы, чтобы резина не спекалась, а слои плотно прилегали друг к другу», — пояснил В.В. Федоров.

По оценке директора центра, для доведения технологии до готовности и получения первого прототипа резинового сердца нужны полгода плотной работы, а также заинтересованность конкретного заказчика, который возьмет часть финансирования на себя.

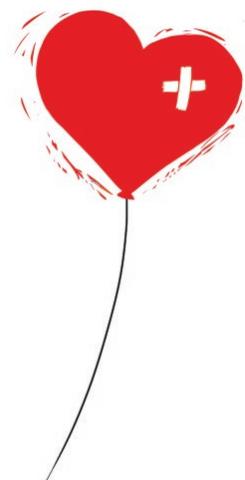
«Сейчас это просто инициативный проект за счет Томского политеха. И мы уперлись в технологический тупик: нужно развивать оборудование, софт, соответственно, это дополнительные затраты. Надеемся, что будет конкретный заказчик.

Либо, как один из вариантов, планируем по этой тематике подать заявку на грант, получить финансирование и довести разработку до готовности», — рассказал руководитель центра.

По его словам, технология 3D-печати востребована не только кардиохирургами, у центра есть опыт работы и по другим медицинским направлениям. Например, при некоторых онкологических заболеваниях повреждаются костные ткани. Восстанавливать их можно за счет биологических протезов, распечатанных на 3D-принтере индивидуально для каждого пациента.

«Это касается также лицевой хирургии, когда при травме повреждаются кости головы или лица. В центре мы тоже решаем такие задачи. Разрабатываются металлические сплавы, которые позволяют получить материалы, инертные к биологическим тканям. Это позволяет восстановить костную ткань, такой протез не будет отторгаться организмом и хорошо приживется», — пояснил директор научно-образовательного центра «Современные производственные технологии».

Подготовила Дарья Золотухина



ОХРАНА ПРИРОДЫ

Торговля дикими животными становится главным фактором оскудения природных экосистем

Ричард Коннифф



ЛЮБИМЫЕ ДО СМЕРТИ



На птичьем рынке в Джатинегаре (окраина Джакарты) торговцы продают сверчков в бамбуковых трубочках (в центре), разнообразных птиц и других животных, нелегально отловленных в природе

Эколог и защитник природы Дэвид Уилкоув (David Wilcove), посетивший в 2012 г. индонезийский остров Суматра с целью изучения диких популяций птиц, с удивлением заметил, что во всех лежавших на его пути деревнях почти у каждого дома были вывешены клетки с разнообразными пернатыми, которых он рассчитывал увидеть только в лесу. В Индонезии птиц в клетках держит каждая пятая семья. «А как этот обычай отражается на самих животных?» — задумался ученый.



Для того чтобы ответить на этот вопрос, Уилкоув, работающий преподавателем в Принстонском университете, решил изменить запланированный маршрут и навеститься на птичий рынок «Прамук» в столице страны Джакарте — крупнейший рынок птиц и прочей живности в Юго-Восточной Азии. «Я оказался на огромной площади, заставленной сотнями прилавков и ларьков с десятками клеток в каждом, — вспоминает ученый. — Множество птиц пребывали в самом плачевном состоянии — с явными признаками болезней и сильно потрепанным оперением. Они либо едва шевелились, либо как сумасшедшие металась по клеткам — ведь большинство этих пернатых были дикими существами, совершенно не приспособленными к жизни в неволе». Некоторые из них относились к видам, сохранить которые в вольерах не удастся даже высокопрофессиональным сотрудникам зоопарков. Вскоре после

покупки большинство таких птиц погибают. «Зрелище было поистине шокирующим, — замечает Уилкоув. — Никогда прежде мне не доводилось видеть ничего подобного».

Дальнейшие исследования, проведенные Уилкоувом и его коллегами, выявили четкую связь между спросом на пернатых на индонезийских птичьих рынках и снижением численности многих их видов в дикой природе. В статье, опубликованной в 2015 г. в журнале *Biological Conservation*, авторы предположили, что уровень рыночных цен на птиц может служить более своевременным сигналом о снижении их численности в природе, чем даже полевые исследования. Так, когда средняя цена на белопоясничных шама-дроздов, высоко ценящихся в Индонезии за прекрасное пение, взлетела в промежутке с 2013 по 2015 г. на 1500%, защитникам природы сразу же стало ясно, что в природе эти птицы быстро исчезают.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Главной угрозой биоразнообразию защитники природы традиционно считали уничтожение среды обитания.
- Сегодня основным фактором оскудения экосистем планеты стала торговля дикими экзотическими животными.
- Значительная часть пойманных в природе диких животных экспортируется в США и Европу.

Для удовлетворения спроса на экзотику каждый год в природе отлавливаются миллионы диких животных. Нередко их нелегально продают в зоомагазинах или экспортируют контрабандой за рубеж. Из-за плохих условий многие животные погибают в пути.

американские торговцы каждый год импортируют в страну около 225 млн диких животных. Согласно результатам исследования, недавно проведенного международной организацией *EcoHealth*, за первые 14 лет текущего столетия они ввезли в страну более 3 млрд животных. И хотя мы привыкли считать любовь к животным одним из лучших проявлений человеческой природы, ученые все чаще говорят о том, что эта любовь уже превратилась в главный фактор резкого оскудения фауны почти во всех экосистемах планеты.

Опустошительная торговля

В течение многих десятилетий защитники природы приписывали решающую роль в снижении биоразнообразия разрушению экосистем. Со временем, однако, все большую тревогу у них начал вызывать стремительный рост торговли дикими животными, связанный главным образом с резким повышением международного спроса на экзотических комнатных питомцев. «Мысль

о том, что главную угрозу выживанию видов представляет уничтожение среды обитания, мало-помалу начинает подвергаться сомнению, — говорит Кроуфорд Аллан (Crawford Allan), участник Программы мониторинга торговли дикими животными и растениями (*TRAFFIC*), совместно разработанной Всемирным фондом дикой природы и Международным союзом охраны природы (МСОП). — Известны виды животных, вполне обеспеченные подходящими местами обитания; однако они исчезают в природе с поистине пугающей скоростью».

Торговля дикими животными вызывает особую озабоченность защитников природы из-за высокого потребительского спроса на редкие виды. Красный список исчезающих видов МСОП уже включает множество животных, поставленных на грань вымирания благодаря их массовому отлову в природе для последующей продажи. В этом списке присутствуют птицы (например, балийская майна и южноамериканский голубой ара), приматы (медленный лори из Юго-Восточной Азии), декоративные рыбы (барбус Денисона) и рептилии (мадагаскарские лучистая и клювогрудая черепахи). И это только хорошо изученные виды животных!

Полевые исследования, направленные на выяснение подобных вопросов, обычно проводятся

Последующие полевые исследования, выполненные в Индонезии одним из соавторов опубликованной в 2015 г. статьи, Бертом Харрисом (Bert Harris), вообще не обнаружили каких-либо признаков присутствия шама-дроздов даже в таких, казалось бы, глухих местах обитания, как леса, находящиеся в 5 км от ближайших дорог. Особенно большие деньги покупатели предлагают за шама-дроздов из уязвимых островных популяций. Сегодня некоторые из таких популяций признаны учеными самостоятельными видами, но коллекционеры интересуют прежде всего такие признаки их представителей, как длина хвоста и своеобразие пения. Торговля дикими животными «вполне может привести к вымиранию некоторых видов — даже если они обеспечены подходящими местами обитания, — отмечает Уилкоув, — и никто при этом даже ничего не заподозрит».

Проблема, к сожалению, не только в птицах. И она не ограничивается Индонезией или какими-либо другими развивающимися странами. В значительной степени торговля дикими животными обусловлена спросом на этот «товар» со стороны коллекционеров США и Европы. По некоторым оценкам, в аквариумы США ежегодно переселяются примерно 14 млн рыб и других обитателей морских коралловых рифов. А в общей сложности

ОБ АВТОРЕ

Ричард Коннифф (Richard Conniff) — писатель и журналист, автор научно-популярных статей, публикуемых *New York Times* и другими изданиями. Написал две книги — «Дом потерянных миров» (*House of Lost Worlds*, 2016) и «Искатели видов» (*The Species Seekers*, 2010).



очень медленно, тогда как торговля дикими животными набирает обороты с непредсказуемой, порой фантастической скоростью. Иллюстрацией сказанного может служить печально известный случай, произошедший в 1990-х гг., когда ученые опубликовали научное описание змеиношейной черепахи Маккорда, снабдив его подробностями о местах обитания рептилии на острове Роти в южной части Индонезии. Поскольку на остров тут же ринулись «любители» черепах, сегодня вид находится на грани исчезновения. Биологи извлекли из этого случая полезный урок. В сделанном в 2011 г. научном описании нового вида рептилий, рогатой гадюки Матильды, обитающей в горах южной части Танзании, точная информация о месте жительства змеи была опущена. И, тем не менее, по данным исследования, посвященного европейской торговле рептилиями и опубликованного в 2016 г. в журнале *Biological Conservation*, в том же году рогатые гадюки Матильды уже всю продавались на рынке животных по цене более \$500 «за хвост».



Вымирающие мадагаскарские черепахи, изъятые малайзийскими таможенниками у контрабандистов

Согласно наблюдениям одного из специалистов, изучавшего нелегальную торговлю рептилиями и просившего не называть его имени, продавцы и коллекционеры оправдывают свою деятельность искренним желанием спасти виды от вымирания: «По их словам, они "создают искусственные популяции редких животных, чтобы застраховать их от исчезновения" либо "спасают их от вымирания, поскольку люди уничтожают места их обитания". Но в подавляющем большинстве случаев это совсем не так! Скорее, все как раз наоборот: торговля дикими животными опустошает их дикие популяции».

Вот, например, находящаяся на грани вымирания клювогрудая черепаха — красивая рептилия с золотистым куполообразным панцирем, обитающая только в национальном парке Бухта Бали

в северо-западной части Мадагаскара. Коммерческий отлов этих черепах был запрещен в 1975 г. Конвенцией о международной торговле исчезающими видами дикой фауны и флоры (*CITES*), и за несколько десятилетий экологам удалось увеличить численность их дикой популяции примерно до 600–800 особей. Но за последние пять лет браконьеры, стремящиеся удовлетворить спрос на черепах со стороны коллекционеров рептилий, вновь сократили популяцию черепах менее чем до 100 животных. В таких странах, как Таиланд, Индонезия и Китай, где правила *CITES* соблюдаются лишь на словах, но не на деле, спекулянты взвинтили цены на взрослых особей клювогрудой черепахи до \$100 тыс.

Финансовой выгодой, очевидно, руководствовались и некий китайский бизнесмен, который в 2015 г. заплатил более \$200 тыс. за красношейную прудовую черепаху — представительницу редкого вида рептилий из южной части Китая, который, как считают ученые, в дикой природе уже не встречается. «Чем более редким становится вид, чем ближе он к вымиранию, тем более высокие цены заламывают за него дельцы», — говорит Рик Хадсон (Rick Hudson), герпетолог и президент некоммерческой Ассоциации по спасению черепах со штаб-квартирой в Техасе.

Торговлей дикими животными заправляют те же самые игроки, которые верховодят торговлей частями их тела — от носорожьих рогов до крокодиловой кожи. «Многие из тех, кто прежде торговал средствами китайской народной медицины, сегодня переключились на новые формы деятельности, потому что торговля дикими животными в современном Китае достигла фантастического размаха, а цены на этот вид "товара" в Европе и США сильно выросли», — замечает Брайан Хорн (Brian Hogue), герпетолог из Общества охраны диких животных. Порой целью преступных

элементов становятся даже редкие дикие животные, содержащиеся в неволе экологами и защитниками природы для разведения и последующего восстановления их природных популяций. Так, в прошлом году грабители проникли на один из таких объектов в Таиланде и украли шесть клювогрудых и 72 лучистых черепахи. Иногда жертвами преступников становятся коллекционеры. Например, в прошлом году воры в обход самых современных камер наблюдения пробрались в дом одного из гонконгских любителей рептилий и утащили 23 особи разных видов черепах общей стоимостью примерно \$116 тыс.

Поимка и уголовное преследование людей, занимающихся нелегальной торговлей дикими животными, — один из самых действенных способов борьбы с опустошением природных экосистем. В 2016 г. к двум годам тюрьмы был приговорен житель Пенсильвании, экспортировавший исчезающих в природе североамериканских лесных черепах. По данным федеральных следователей, Джон Токош, которому в то время было 54 года, отловил в небольшой области к югу от Питтсбурга 750 рептилий, обездвигил их с помощью липкой ленты для последующей транспортировки и продал по цене \$400 за голову посреднику, поставившему живой товар в Гонконг. За участие в этой преступной схеме тюремные сроки получили также один почтовый работник из Луизианы и несколько поделщиков Токоша из Чикаго и Калифорнии.

Но подобные случаи уголовного преследования сравнительно редки. Громадный размах торговли дикими животными, включающей как их ввоз в страну, так и вывоз за границу, ложится непосильным бременем на плечи таможенных инспекторов, призванных выявлять живую контрабанду. «Мы обнаруживаем массу таких грузов, но заниматься этим делом — все равно что искать иголку в стоге сена, — говорит один из инспекторов Службы охраны рыбных ресурсов и диких животных США, просивший не называть его имени, поскольку он не был уполномочен разговаривать с прессой. — У нас есть все необходимые для этого средства. Мы регулярно получаем новое оборудование и каждый год пополняем свой штат новыми людьми. У нас отличное разведывательное подразделение. Но каждый раз мы снова и снова садимся в лужу. Когда, казалось бы, все просчитано до мелочей, ситуация резко меняется». Как-то раз торговец незаконно ввез в страну орангутана, предварительно подкоротив ему шерсть, выкрасив ее в бурый цвет и оформив легальный провоз животного в качестве примата другого вида.

Вероятность обнаружения контрабанды снижается и большое разнообразие ввозимых животных. «Среди таможенных служащих нет людей, которые знали бы всех птиц, — говорит Эрик Гуд (Eric Goode), основатель базирующейся в Нью-Йорке некоммерческой организации *Turtle Survival Alliance*. — Не умеют они идентифицировать и тропических рыб — для этого нужна помощь профессионального ихтиолога. А что касается черепах, то на планете обитает всего примерно 340 их видов, но инспекторы, как правило, не в состоянии отличить бирманскую звездчатую черепаху от индийской звездчатой и один вид мягкотелых черепах от другого». *CITES* может сколько угодно запрещать торговлю черепахами или попугаями, находящимися на грани исчезновения, продолжа-

Поимка и уголовное преследование людей, занимающихся нелегальной торговлей дикими животными, — один из самых действенных способов борьбы с опустошением природных экосистем. Контроль над ввозом диких животных в страну и их вывозом за границу ложится непосильным бременем на плечи таможенных инспекторов

ет Гуд, а торговцы «будут попросту обозначать их в документах названиями более обычных видов» и продолжать свой черный бизнес.

Ловить или разводить?

Гуд и другие защитники природы заявляют, что если торговцы животными и впрямь озабочены спасением редких и исчезающих видов, им нужно прекратить отлов их представителей в естественных местообитаниях и вместо этого заняться разведением животных в неволе. «Рано или поздно наступает момент, когда нужно переходить от слов к делу, — говорит Гуд. — Давайте, например, и в самом деле остановим импорт диких зверей, птиц и степных черепах. Зайдите в любой центр передержки ввезенных животных и воочию убедитесь, какое громадное их количество гибнет каждый день! Зачем жителям США этот непрерывный поток животных, отловленных в дикой природе?»

Альтернативой торговле пойманными в природе дикими птицами может стать разведение пернатых в неволе. В той же Индонезии, как говорит Уилкоув, многие любители уже содержат дома попугаев-неразлучников, выведенных в клетках и вольерах. Специальная программа, направленная на то, чтобы сделать более доступными для населения недорогих птиц (волнистых попугайчиков, канареек и т.д.), поможет убедить людей, что «совсем не обязательно заводить дроздов-шама и прочих диких, пойманных в природе птиц, плохо приспособленных к жизни в клетках».

Но разводить животных в неволе не так просто, как кажется на первый взгляд. В 2014 г. базирующаяся в Нью-Йорке некоммерческая организация *EcoHealth Alliance*, создала собственный сайт *EcoHealthy Pets*, содержащий сведения о животных, которые лучше и хуже всего подходят для разведения в неволе. Разведение животных, попавших в список сайта, оценивается здесь как с точки зрения возможного терапевтического воздействия этого занятия на людей, так и в плане его пользы для природы. К сожалению, из-за скромной финансовой поддержки список пока включает всего 52 вида животных, чего явно недостаточно для просвещения даже новичков, решивших посвятить себя данному занятию.

Заводчики комнатных питомцев относятся к разведению диких животных в неволе неоднозначно. Отчасти это связано с тем, что пока никто не имеет четкого представления, как именно нужно разводить многих из тех диких животных, которые сегодня пользуются большой популярностью в качестве домашних любимцев. А разобравшись, они вполне могут обнаружить, что это дело — гораздо более дорогостоящее занятие, чем отлов животных в природе. Когда энтузиасты морской аквариумистики наконец научились разводить изумительных по красоте мандаринок, «покупатели попросту не захотели платить по \$40 за рыбок, выращенных в неволе, если точно таких же рыб, пойманных в море, они могли приобрести всего за \$12», — жаловался на одном из онлайн-форумов розничный торговец аквариумными рыбками Скотт Феллман (Scott Fellman). — Нам должно быть стыдно, что мы отказываем в поддержке таким полезным начинаниям!»



Ситуацию осложняет и то обстоятельство, что многие «предприятия», занимающиеся разведением диких животных в неволе, пополняют свои резервы производителей за счет животных из природных популяций и, таким образом, вполне могут служить для отмыывания денег, полученных в результате массового отлова животных в их естественных местообитаниях. Так, количество экспортируемых папуанских калао, якобы выведенных в неволе, «значительно превосходит число птиц, которое могут получить заводчики, учитывая крайне медленные темпы размножения этого вида», — отмечает в своем обзоре, посвященном разведению диких животных и опубликованном в 2016 г. в журнале *Global Ecology and Conservation*, Лора Тенсен (Laura Tensen), популяционный генетик из Йоханнесбургского университета. Похоже, точно так же, из-за плохой размножаемости в неволе, экономически непригодны для разведения в искусственных условиях и многие виды лягушек и хамелеонов, но тем не менее, по словам Тенсен, «тысячи этих существ продаются под видом животных, полученных в неволе».

Даже если бы торговцы научились разводить диких животных, пользующихся у населения высокой популярностью в качестве домашних питомцев, скорее всего, по мнению защитников природы, заниматься этим делом они все равно не стали бы. Когда австралийские герпетологи Дэниел Нэташ (Daniel Natusch) и Джессика Лайонс (Jessica Lyons) провели детальное изучение торговли зелеными питонами из Индонезии, якобы выведенными в неволе, они

обнаружили, что многие из «заводчиков» этих змей фактически даже не знают, как можно добиться их успешного разведения в искусственных условиях, а у некоторых даже не было подходящих для этого помещений. По оценкам исследователей, примерно 80% поступающих на рынок зеленых питонов на самом деле выловлены в природе.

По словам Нэташа, работающего в МСОП в качестве консультанта, ради наживы экспортеры животных порой совершают жуткие вещи — например, чтобы провезти змей через таможню, они записывают их в тесные чемоданы или в бутылки из-под минеральной воды. Ученый говорит также, что изъятие змей из эндемичных популяций, ареал которых ограничен изолированными островами или урочищами, может представлять угрозу для выживания этих популяций. «Но еще одна проблема, связанная с разведением диких животных в неволе, — отмечает Нэташ, — состоит в том, что как только эти животные перестают быть частью дикой природы, исчезают и резоны заботиться о естественной среде их обитания». Так, только полностью незаконная торговля зелеными питонами с индонезийских островов Раджаампат мотивировала местных жителей сохранять свои леса в неприкосновенности. (Редкая желтая окраска местной разновидности питонов делает торговлю этими змеями особенно прибыльной.)

Спрос и предложение

Многие коллекционеры редких видов «искренне убеждены в том, что, вызволяя животных из дикой природы и спасая их тем самым от голода, хищников и стихийных бедствий, они творят огромное благо», — говорит эколог из Оксфордского университета Том Морхауз (Tom Moorhouse), руководитель исследования, посвященного отношению покупателей к экзотическим домашним питомцам и опубликованного в 2017 г. в журнале *Conservation Letters*. Ученый отмечает также, что, приобретая диких животных, большинство покупателей считают «своим моральным долгом позаботиться о попавших на рынок существах». Но они заблуждаются! «Нам нужна широкая кампания, чтобы убедить людей в том, что их выбор имеет пагубные последствия», — добавляет Морхауз. — «Ведь если бы не было спроса, не было бы и рынка диких экзотических животных и не было бы смысла платить кому-то деньги за их отлов в природе».

Четкого ответа на вопрос, как торговля дикими животными влияет на состояние их природных

популяций, заправили зооиндустрии пока не дали. Майк Боубер (Mike Bober), президент Объединенного консультативного совета Федерации индустрии домашних животных, настаивает на том, что эта организация проявляет к охране природы самое пристальное внимание. «Мы считаем, что в современном обществе право на существование имеют как торговля дикими животными, так и их разведение в неволе, — говорит Боубер. — Значение имеют лишь методы, ис-

Четкого ответа на вопрос, как торговля дикими животными влияет на состояние их природных популяций, заправили зооиндустрии пока не дали

пользуемые при отлове животных. Если они отлавливаются в разумных количествах — особенно местными жителями, которым это занятие дает средства к существованию, — такую практику можно только приветствовать. В противном же случае отлов животных становится для нашей индустрии серьезной проблемой. Нам нужны

здоровые экосистемы со здоровыми животными, потому что без здоровых диких животных не будет и здоровой торговли ими».

Но в наши дни здоровых экосистем почти не осталось, а какие-либо адекватные стандарты отлова животных «в разумных количествах» не существуют. Рано или поздно леса, моря и другие экосистемы планеты оскудеют, а торговцы дикими животными будут вынуждены отыскивать иные источники «товароснабжения». ■

Перевод: А.В. Щеглов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Wildlife Laundering through Breeding Farms: Illegal Harvest, Population Declines and a Means of Regulating the Trade of Green Pythons (*Morelia viridis*) from Indonesia. Jessica A. Lyons et al. in *Biological Conservation*, Vol. 144, No. 12, pages 3073–3081; December 2011.
- Defaunation in the Anthropocene. Rodolfo Dirzo et al. in *Science*, Vol. 345, pages 401–406; July 25, 2014.
- Using Market Data and Expert Opinion to Identify Overexploited Species in the Wild Bird Trade. J. Berton C. Harris et al. in *Biological Conservation*, Vol. 187, pages 51–60; July 2015.
- Under What Circumstances Can Wildlife Farming Benefit Species Conservation? Laura Tensen in *Global Ecology and Conservation*, Vol. 6, pages 286–298; April 2016.
- Do Not Publish. David Lindenmayer and Ben Scheele in *Science*, Vol. 356, pages 800–801; May 26, 2017.
- Information Could Reduce Consumer Demand for Exotic Pets. Tom P. Moorhouse et al. in *Conservation Letters*, Vol. 10, No. 3, pages 337–345; May/June 2017.



ГЕНЕТИКА

Под знаком генетики

«Сотрудничество России и Беларуси в области науки традиционно относится к наиболее приоритетным направлениям взаимодействия между нашими странами. В рамках Союзного государства ведется много важнейших проектов. Их перечисление займет не одну страницу», — сказал в одном из интервью президент Российской академии наук А.М. Сергеев. Генетика — та область, где сотрудничество идет особенно активно и плодотворно. Представляем наиболее яркие совместные белорусско-российские исследования.



ИМ НЕ СТРАШЕН ПАТОГЕН

О совместной работе сибирских и белорусских генетиков рассказывает заместитель директора по научной работе ФИЦ «Институт цитологии и генетики» СО РАН доктор биологических наук, член-корреспондент РАН **Алексей Владимирович Кочетов**.

— Наше сотрудничество с Республикой Беларусь налажено давно, ведь предыдущий директор института академик РАН В.К. Шумный — одновременно действительный член Национальной академии наук Беларуси. Эта работа активно поддерживалась Сибирским отделением РАН. Была сформирована система интеграционных межкаademicеских проектов. В СО РАН была учреждена премия имени академика В.А. Коптюга, которая присуждалась за эффективное сотрудничество российских и белорусских ученых.

О.Г. Давыденко и доктора биологических наук Л.Н. Каминская и Н.И. Дубовец, которая также недавно стала членом-корреспондентом НАНБ.

— Что это были за работы?

— Этот цикл работ был посвящен генетике растений. Исследования начались еще во времена Советского Союза, в том числе в рамках Вавиловского общества генетиков и селекционеров. Сотрудничество было восстановлено, и наш ВОГиС сегодня активно сотрудничает с белорусскими генетиками. Такое сообщество, я бы сказал,



Растения пшеницы, пораженные мучнистой росой

В 2007 г. эту премию получили специалисты из нашего института В.К. Шумный, Л.А. Першина, Е.А. Салина и О.Г. Силкова за цикл работ по генетике растений. Белорусские коллеги активно участвовали в этой работе, и с их стороны премию получили известный ученый, академик НАНБ Л.В. Хотылева, член-корреспондент НАНБ

братство генетиков, существует, и мы стараемся его сохранять и поддерживать на высоком уровне.

Часть работы выполнялась в основном лабораториями, которые занимались генетикой сельскохозяйственных растений — пшеницей, другими злаками, тем, что активно у нас изучается. Было довольно много проектов. За последние десять

лет — больше 15 совместных проектов, которые поддерживались и Сибирским отделением РАН, и Российским фондом фундаментальных исследований в рамках совместных конкурсов.

Если их рассматривать в комплексе, это совместное изучение генетических ресурсов сельскохозяйственных растений Беларуси и России, получение и исследование уникальных генетических линий, то есть гибридов сельскохозяйственных растений с их дикорастущими сородичами для внесения в геном мягкой пшеницы новых полезных качеств, генов устойчивости к различным фитопатогенам.

Существует большая научная проблема — постоянное развитие фитопатогенов в природе, когда появляются новые расы грибов, бактерий, вирусов, поэтому необходимо вести постоянный поиск новых генов устойчивости и вводить их в состав генома растений. Иначе может возникнуть си-

Был проведен цикл экспериментов и получена информация фундаментального характера о том, как устроены геномы злаков, как при гибридизации отдаленных форм растений получить стабильный геном, который не «разваливается» при скрещивании в следующих поколениях, а может быть использован дальше в качестве донора ценных признаков в селекционных программах

туация, как была в свое время в Ирландии, когда картофель полностью погубила фитофтора, после чего много ирландцев мигрировало в Соединенные Штаты Америки из-за страшного голода и погибло большое количество людей. Поэтому эта работа ведется постоянно, и генетика — очень важный ее элемент.

— В чем важность генетического момента ваших исследований?

— Во-первых, нужно получать новые знания о генетическом контроле ценных признаков сельскохозяйственных растений, во-вторых, использовать эти знания для того, чтобы получать удачные комбинации генов для их использования в селекционных программах. Надо сказать, в Беларуси это хорошо поставлено, там наука ориентирована на так называемые проекты полного цикла. Мы в последнее время тоже стараемся доводить свои фундаментальные наработки до практического использования.

— Каковы результаты таких работ?

— Мы совместно получали ценные гибриды. Интересно, что наш институт называется Институт цитологии и генетики, а в Беларуси — Институт генетики и цитологии. Можно сказать, мы — близнецы-братья. У нас очень тесный контакт с этим институтом, и не только с ним. Был проведен цикл



Член-корреспондент РАН А.В. Кочетов

экспериментов, была получена масса новой информации. Это информация фундаментального характера о том, как устроены геномы злаков, как при гибридизации отдаленных форм растений получить стабильный геном, который не «разваливается» при скрещивании в следующих поколениях, а может быть использован дальше в качестве донора ценных признаков в селекционных

программах, какие цитогенетические, генетические механизмы лежат в основе этих процессов.

— Но ведь у вас в Сибири совершенно разные с Беларусью климатические условия. Как же удается работать совместно?

— Это как раз и ценно. У нас действительно разные эколого-климатические условия, эколого-географические зоны, разные фитопатогены. И тот материал, который мы получаем, мы затем тестируем. Белорусские коллеги тестируют у себя, проводят эколого-географические испытания, а мы их ценный материал оцениваем исходя из наших условий. Все это, в первую очередь, позволяет всестороннее охарактеризовать и описать, какой у ценных линий растений жизненный цикл, насколько они продуктивны на разных почвах, в разных условиях. А дальше каждая сторона использует эту

предусмотрено научное сотрудничество по генетике в целом ряде направлений.

— Кто занимается этой работой с вашей стороны?

— Это доктора биологических наук Е.А. Салина, Е.К. Хлесткина, Л.А. Першина, кандидат биологических наук О.Г. Силкова. А с белорусской стороны, помимо тех, кого я уже называл, это Н.И. Дубовец.

Если говорить о конкретных результатах, то нами получены, например, растения пшеницы с новыми замещениями их хромосом хромосомами ржи. Эти формы послужат генетическими объектами для анализа хозяйственно ценных признаков пшеницы. В геноме гибридных линий мягкой пшеницы, полученных в Беларуси, с помощью молекулярных методов нами обнаружены вставки от двух до 12 фрагментов, происходящих



Экспериментальный материал, пшенично-ржаные гибриды, в гидропонной теплице ФИЦ ИЦиГ СО РАН

информацию, эти знания в своих селекционных программах. Ценные генетические линии мы можем сразу передавать селекционерам, и они уже их доводят до сортов и внедряют в практику.

В настоящее время налажено семеноводство популярных сортов, которые выращиваются на большой территории Российской Федерации. Со стороны НАН Беларуси этим направлением в совместных работах руководила академик Л.В. Хотылева. Огромную работу по совместным исследованиям проводит недавно избранный академиком главный ученый секретарь НАНБ А.В. Кильчевский. У нас была создана совместная лаборатория. Это договор, в рамках которого

из геномов родственных видов пшеницы *Triticum dicoccoides* и *Triticum kiharae*, которые различались по числу и хромосомной локализации. Оценка устойчивости к грибным патогенам (мучнистая роса и бурая ржавчина) у гибридных линий показала их высокую иммунность — то есть они практически не реагируют на эти патогены. Есть у нас также теплицы с экспериментальными растениями, где, например, хромосомы пшеницы замещены хромосомами ржи. Эти исследования очень важны и для экономики, и для фундаментальной науки России и Беларуси.

Беседовала Наталья Лескова

ЛУЧШИЙ ВКУС ХЛЕБА

О сотрудничестве российских и белорусских ученых в области растениеводства и животноводства мы беседовали с главным научным сотрудником лаборатории цитогенетики растений доктором биологических наук, профессором **Иваном Андреевичем Гордеем**.

— **Нельзя не вспомнить печальное прошлое. Я имею в виду сессию ВАСХНИЛ 1948 г., когда была разгромлена отечественная генетика. У вас единственный на постсоветском пространстве институт, на фронтоне которого значатся имена людей, которые спасали нашу науку от лысенковщины.**

— Н.В. Турбин, П.Ф. Рокицкий — славные имена в науке... Мои учителя.

— **И, конечно, А.Р. Жебрак.**

— Моя лаборатория — это продолжение традиций А.Р. Жебрака. Не только в науке, но и в жизни. Он никогда не обнадеживал власть, постоянно подчеркивал, что наука — это кропотливая работа. Этот принцип особенно необходим, когда мы имеем дело с генетикой, то есть с живой природой.

— **А почему «особенно»?**

— Генетиками во главе с Н.И. Вавиловым была допущена большая ошибка. В 1929 г. в Ленинграде был съезд генетиков и селекционеров, на котором Н.И. Вавилов и его коллеги многое пообещали. Прошло несколько лет, а результатов нет. И на этом фоне появился Т.Д. Лысенко, который сказал: дескать, зачем обращаться к науке, если можно под влиянием внешних условий создать выдающиеся сорта различных культур? И.В. Сталин в это поверил. В стране голод, хлеба нет, надо накормить людей. Т.Д. Лысенко выдал некоторые сорта, пусть не новые... Один и тот же сорт может дать и десять центнеров с гектара, и 20, и 30, и 40, и 50, если создать соответствующие условия. И вот он сумел это сделать, чем убедил руководство страны в своей правоте. Эту историю обязательно нужно вспоминать, иначе она может повториться.

— **Те надежды, что рождены школой Н.И. Вавилова, оправдываются?**

— Сегодня они реализуются в значительной степени. Возьмем генетические ресурсы. Это национальная ценность для любой страны. Н.И. Вавилов в этом отношении был великим мудрецом. Он понял, что без сохранения видового потенциала ресурсов земного шара человечество не сможет двигаться вперед. В этом была его гениальность.

— **Вы эти ресурсы сегодня используете?**

— Конечно! В Беларуси я принимал непосредственное участие в создании генетического банка.

Он находится в Жодине, в Научно-практическом центре НАНБ по земледелию, называется «Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь». Мы уделяем ему большое внимание. Там задействованы многие научные учреждения нашей страны, и эта работа проводится на должном уровне.

— **Как вы используете этот опыт сегодня?**

— В нашем институте есть несколько направлений исследований. Прежде всего, это генетика растений. Наши основоположники — Н.В. Турбин, П.Ф. Рокицкий, А.Р. Жебрак — занимались именно генетикой растений. Это полиплоидия, это гетерозис. Еще был в моде радиационный мутагенез. В институте были созданы новые сорта, в частности гибриды кукурузы. Потом возникла необходимость разработки вопросов генетики животных. Была создана соответствующая лаборатория.



В ней работают по разным направлениям, занимаются качеством молока, содержанием белка, то есть ищут генетические факторы, определяющие удойность, содержание жира и белка в молоке и т.д.

— А вы не боитесь вмешиваться в природу? Разве это не опасно? Сейчас идут горячие споры вокруг ГМО-продукции, как вы к этому относитесь?

Генетик исследует гены, создает новые формы — рекомбинанты, полиплоиды, гибриды. А доведение их до сортов — это уже задача селекционеров, так как нужны определенные условия, материальная база, опытные поля, соответствующая техника

— Мы анализируем результаты по ГМО-продуктам. И я вам скажу прямо, что никакой опасности нет. По моему мнению, это надуманный вопрос.

— Вы всю жизнь занимались глобальными фундаментальными проблемами генетической составляющей. Но на каком-то этапе от вас потребовалось практическое внедрение. И что вы сделали?

— У нас есть научно-практический центр в Жодине. Наши исследования строятся на том принципе, что каждый должен заниматься своим делом. Генетик проводит исследования функционирования генов, создает новые формы — рекомбинанты, полиплоиды, гибриды. А доведение их до сортов — это уже задача селекционеров, так как нужны определенные условия, материальная база, опытные поля, соответствующая техника. Поэтому мы формируем проекты по линии Государственного комитета по науке и технологиям и Национальной академии наук Беларуси. Мы создаем материал, они проводят отбор, если понадобится, дальнейшую гибридизацию, а затем уже передают сорт в госсортоиспытание. Действительно, фундаментальная наука работает на конечный результат.

Новые формы пшеницы, устойчивые к фитопатогенам (1). Анализ хромосомного состава пшенично-ржаных гибридов с использованием методов (in situ) гибридизации (хромосомы ржи окрашены красным) и С-окрашивания (хромосомы ржи обозначены R) (2,3).

— Получается?

— Да. Мы создали первый отечественный гибридный сорт ржи совместно с селекционером С.И. Грибом в Жодине. Получили значительный результат. Проводим совместную работу по рапсу, межвидовую гибридизацию по овсу. То есть работаем с практиками по разным культурам.

— А смена подрастает?

— Есть талантливые ребята. Я принимал экзамены в магистратуру. Конкурс — два человека на место. Пока еще мода на экономистов и социологов существует, хотя очень сложно с работой для них. Руководство Республики Беларусь сейчас делает акцент на то, что надо направлять молодежь на технические специальности. Нам нужно больше современных инженеров.

— Много ведется совместных работ с учеными Российской академии наук?

— Мы давно работаем вместе. В частности, у нас очень хороший проект с Сибирским отделением РАН — создание гибрида пшеницы и ржи. Издавна люди хотели соединить эти замечательные злаки.

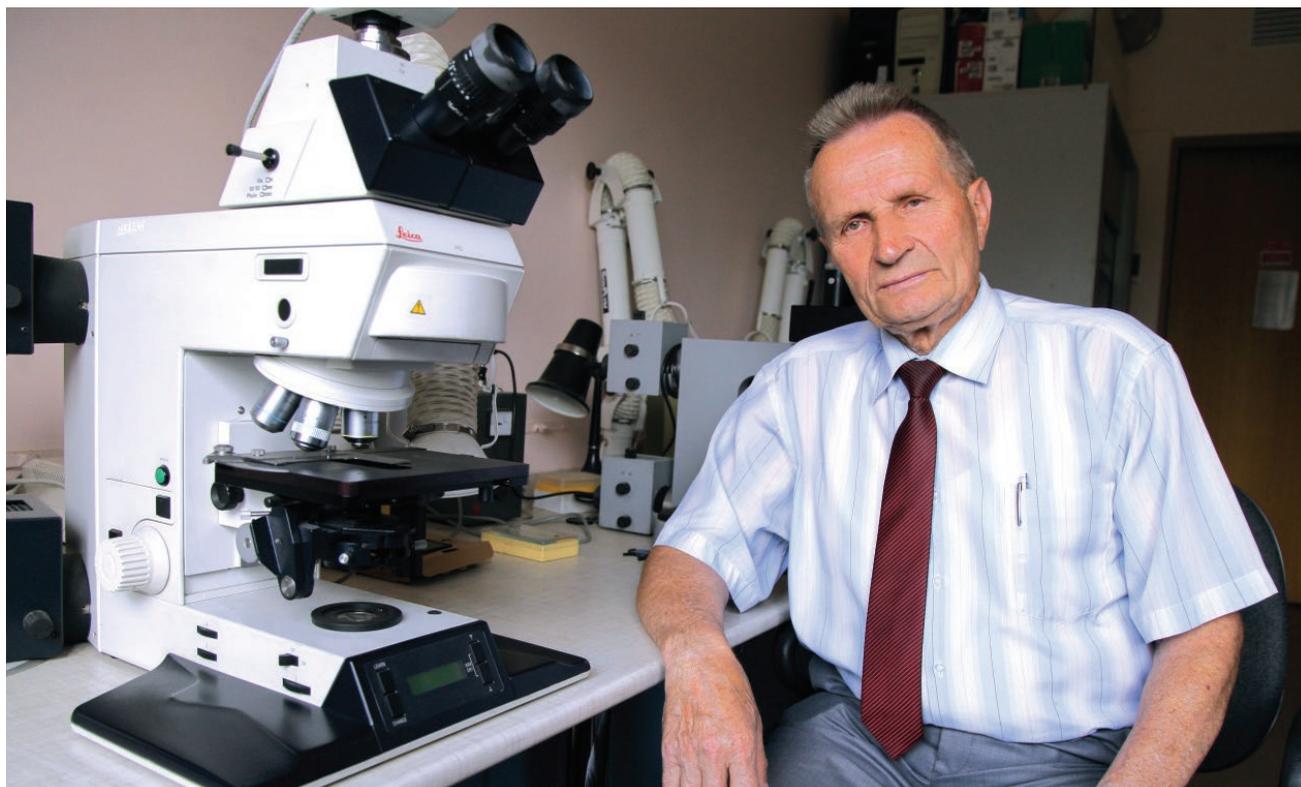
— Почему?

— Потому что каждая из этих культур обладает особыми достоинствами. У пшеницы хорошие хлебопекарные свойства, но есть лимит по отдельным аминокислотам, белок несбалансированный, мало триптофана и лизина. А рожь обладает высокой адаптивностью, не требует высокого плодородия, более зимостойкая, устойчивее к болезням. Вот и подумали, что надо соединить лучшие качества пшеницы и ржи. И создали такой гибрид. Кстати, у меня докторская диссертация так и называется: «Генетическая основа создания тритикале» (так называется этот гибрид). У нас в республике мы уже высеем тритикале на 500 тыс. га. Пшеницы — 500 тыс. га и тритикале — 500 тыс. га. По урожайности тритикале превосходит пшеницу на 5–10 ц/га.

— Сколько сейчас урожайность в среднем?



1



Доктор биологических наук, профессор И.А. Гордей

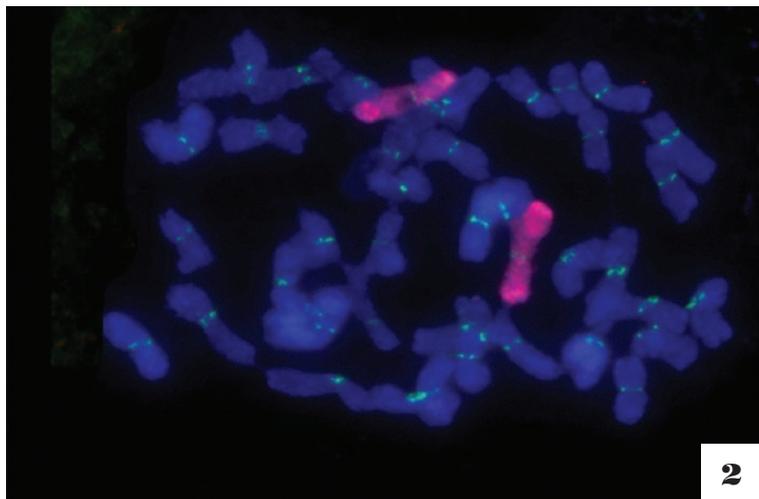
— В среднем урожайность 35 ц, а потенциал наших сортов — 80–90 ц. Но это мы реализуем только тогда, когда создаются идеальные условия, то есть хорошая система ухода, надежная защита растений, грамотная обработка почвы и правильный подбор удобрений.

— Гордитесь этой работой?

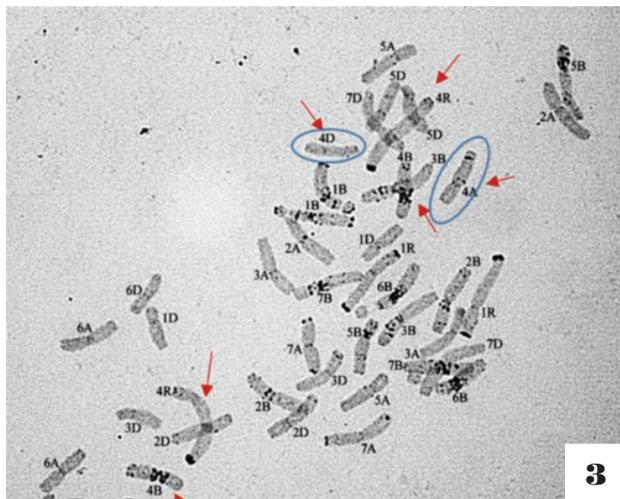
— Я считаю, что это очень интересное направление. Было время, когда у нас пшеницу вообще не высевали, она не давала хорошие урожаи. А потом селекционеры-технологи начали работать,

и сейчас пшеница у нас тоже хорошо идет. По любой культуре нам надо иметь два-три сорта в хозяйстве. Один может быть более устойчивым к болезням, у второго лучше хлебопекарные свойства, третий — зимостойкий. Таким образом, когда имеем не один сорт, а несколько, мы стабилизируем урожайность в хозяйстве и в республике в целом. Мы это так и называем — должна быть система взаимодополняемых сортов.

Беседовал Владимир Губарев



2



3

ГРОЗИТ ЛИ НАМ ВЫРОЖДЕНИЕ?

Путь к репродуктивному здоровью лежит через многие факторы — социально-экономические, экологические и даже климатические. Что делать, чтобы человечество не выродилось? Об этом мы беседовали с ведущим научным сотрудником Федерального центра Института цитологии и генетики СО РАН кандидатом биологических наук **Александром Владимировичем Осадчуком**.

— На протяжении последних шести лет мы проводим такую важную и социально значимую работу, как изучение мужского репродуктивного потенциала в урбанизированных популяциях Российской Федерации и Республики Беларусь. Этой работой с белорусской стороны руководит заместитель директора по научной работе Института физиологии НАНБ доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент НАНБ В.А. Кульчицкий. Наша совместная работа в Минске проводится на базе лаборатории нейрофизиологии.

Что касается этого направления, мы проводим обследования мужчин в шести городах. Крайняя точка на Востоке — Якутск, затем Улан-Удэ, Кемерово, Новосибирск, Архангельск и самый западный город — Минск. Нас интересовал вопрос, каков сейчас мужской репродуктивный потенциал.

Обследовали молодых мужчин со средним возрастом 25 лет, то есть активного репродуктивного возраста. Это добровольцы, которые не имели объективных сведений о своем репродуктивном здоровье. И наша задача прежде всего была связана с выяснением межрегиональных и этнических различий в мужском репродуктивном потенциале на широком евразийском пространстве. А он складывается из очень многих факторов.

Сначала мы исследовали многочисленные показатели сперматогенеза: концентрацию, общее количество, долю подвижных и морфологически нормальных сперматозоидов, а также объем эякулята.

Затем проводилась оценка гормонального статуса — уровней репродуктивных и адаптивных гормонов в сыворотке крови, далее снимали антропометрические показатели и, конечно, проводили анкетирование испытуемых (по таким вопросам, как национальные корни, вредные привычки, профессиональная вредность, семейное положение и демографическая

фертильность). Всего около 50 показателей. К настоящему времени обследованы около 1,9 тыс. человек из этих шести городов. Что касается Минска, это самый удачный для нас город, где нам удалось обследовать больше всего человек — 516.

— Почему вообще возникла необходимость проведения таких исследований?

— Это важный вопрос. Дело в том, что уже более полувека во всех развитых странах, включая Россию и Беларусь, наблюдается глобальное снижение мужского репродуктивного потенциала. В частности, такие показатели спермограммы, как концентрация и общее количество сперматозоидов в эякуляте, прогрессивно снижаются. Этот тренд сохраняется и в наши дни, поэтому нынешние демографические проблемы, которые особенно остро касаются славянских народов, в том числе Беларуси и особенно России, надо рассматривать еще и в этом контексте.

У нас сейчас в среднем на женщину приходится примерно 1,75 ребенка, а для простого воспроизведения, чтобы население хотя бы не уменьшалось, нужно 2,2.

— И что же происходит у наших мужчин с репродуктивной функцией?

— Сначала мы изучили региональные различия сперматогенных и гормональных показателей у жителей разных городов. Потом задались вопросом: может быть, есть какая-то закономерность? И оказалось, что существует так называемый евразийский меридианный тренд. Хуже всего показатели сперматогенеза на Востоке страны, у якутов и бурят, в Западной Сибири — среднее положение, а луч-

ше всего дела обстоят в Европе, в частности самая западная точка наших исследований, Минск, демонстрирует относительно высокие показатели. Таким образом, мы выявили евразийский меридианный тренд постепенного улучшения показателей фертильности с Востока на Запад.



— **В чем причина таких различий?**

— У нас есть гипотеза. Климат в Якутске, Улан-Удэ и Западной Сибири резко континентальный, суровый, а постепенный переход в зону эколого-климатического комфорта благоприятно сказывается на мужском здоровье.

— **Что же делать? Всем переехать в зону, где комфортный климат?**

— Конечно нет. Люди веками везде живут — и в Якутии, и в Сибири. Однако тренд такой есть, и мы должны его учитывать. Об этом должны знать и врачи, и демографы, и представители власти.

Важны все без исключения показатели спермограммы, не только концентрация сперматозоидов, но и их подвижность. Так вот, по подвижности сперматозоидов то же самое: очевиден тренд улучшения в западном направлении, подвижность достоверно выше в зависимости от зоны проживания.

Еще один показатель спермограммы — морфологические характеристики сперматозоидов (тератозооспермия). Это количество морфологических дефектов на один сперматозоид с нарушенной морфологической формой. Морфология сперматозоидов человека характеризуется не столь выдающимися свойствами — в среднем 95% сперматозоидов у мужчин имеют аномальную, то есть неправильную форму, а с правильной морфологической формой — только около 5%. Так вот, для этого показателя мы обнаружили градуальный меридианный тренд в противоположном направлении — в восточном. То есть в Минске меньше всего таких морфологических нарушений, а в Якутске — больше всего.

Далее мы исследовали гормональные профили. Ведь сперматогенез регулируется гормонами, в частности таким важным гормоном, как ингибин В, который вырабатывается клетками Сертоли семенников. Наличие этих клеток — необходимое условие сперматогенеза. Если сперматогенез на относительно высоком уровне, то происходит активная наработка ингибина В, который с потоком крови поступает в особый отдел головного мозга — гипофиз, работающий своеобразным «дирижером» всей эндокринной системы организма. Ингибин В тормозит выработку гипофизарных гонадотропных гормонов — фолликулостимулирующего и лютеинизирующего, которые в свою

очередь стимулируют сперматогенез и биосинтез тестостерона — мужского полового гормона — в клетках Лейдига семенников. Таким образом, ингибин В может представлять собой прямой показатель сперматогенеза. Следовательно, должно быть сходство в направлении меридианных трендов активности сперматогенеза и содержания этого гормона в крови. И действительно, мы показали тот же меридианный тренд в западном направлении для ингибина В.

А вот с гонадотропными гормонами все наоборот. Происходит их компенсаторное увеличение в восточном направлении, то есть с уменьшением сперматогенной активности в восточном направлении идет соответствующее компенсаторное возрастание уровней гипофизарных гонадотропных гормонов в крови — фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов.



Кандидат биологических наук А.В. Осадчук

О состоянии мужского репродуктивного здоровья можно судить еще по одному очень важному популяционному показателю — частотному распределению общего количества сперматозоидов в эякуляте. По данным Всемирной организации здравоохранения, критическая величина количества сперматозоидов в эякуляте не должна быть меньше 39 млн. Количество ниже этого уровня диагностируется как андрологический синдром — олигоспермия, что приводит к снижению шансов стать отцом, а тяжелая олигоспермия часто сопровождается мужским бесплодием. Если же в супружеской паре и женщина имеет проблемы с репродуктивным здоровьем, вероятность появления потомства будет снижена. Подобная репродуктивная проблема характерна для многих стран мира.

Сегодня в России, как и других развитых странах, насчитывается 15–17% бесплодных пар. Почти каждая пятая пара бесплодна. В простонародье принято считать, что в этом виновата женщина, но на самом деле это, конечно, не так: в 50% случаев это женские проблемы, в 50% — мужские. Для оценки репродуктивных угроз у мужчин мы исследовали распределение общего количества сперматозоидов в этой обобщенной популяции из шести городов почти у 1,9 тыс. человек.

— И что же обнаружили?

— К нашему удивлению, мы обнаружили экспоненциальное распределение. Оно свидетельствует о том, что большая доля молодых людей в популяции характеризуется низким уровнем сперматогенеза, точнее олигоспермией. В отличие от большинства биологических признаков это очень необычная кривая распределения, не такая, к которой мы привыкли. Обычно мы ожидаем, что средние показатели имеют наибольшую частоту в распределении, а здесь наоборот — самые низкие показатели количества сперматозоидов в эякуляте характерны для наибольшей доли мужчин в популяции.

Умеренное потребление алкоголя может в определенной степени нивелировать отрицательное влияние курения или избыточного веса

Для большей ясности приведу такой пример. В большой группе людей чаще всего встречаются индивиды среднего роста. Совсем маленьких, карликов и лилипутов мало, высоких людей тоже не очень много. В основном люди среднего роста. Это обычная гауссова кривая, нормальное распределение.

Здесь мы видим экспоненциальное распределение, то есть доля мужчин с пониженным количеством (меньше 39 млн) сперматозоидов — олигоспермией — достаточно высока. Эти данные указывают на потенциальные риски, связанные с воспроизводством населения. Если еще женщины будут с аналогичными проблемами (а они есть), то как людям продолжать свой род? Добавьте сюда аборт, аномалии развития, тенденцию к планированию малодетности — и ситуация становится критической.

— Ситуация с высокой долей олигоспермии отслеживается по конкретным регионам?

— В целом во всех шести городах фактические распределения близки к экспоненциальному со своими характерными параметрами.

Например, доля молодых мужчин с олигоспермией в Якутске и Улан-Удэ достигает 25% — четверти, тогда как в Минске 12%, то есть в два раза меньше. Это тоже много, но все-таки показатели не такие шокирующие, как на Севере.

— Каковы причины, помимо климатических?

— Я выделяю три возможные причины. Это прежде всего экологические факторы, главным образом антропогенное загрязнение окружающей среды, а также образ жизни (избыточный вес, малоподвижность, потребление алкоголя и табакокурение). Мы знаем, что у нас питание не лучшее, не всегда натуральное, с большим количеством консервантов, усилителей вкуса и прочих добавок, не всегда нам полезных. Как обрабатывают привозные фрукты, в результате чего они очень долго не портятся? Что добавляют в молоко, если оно после покупки очень долго стоит не скисая? Наши продукты стали как бы «нетленными», что с одной стороны удобно, а с другой — вредно для здоровья.

— Значит, экология, неправильное питание. И что еще?

— Курение. При заполнении анкет наши добровольцы давали информацию о частоте курения сигарет и потребления алкогольных напитков, а также сведения о малоподвижном образе жизни. Из антропометрических измерений мы могли оценивать их избыточный вес. Нами показано, что курение и избыточный вес ухудшают показатели спермограммы и вызывают дисбаланс в уровнях репродуктивных гормонов. Поэтому неблагоприятные экологические факторы и вредные привычки гарантированно портят мужское здоровье.

— А алкоголь?

— У нас были молодые люди — в основном аспиранты, студенты. Асоциальных личностей, алкоголиков или наркоманов среди них не было. На вопрос о частоте употребления алкогольных напитков некоторые отвечали, что вообще не пьют, другие указывали ту или иную частоту употребления алкоголя. Так вот, к нашему удивлению, мы обнаружили, что алкоголь в умеренных дозах оказывает протективное действие, то есть умеренное потребление алкоголя может в определенной степени нивелировать отрицательное влияние курения или избыточного веса. Важно лишь помнить, что такое умеренная доза. По рекомендациям ВОЗ, для мужчины это не более 200 мл легкого вина или 0,5 л пива в сутки. Все, что выше, чрезмерно и вредно. Всем советую придерживаться народной мудрости, записанной В.И. Далем: «Одна рюмка — на здоровье, другая — на веселье, третья — на вздор».

Что же касается научных исследований по изучению влияния образа жизни, в том числе умеренного потребления алкоголя, на сперматогенную и гормональную функцию мужчин, то они, конечно, нуждаются в дальнейшем накоплении материала и разработке новых подходов.

В нашем исследовании впервые удалось проанализировать общее влияние четырех важных факторов образа жизни. Результаты нашего исследования также демонстрируют, что при здоровом образе жизни, то есть исключая курение, малоактивный образ жизни и избыточный вес, не требуется протективного действия умеренного потребления алкоголя. Хорошо известно, что злоупотребление алкогольными напитками приводит к катастрофическим последствиям для здоровья, в том числе и репродуктивного. Мы считаем, что наши данные актуальны для профилактической медицины и указывают на необходимость организации диспансеризации молодого мужского населения в целях поддержания репродуктивного здоровья.

Второй причиной репродуктивных рисков для мужчин при действии неблагоприятных экологических факторов и вредных привычек может быть изменение профиля метилирования ДНК сперматозоидов. В последнее время в западной литературе появились сведения на эту тему и началась разработка нового направления, которое раскрывает механизмы длительной эпигенетической модификации мужской репродуктивной функции. На Западе эти исследования уже идут.

— А у нас?

— Мы написали заявку на грант в Российский научный фонд, надеемся, что получим его и тогда продолжим свои исследования. Выясним и вопросы эпигенетической модификации.



— Изменение социально-экономических условий тоже играет в этом процессе свою роль?

— Безусловно. Это третья причина повышения репродуктивных рисков. Изменение социально-экономических условий и традиционных ценностей за прошедший век привело к преимущественному планированию малодетных семей, включающих одного или двух детей, что фактически приводит к массовому искусственному отбору на снижение фертильности. Ответ на такой отбор может быть достаточно быстрым, если реализуется через аддитивные генетические эффекты. Такого рода демографический тренд может приводить к уменьшению концентрации сперматозоидов в эякуляте, так как ввиду социальных ограничений размера семьи у высокофертильных мужчин генетический вклад в потомство практически не отличается от мужчин с низким репродуктивным потенциалом.

В своем послании к Федеральному собранию в 2016 г. президент РФ В.В. Путин приводит слова выдающегося русского ученого Д.И. Менделеева, сказанные им 100 лет назад: «Разрозненных нас сразу уничтожат. Наша сила в единстве, в воинстве, в благодушной семейственности, умножающей прирост народа, и в естественном росте нашего внутреннего богатства и миролюбия».

Замечательные слова, адресованные прямо нам, сегодняшним. Очень хорошо, что президент это понимает, потому что проблему без пристального внимания государства никак не решишь. В противном же случае, если не изменятся социальные установки относительно планируемых размеров семьи, доля мужчин с пониженной сперматогенной функцией в современной популяции человека со временем будет повышаться.

Не будет большим преувеличением сказать, что репродуктивный потенциал коррелирует с показателями общего здоровья человека. Репродуктивная функция относится к важнейшим в биологическом смысле, обеспечивая воспроизводство. Гаснет эта функция — исчезает вид. Кардинальным решением этой проблемы могло бы служить возвращение нашего общества к традиционным ценностям, и одна из них — большая дружная семья.

— Но в Беларуси ситуация относительно благополучная?

— Несмотря на экспоненциальное распределение количества сперматозоидов в эякуляте у мужчин-добровольцев Минска, все же ситуация там по сравнению с остальными пятью городами РФ лучше всего. Наверное, не только из-за благоприятного климата, но и из-за того, что люди там ближе к традиционным семейным ценностям. Да и продукты белорусские не зря у нас ценятся — они натуральные и вкусные. В этом смысле нам можно брать пример с дружелюбных белорусов. ■

Беседовала Наталья Лескова

ЗДОРОВЬЕ ОБЩЕСТВА

ВОЯЖ
В СТРАНУ



ОРУЖИЯ



Цифры объективно показывают, что рост количества оружия не делает жизнь безопаснее. Почему же столь многие люди уверены в обратном?

Мелинда Уэннер Мойер

ОБ АВТОРЕ

Мелинда Уэннер Мойер (Melinda Wenner Moyer) — писательница, получившая премию за выдающиеся успехи в деле журналистики по охране здоровья за статью «Угроза от крупных ферм: супербактерии» опубликованную в декабрьском номере журнала *Scientific American* за 2016 г. (ВМН, № 1–2, 2017).



ПРИДЯ В СЕБЯ ОТ ОТДАЧИ ПОСЛЕ ВЫСТРЕЛА, Я МЕДЛЕННО ПЕРЕВЕЛА ВЗГЛЯД НА МИШЕНЬ. ДА, СПРАВА ОТ ГЛАЗА ЗОМБИ В НЕЙ БЫЛ МАЛЕНЬКИЙ, НО ОТЧЕТЛИВЫЙ КРУЖОЧЕК — ПЕРВАЯ ДЫРКА ОТ ПУЛИ, ПРОДЕЛАННАЯ МНОЮ ЗА ВСЮ ЖИЗНЬ. ПОСМОТРЕВ ВНИЗ, НА GLOCK 19 В МОИХ ТРЯСУЩИХСЯ РУКАХ, Я ИСПЫТАЛА УДИВИТЕЛЬНУЮ ПЕРЕМЕНУ ЧУВСТВ. БУКВАЛЬНО ЗА СЕКУНДЫ НЕРВНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, ДАЖЕ ИСПУГ, СМЕНИЛОСЬ ЛЕГКОЙ ЭЙФОРИЕЙ И ОЩУЩЕНИЕМ НЕУЯЗВИМОСТИ. И ТОГДА Я ПОНЯЛА, ПОЧЕМУ МИЛЛИОНЫ АМЕРИКАНЦЕВ УВЕРЕНЫ, ЧТО ПИСТОЛЕТ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ИМ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Я стояла на стрельбище в штате Джорджия, в 25 км к югу от города Кеннесо, называемого Городом оружия Америки. Это был второй день моей четырехдневной поездки, которую я предприняла с целью проверки противоречивого, но популярного утверждения оружейного лобби, будто чем больше у людей оружия, тем лучше они защищены от преступников.



Город оружия. В городе Кеннесо близ Атланты есть закон, требующий, чтобы его жители имели огнестрельное оружие (1). В загородном Губернаторском оружейном клубе Кеннесо люди тренируются в стрельбе по мишеням (2).

В 2015 г. в США было застрелено 36 тыс человек, и эта статистика в совокупности с другими тревожными факторами, заставила многих задуматься, не будет ли лучше, если оружием будет располагать меньшее число людей. Однако поборники арсенала утверждают прямо противоположное: что убийства, перестрелки и другие преступления происходят именно потому, что оружия в стране

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Утверждение, что владение огнестрельным оружием тормозит преступность, широко распространено в США и побуждает к принятию законов, которые очень облегчают приобретение такого оружия и его хранение.
- Однако около 30 тщательных исследований показали, что увеличение количества оружия ведет к росту преступлений — убийств, изнасилований и др. О том, что оружие помогает, говорит гораздо меньшее число исследований.
- Интервью с людьми в насыщенных оружием городах показывают, что они не столь привержены идее защиты от преступников с помощью огнестрельного оружия, как утверждает оружейное лобби.

недостаточно. Они говорят, что вооружение большего числа людей сделает страну безопаснее и спокойнее, так как преступники будут бояться, если будут знать, что их окружают вооруженные добропорядочные люди.

то, что происходит с вооруженными людьми в обществах, где оружия много, с тем, что происходит с ними в местах, где оружия мало. Кроме того, ученые исследуют, насколько больше вероятность стать жертвой преступления у людей вооружен-



Судите сами: с 1991 г. американцы приобрели 170 млн новых стволов, и уровень преступности, по данным Национальной ружейной ассоциации Америки (NRA), резко понизился. Дональд Трамп в ходе кампании по выборам президента так высказался о бойне в Сан-Бернардино, штат Калифорния, в 2015 г.: «Если бы там у другой стороны были пистолеты и пули летели в другом направлении, там не было бы убито 14 или 15 человек». А инструктор по обращению с огнестрельным оружием на стрельбище в Кеннесо Майк Уоткинс (Mike Watkins) сказал: «Будь я плохим парнем и зная, что в каком-то месте есть наган, я, разумеется, не выберу это место для недобрых дел».

Есть ли правда в этом утверждении? Идеальным экспериментом было бы интервенционистское исследование, в ходе которого ученые могли бы отследить, что происходило в течение нескольких лет после того, как огнестрельное оружие было выдано сообществу, в котором его до этого не было, но все прочие условия остались прежними. К сожалению, в США нет сообществ, не имеющих оружия, а этичность подобного исследования сомнительна. Поэтому ученым приходится сравнивать

них, чем у безоружных, а также отслеживают, что происходит, когда законы дают людям возможность носить оружие и применять его для самообороны.

Большинство этих исследований, а их проведено несколько десятков, подрывают идею о том, что огнестрельное оружие останавливает кровопролитие. В 2015 г. исследования на основе данных, полученных от ФБР и Центров контроля и профилактики заболеваемости (CDC), например те, которые были проведены в Детской больнице Бостона и в Гарвардском университете, показали, что в штатах с наибольшим количеством огнестрельного оружия нападения с его использованием происходят в 6,8 раз чаще, чем там, где оружия меньше всего. В том же 2015 г. комплексный анализ 15 различных исследовательских работ показал, что вероятность быть убитыми при нападении у людей, имеющих дома огнестрельное оружие, почти вдвое выше, чем у тех, у кого оружия нет.

Эти свидетельства накапливались медленно, поскольку Конгресс США наложил ограничения на работу CDC — крупнейшего спонсора исследований причинения вреда здоровью. С середины

1990-х гг. эта организация фактически лишилась возможности поддерживать исследования насилия с применением огнестрельного оружия. А *NRA* и многие владельцы оружия делали упор на горстку исследований, утверждающих иное.

Я выросла в Джорджии и поэтому решила поехать по ней и по Алабаме, где убеждение, что оружие защищает, укоренилось в повседневной жизни. Я хотела почитать научные публикации и послушать людей, имеющих опыт в рассматриваемой области: полицейских, депутатов, владельцев огнестрельного оружия, исследователей причинения вреда здоровью и специалистов по огнестрельному оружию вроде Уоткинса, который стоял рядом со мной, когда я нажимала на спусковой крючок пистолета.

ПОИСК СВЕДЕНИЙ О ВЛИЯНИИ ОРУЖИЯ НА НАСИЛИЕ начать естественнее всего с Кеннесо. В этом городе, находящемся примерно в 40 км к северу от Атланты, 15 марта 1982 г. был принят спорный закон «о поддержке безопасности и общего благополучия города и его жителей». Этот закон требовал, чтобы каждый глава семьи имел огнестрельное оружие и патроны к нему.

Примерно через 35 лет после принятия этого закона я ехала по Чероки-стрит в Кеннесо к Центру Бобби Гранта — филиалу главного управления полиции города, которое располагалось в 400 м дальше по той же улице. В этом центре, маленьком кирпичном здании, приткнувшемся перед большой водонапорной башней, размещались сыщики. Я нашла домофон и позвонила. Почти сразу мне открыл крупный мужчина с усами и бородкой, явно ждавший меня. Он представился лейтенантом Крейгом Грейдоном (Craig Graydon). Именно к нему я и ехала.

Грейдон возглавляет отдел уголовных расследований Кеннесо и ведет статистику всех преступлений в городе. Он провел меня в свой темный кабинет, где на экране монитора компьютера светился скринсейвер из старого телесериала «Неприкасаемые» с Робертом Стэком в роли федерального агента Элиота Несса. У Грейдона прадед и отец работали в органах правопорядка. «Я был окружен разного рода средствами защиты, сколько я себя помню», — сказал он.

Кеннесо гордится своим законом об оружии. «Горожан ловили на разных других преступлениях, и все они говорили: "Я никогда не стал бы влезать в дом в Кеннесо"», — сказал Грейдон. Представители городских властей утверждают, что через год после принятия этого закона число вооруженных ограблений в Кеннесо сократилось вдвое, а к 1985 г. — на 80%. «Это говорило о полезности закона для города», — считает криминолог Дэвид Макдоуэлл (David McDowall) из Университета штата Нью-Йорк в Олбани. Возможно,

Оружие в доме не делает его безопаснее

Распространено мнение, что оружие в доме защищает его обитателей от преступников. Ряд исследований, проведенных в 1980-х и 1990-х гг., показал, что это не так. Это подтвердили и позднейшие исследования. Не раз оказывалось, что оружие в доме повышает риск убийства или самоубийства.

Резонансные исследования

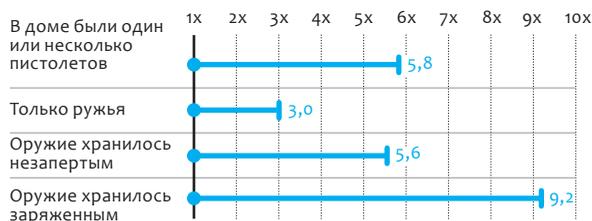
В конце 1980-х и начале 1990-х гг. группа Артура Келлерманна опубликовала результаты ряда исследований, дающие основания считать, что люди, у которых в доме хранится оружие, чаще совершают убийства и самоубийства, чем те, у кого в доме его нет. Степень риска характеризуется отношением шансов (ОШ): если оно больше 1, значит в домах, где есть оружие, жертв будет больше, чем там, где его нет. Опубликованные этой группой цифры говорят о повышенном ОШ в домах, где в целях самообороны хранится оружие: там оно равно 1,7, то есть риск убийства в таких домах на 70% выше.

Приблизительные ОШ для убийств в домах



Поскольку исследователи не могли выяснить достаточного количества деталей о каждом случае убийства, чтобы учесть все переменные, способные исказить результаты, им приходилось использовать приблизительные ОШ, что делало выводы уязвимыми для критики. В отношении самоубийств, где эти переменные можно было учесть, ОШ получились уточненными и более убедительными.

Уточненные ОШ для самоубийств в домах



Поддерживающая работа

В 2003 г. группа Дугласа Виебе (Douglas Wiebe), работающего сегодня в Пенсильванском университете, провела аналогичное исследование, сопоставив уровни обладания оружием среди 3679 жертв убийств и самоубийств и 21 619 человек, не ставших жертвами. Исследователи смогли собрать больше информации о каждом из субъектов, что позволило им уточнить значения ОШ вследствие более точного учета переменных.

Уточненные ОШ для убийств в домах



Результаты подтверждают выводы группы Келлерманна о том, что наличие оружия в доме приводит к увеличению отношения шансов на 41% для убийств и на 244% для самоубийств.



Вера и цифры: Крейг Грейдон из полиции Кеннесо говорит, что преступники могут бояться вторгаться в дома в его городе, но анализ не выявляет снижения уровня преступности с облегчением доступа к оружию

этому способствовали средства массовой информации, освещающие принятие этого закона: дело не только в том, что жители Кеннесо имеют оружие, но и в том, что все знают об этом. (При этом к исполнению данного закона никого не принуждали, и, по оценке Грейдона, эти средства защиты есть лишь примерно у половины жителей Кеннесо.)

Однако резкий спад числа ограблений в Кеннесо после 1981 г. может быть обманчивым. Макдауэлл присмотрелся к цифрам внимательнее и обнаружил, что 1981 г. был аномальным: число вооруженных ограблений в этом году было на 75% больше, чем в среднем в предшествующие пять лет. Так что нет ничего удивительного в том, что последующие годы выглядели гораздо более благополучными. Макдауэлл рассмотрел количества вооруженных ограблений в годы, предшествующие принятию закона об оружии, используя в качестве исходных точек 1978, 1979 или 1980 гг., а не 1981 г., и в результате установил, как он сообщил в статье от 1989 г., что заявленного ранее спада преступности не было. Кеннесо всегда отличался очень

низким уровнем преступности, причиной чего могло быть не столько количество оружия в городе, сколько его жители и местоположение.

Но из Кеннесо, выглядевшего как типичный маленький городок, вовсе не помешанный на оружии, я вынесла впечатление, что для большинства его жителей фактические данные ничего не значат. Похожая ситуация наблюдалась и в других местах, где я побывала. Важнее была кажущаяся логика: оружие останавливает преступников, следовательно, делает жизнь людей более безопасной. Накануне встречи с Грейдоном я прослушала лекцию защитника второй поправки к Конституции США в городе Стоун-Маунтин, штат Джорджия, в 50 км к югу от Кеннесо. В этой лекции он упомянул Сэмюэла Кольта, который пропагандировал револьвер в середине XIX в., и сказал: «Я не видел статистики, но убежден, что с широким распространением револьверов количество изнасилований и вооруженных ограблений намного уменьшилось». Иными словами: цифры и статистика почти не нужны, все и так знают, что там, где больше оружия, преступность ниже.

Что же говорят исследования? Несомненно, самую известную серию изысканий по этой теме провела в конце 1980-х и в 1990-х гг. группа Артура Келлерманна (Arthur Kellermann), занимающего сегодня пост декана Медицинской школы им. Эдварда Хеберта Медико-санитарного университета вооруженных сил США. В одном из этих исследований, которое финансировали CDC и результаты которого были опубликованы в 1993 г. в журнале *New England Journal of Medicine*, группа выявила 444 случая убийства людей в своих домах в промежутке между 1987 и 1992 гг. в трех регионах США: округе Шелби, штат Теннесси, округе Кинг, штат Вашингтон, и округе Кайахога, штат Огайо. Затем ученые собрали сведения об этих людях и их смертях у местной полиции, судмедэкспертов и близкого окружения погибших. Оказалось, что наличие средств защиты в доме примерно втрое повышает шансы человека быть убитым кем-то из членов его семьи или ближайших знакомых.

Эти открытия прямо противоречат рассуждениям, которые я повсеместно слышала в Джорджии, а причиной этого может быть то, что поведение человека бывает гораздо более запутанным, чем предсказывает простая логика. Ученые утверждают, что даже если наличие оружия в доме препятствует случайным вторжениям, оно может изменить поведение владельца таким образом, что поставит под угрозу его самого или членов его семьи. «Наличие у вас оружия может привести к тому, что вы станете совершать поступки, которые вы не должны совершать; идти на неоправданный риск или посещать опасные места, будучи уверенными в своей безопасности», — говорит директор Гарвардского центра исследований в области контроля причинения

вреда здоровью Дэвид Хемениуэй (David Hemenway). А этот риск может привести к превышению пределов необходимой самообороны.

Кроме того, там, где много оружия, больше и возможностей его хищения в преступных целях. И действительно, Грейдон сказал мне, что одна из проблем Кеннесо — кража оружия, и поэтому полицейское управление города рекомендует владельцам арсенала держать его под замком. Однако NRA против закона, требующего такого хранения.

Первую работу группы Келлерманна упресли за недостаточное использование статистического контроля. Поэтому группа опубликовала результаты последующих исследований, подтверждающие связь между наличием оружия и насилием. В одном из этих исследований было установлено, что наличие пистолета в доме связано с почти пятикратным увеличением вероятности самоубийства. (Случаев самоубийства из оружия в США каждый год больше, чем случаев убийства других людей.) В другой работе, опубликованной в 1998 г., группа показала, что при наличии оружия в доме вероятность использования его для самообороны в пять раз меньше вероятности случайного убийства из него, в семь раз меньше для вооруженного нападения или убийства другого человека и в 11 раз меньше для самоубийства.

Результаты этого исследования вышли на первые страницы газет *New York Times* и *Washington Post* и разъярили оружейное лобби, которое начало войну против исследований влияния оружия. Эта война продолжается и поныне.

ОДИН ИЗ ВЕТЕРАНОВ ЭТОЙ ВОЙНЫ — исследователь телесных повреждений Марк Розенберг (Mark Rosenberg). К нему в пригород Атланты я и поехала из управления полиции Кеннесо. Его дом находится всего в 24 км от места, где я жила в детстве. Мы с ним уселись в его гостиной. В конце 1990-х гг. Розенберг был директором Национального центра контроля и предотвращения телесных повреждений CDC, который тогда финансировал исследования насилия с применением огнестрельного оружия. Он сказал, что в 1999 г. был уволен за то, что продолжал исследование, несмотря на политическое противодействие, хотя его босс, с которым я контактировала, отрицал, что причиной увольнения Розенберга было его исследование влияния оружия.

Я спросила Розенберга, что происходило после публикации работ Келлерманна. «NRA начала комплексную атаку на нас, — ответил он. — Она назвала CDC рассадником лженауки». Действительно, вскоре после публикации первых исследований Келлерманна NRA опубликовала в своем официальном журнале *American Rifleman* статью, в которой призывала читателей протестовать против использования CDC налоговых долларов для



Тормоза для преступности? Майк Уоткинс, инструктор по обращению с огнестрельным оружием из штата Джорджия, рассуждает так: «Будь я плохим парнем и зная, что в каком-то месте есть оружие, я, разумеется, не выберу это место для недобрых дел»

«проведения псевдонаучных работ, направленных против распространения оружия и выдаваемых за исследования». Кроме того, NRA обратилась в Службу научной объективности Национальных институтов здоровья с требованием проверки группы Келлерманна, но получила отказ. Нынешний директор Института законодательного регулирования NRA Тодд Адкинс (Todd Adkins) сообщил мне по электронной почте, что NRA отреагировала подобным образом, потому что ученые из CDC начали кампанию по убеждению американцев в том, что огнестрельное оружие представляет собой угрозу для общественного здоровья, игнорируя данные, противоречащие этому утверждению.

В ходе продолжения спора конгрессмен от Арканзаса Джей Дики (Jay Dickey) внес в проект бюджета CDC дополнительное положение, запрещающее использование средств этой организации для пропаганды контроля над оружием. Со своей стороны конгресс изъял из бюджета CDC \$2,6 млн — как раз ту сумму, которая была

Редкость случаев самообороны

Утверждение, что оружие для защиты от преступников требуется людям часто, основано на результатах одного исследования, проведенного в 1995 г. Оно привело к выводу, что с этой целью американцы используют оружие до 2,5 млн раз в год. Однако более позднее исследование с охватом гораздо большего количества людей показало, что случаи использования оружия для самообороны редки.

Резонансное исследование

В ходе исследования 1995 г., результаты которого были опубликованы Гэри Клеком из Университета штата Флорида и его коллегой Марком Герцем, были опрошены выбранные случайным образом 5 тыс. американцев. Их спрашивали, приходилось ли им или членам их семьи использовать оружие для самообороны в предшествующем году. Утвердительный ответ дали больше 1% опрошенных. Экстраполяция этих данных на все население США привела к выводу, что за год в стране происходит до 2,5 млн таких случаев.

Процент опрошенных, которые в предшествующем году использовали оружие для самообороны



Цифры, в этом исследовании гораздо больше полученных в другой работе. Результаты Национального исследования виктимизации при уголовных преступлениях (NCVS), в ходе которого были опрошены сотни тысяч семейств, дают основания считать, что американцы используют оружие для самообороны 65 тыс. раз в год. В ходе этого исследования впервые опрашивались только люди, действительно подвергшиеся нападению преступников, тогда как Клек и Герц не проверяли факт нападения на опрошиваемых.

Противоречащая работа

В 2015 г. группа Дэвида Хеменуэя из Гарвардского университета проанализировала данные NCVS и установила, что для самообороны оружие использовалось гораздо реже, чем сообщали Клек и Герц. Исследованием были охвачены 14 тыс. человек, преступные нападения на которых были подтверждены, тогда как Клек и Герц не проверяли фактов нападения. В итоге оказалось, что случаи использования оружия для самообороны очень редки.

Объекты нападений, применявшие оружие для самообороны в 2007–2011 гг. (%)



Цифра 0,9% очень красноречива — и не только потому, что она гораздо меньше цифр, приводимых Клеком, но и потому, что она получена от людей, реально подвергавшихся нападению. Другие результаты этой работы показывают, что крики о помощи по эффективности мало отличаются от использования оружия.

В 1998 г. Келлерманн проанализировал 626 случаев стрельбы у домов в трех городах и обнаружил, что случайных выстрелов, убийств, нападений и самоубийств было гораздо больше, чем случаев использования оружия для самообороны: «На каждый случай использования домашнего оружия для самообороны или оправданный законом выстрел приходилось четыре случайных выстрела, семь нападений или убийств и 11 удавшихся или неудавшихся самоубийств»



В тире вблизи Кеннесо: в ходе недавнего опроса владельцев огнестрельного оружия в США 88% респондентов сказали, что купили пистолеты для самообороны, и многие из них считают, что могут стать объектами жестокого преступления

выделена на исследование влияния оружия в предшествующем году. (Позднее эта сумма была возвращена, но с условием использования ее только для изучения мозга.) «Это был сигнал: "Мы следим за вами", — говорит Хеменуэй, добавляя: — В CDC поняли, что им нужно быть предельно осторожными в отношении оружия, если они хотят сохранить свой Центр контроля и предотвращения телесных повреждений».

Добавление Дики к проекту бюджета CDC с тех пор обновляется каждый год. Более того, в 2011 г. текст документа был расширен для охвата всех подразделений Министерства здравоохранения и социальных служб, включая Национальные институты здоровья. Однако позднее Дики сказал, что он не намеревался остановить все исследования влияния оружия и теперь хотел бы, чтобы этого не произошло. В апреле 2017 г. он умер.

Но руки CDC остаются связанными. После стрельбы в школе Ньютауна, штат Коннектикут, в 2012 г., когда погибли 20 школьников и шестеро взрослых, президент Барак Обама подписал указ о выделении CDC \$10 млн на исследование случаев насилия с применением огнестрельного оружия, но конгресс отказал. По словам Линды Де Гьютис (Linda DeGutis), которая с 2010 по 2014 г. была директором Центра телесных повреждений CDC, работникам этой организации запретили даже обсуждать бойню в Ньютауне. «Нам не разрешалось сообщать СМИ ничего, кроме общих сведений, — вспоминает она. — Работникам CDC нельзя было даже упоминать слова "огнестрельное оружие"». (Сегодняшние работники CDC не соглашались давать интервью для настоящей статьи.)

Врач Гэрен Уинтемьют (Garen Wintemute) из Калифорнийского университета в Дэвисе, известный исследователь насилия с применением

SOURCES: "ARMED RESISTANCE TO CRIME: THE PREVALENCE AND NATURE OF SELF-DEFENSE WITH A GUN," BY GARY KLECK AND MARC GERTZ, IN JOURNAL OF CRIMINAL LAW AND CRIMINOLOGY, VOL. 86, NO. 1, FALL 1995; "THE EPIDEMIOLOGY OF SELF-DEFENSE GUN USE FROM THE NATIONAL HOUSEHOLD SURVEY ON LAW ENFORCEMENT AND SOCIAL JUSTICE PREVENTIVE MEDICINE, VOL. 75, OCTOBER 2005; "INDURIES AND DEATHS DUE TO WEAPONS IN THE HOME," BY ANTHONY L. KELLERMAN ET AL., IN JOURNAL OF TRAUMA, INJURY, INFECTION, AND CRITICAL CARE, VOL. 45, NO. 3, AUGUST 1998

огнестрельного оружия, не слишком удивлен подобным ходом развития событий: «Примерно таким же образом обстоят дела и во всех других областях, где имеются противоречия и существуют угрозы сложившимся интересам. Заинтересованные силы стараются действовать так, чтобы уменьшить угрозу», — говорит он. После ухода из CDC Розенберг стал главным управляющим некоммерческой организации, которая занимается улучшением положения со здоровьем в развивающихся странах. Однако Уинтемыют и другие продолжают исследования влияния оружия, добывая гранты у частных фондов и таких правительственных организаций, как Национальный институт правосудия. В 2005 г. Уинтемыют стал использовать для исследований собственные деньги и уже потратил около \$1,7 млн.

Выдвинутое на основе опубликованных работ группы Келлерманна положение, что наличие оружия повышает риск насилия и убийства, подтверждается данными более 30 других исследований как отдельных лиц, так и сообществ. «Данные, подтверждающие положение, что доступ к оружию увеличивает риск убийств и травм с его использованием, поистине однородны», — говорит Уинтемыют. Поборники оружия утверждают, что причинная связь обратна: не оружие вызывает всплески жестоких преступлений, а эти всплески побуждают людей приобретать средства защиты. Но будь это так, приобретение пистолетов должно возрастать после всех проявлений насилия. Однако этого не происходит.

Когда во время путешествия по Джорджии я спрашивала встречавшихся мне людей об их мнении о влиянии оружия на насилие, многие говорили, что не верят в то, что оно — главная причина. «Объект искать легче, чем мотив», — сказал мне Грейдон. Он прав: все большее количество исследований подтверждает, что насилие заразительно и существует независимо от оружия и материального положения человека. В этом смысле оружие — не первоисточник насилия, а лишь способствует проявлению склонности к нему. Но это не значит, что оно не играет роли. Оно учащает столкновения, повышает ставки и усугубляет последствия. Именно поэтому там, где оружие широко распространено, смертей и угрожающих жизни травм больше. Насилие может быть вызвано другим насилием, но наличие смертоносного оружия усугубляет все дело.

МОЯ СЛЕДУЮЩАЯ ОСТАНОВКА — СКОТТСБОРО. Этот городок находится в округе Джексон, штат Алабама, где почти каждый пятый человек имеет разрешение на скрытое ношение оружия. В целом по Алабаме такое разрешение имеют, по оценкам, 12% населения — это, возможно, самый высокий процент в стране. А в округе Джексон этот процент — один из самых высоких в штате. Меня

Доступ к оружию не снижает преступность

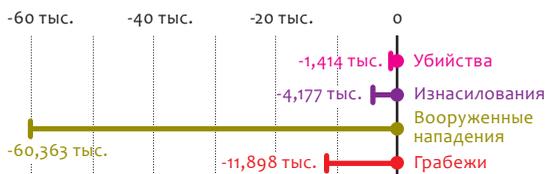
Поборники оружия утверждают, что чем большему количеству людей будет позволено носить оружие, тем меньше будет преступность. Основано это утверждение главным образом на результатах спорного исследования 1997 г. регионов, в которых упрощенный доступ к оружию якобы приводит к снижению уровня преступности. Это исследование широко критиковалось, а другие исследования дали противоречащие ему результаты.

Резонансное исследование

В 1997 г. Джон Лотт и Дэвид Мастерд проанализировали данные округов США о преступности за период с 1977 по 1992 г. и пришли к выводу, что в десяти штатах после отмены возможности получить право на скрытое ношение оружия количество убийств снизилось на 7,65%. По их данным, уменьшилось и количество других преступлений.

Ожидаемое изменение числа убийств в случае, если бы в 1992 г. штаты, в которых не было законов, облегчающих доступ к оружию, приняли такие законы (оценка на основе данных по округам)

Цифры, представленные Лоттом и Мастердом, отражают число убийств, которых бы не произошло, если бы в 1992 г. доступ к оружию облегчили все штаты. Однако специалисты из Национального научного совета пришли к выводу, что очень малые изменения модели приводят к большим изменениям результатов — как ослабляющим, так и усиливающим связь между разрешением на оружие и уровнем преступности, так что определить, как влияет облегчение доступа к оружию на уровень преступности, невозможно.



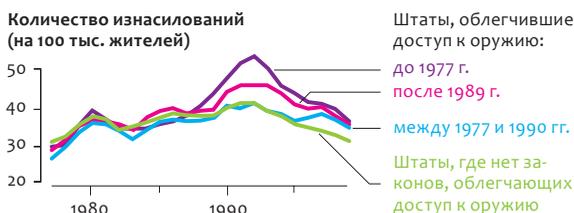
Противоречащая работа

Результаты исследования экономиста Джона Донохью, опубликованные в 2017 г., прямо противоречат данным модели Лотта и Мастерда. Они показывают, что в штатах, где доступ к оружию не облегчался, уровень преступности существенно снизился, а в штатах, облегчивших доступ к оружию, почти не снизился.

Количество жестоких преступлений (на 100 тыс. жителей)



В 2003 г. группа Донохью обнаружила, что в штатах, где доступ к оружию был облегчен, в течение десяти лет уровень изнасилований был примерно таким же, как в штатах, не облегчавших доступа к оружию, или даже более высоким.



интересовало, часто ли жители этого сонного городка, расположенного чуть севернее реки Теннесси, применяют свои средства защиты для того, чтобы помешать преступлению.

Я покинула дом Розенберга и поехала на северо-запад. Проехав почти 200 км и миновав отель *Econo Lodge*, китайский ресторанчик *No. 1 China Buffet* и кредитное агентство *CashMart*, я остановилась у администрации округа — впечатляющего кирпичного здания в стиле неоклассицизма с часовой башней. Скоттсборо получил известность в 1931 г., когда в этом здании суд присяжных, состоящий только из белых людей, приговорил восемь чернокожих юношей к смертной казни по ложному обвинению в изнасиловании двух белых женщин. Этот приговор обжаловался во всех инстанциях вплоть до Верховного суда США.

Пройдя через металлоискатель, я бродила по зданию в поисках офиса шерифа. Вернувшись в итоге на первый этаж, я обнаружила его в задней части здания. Секретарша ввела меня в кабинет шерифа Чака Филлипа (*Chuck Phillips*), который сидел за столом со своим заместителем Рокки Харненом (*Rocky Harnen*). На стене позади стола висел плакат «Основы легкого оружия».

«Клянусь вам, что здесь каждый, кто хочет, может получить хоть сотню стволов», — сказал он мне. Я спросила, сколько раз жители Скоттсборо применяют свое оружие для того, чтобы защитить себя. «Я работаю здесь 35 лет и не могу припомнить ни одного случая», — ответил мне шериф. Однако Харнен вдруг что-то вспомнил: «Была некая женщина. К ней в дом пытался проникнуть какой-то человек. Она заорала: "У меня есть ствол", открыла дверь, и парень убежал. Она выстрелила ему вдогонку».

Больше ничего они вспомнить не смогли. Грейдон из Кеннесо, проработавший в полицейском управлении 31 год, также не мог вспомнить ни одного случая использования оружия для самозащиты.

Частота применения огнестрельного оружия для самозащиты — ключевой момент в спорах о нем в нашей стране. Поборники этих средств уверяют, что это происходит постоянно. В 1995 г. криминолог Гэри Клек (*Gary Kleck*) из Университета штата Флорида и его коллега Марк Герц (*Marc Gertz*) провели исследование, которое выдало цифру, ставшую одним из главных козырей поборников оружия. Они задали 5 тыс. случайно выбранных американцев вопрос, использовали ли они или члены их семьи за прошедший год огнестрельное оружие для самозащиты. Положительный ответ дали чуть больше 1% опрошенных. Экстраполяция этих результатов привела Клека и Герца к выводу, что американцы применяют оружие для самозащиты до 2,5 млн раз в году.

Однако эта оценка намного выше данных правительственных исследований, в частности

Национального исследования виктимизации при уголовных преступлениях (*National Crime Victimization Survey, NCVS*), которое охватывает десятки тысяч семей. Его результаты показывают, что жертвы используют огнестрельное оружие всего 65 тыс. раз в год. А в 2015 г. группа Хемунуэя проанализировала данные *NCVS* за пять лет и пришла к выводу, что огнестрельное оружие используется для самообороны меньше чем в 1% всех преступлений, совершаемых в присутствии жертвы. Они нашли также, что эффективность использования оружия для самозащиты почти не отличается от эффективности других защитных действий, например криков о помощи. «Данные не свидетельствуют, что у людей, защищающих себя с помощью оружия, вероятность пострадать гораздо меньше», — говорит экономист Филип Кук (*Philip Cook*) из Университета Дьюка, изучающий влияние оружия с 1970-х гг.

Исследование Клека и Герца в очень важных отношениях отличается от *NCVS*, что может помочь объяснить расхождение их результатов. *NCVS* сначала выясняет, подвергался ли человек нападению, и только потом задает вопрос об использовании оружия для защиты, что отсеивает ответы «да» от людей, которые могли, например, размахивать пистолетом у стойки бара и называть это самообороной. Клек и Герц могли переоценить использование оружия для самообороны в результате включения в данные подобных неоднозначных случаев. Клек же считает, что *NCVS* могло занижать показатели использования оружия для самообороны в результате того, что люди, не доверяющие правительственным опросчикам, боятся признаваться в использовании оружия. Однако *NCVS* с самого начала извещает опрашиваемых о том, что они находятся под охраной федерального закона, а их ответы останутся анонимными.

Некоторый свет на ответы об использовании оружия для самозащиты может пролить внимательное рассмотрение того, кем, как, где и почему проявлялось насилие с использованием оружия. В числе американцев, имеющих разрешение на скрытое ношение оружия, большинство составляют белые мужчины из сельских местностей, а непропорционально много подвергаются насилию молодые черные парни из городов. Кроме того, преступления с применением насилия крайне неравномерно распределены географически. За период с 1980 по 2008 г. в Бостоне половина всех преступлений с использованием оружия были совершены всего на 3% улиц и перекрестков города. А в Сиэтле за 14 лет все молодежные преступления происходили менее чем на 5% участков улиц. Это значит, что у большинства людей, носящих оружие, вероятность оказаться в ситуации, где оно может понадобиться для самозащиты, очень мала.

ОДНАКО У МНОГИХ ВЛАДЕЛЬЦЕВ ОРУЖИЯ эти цифры не находят отклика. «Вне всякого сомнения, обладание огнестрельным оружием повышает вашу безопасность», — убеждал меня Филлипс. «Обладание оружием предоставляет вам возможность не стать жертвой», — подтвердил Уоткинс. (Уоткинс, ранее бывший полицейским на севере штата Нью-Йорк, позднее признал, что в рамках самообороны оружие применяется редко, даже блюстителями закона.) В ходе опроса в июне 2017 г. исследователи спрашивали владельцев оружия, почему они его приобрели. 88% опрошенных сказали, что для самообороны, многие говорили, что чувствовали, что у них есть вероятность стать в некий момент объектом преступления с применением насилия. Это убеждение так устойчиво, что компании даже начали предлагать страхование на случай самообороны. На лекции, которую я слушала в Стон-Маунтине, представитель программы защиты легального оружия *Texas Law Shield* убеждал меня подписаться на услугу по бесплатному официальному представительству в случае если я когда-либо кого-либо застрелю в рамках самообороны. «Пока вы не чувствуете необходимости, а когда она появится, вы очень обрадуетесь, что получили это», — говорил он.

Однако, хотя убеждение, будто все мы — будущие объекты преступлений, укрепляется, число жестоких преступлений в США в последние десятилетия уменьшается. По данным ФБР, в 2015 г. их было на 41% меньше, чем в 1996 г. *NRA* объясняет этот спад приобретением людьми большего количества оружия. Но это объяснение лукаво. Что увеличилось, так это число людей, имеющих по несколько стволов, а фактическое количество людей и семей, имеющих оружие, существенно сократилось.

Недавно исследователи попытались оценить значимость использования оружия для самообороны путем анализа «законов о самообороне», которые приобрели дурную славу после того, как Джордж Циммерман в 2012 г. застрелил во Флориде 17-летнего Трейвона Мартина. Эти законы разрешают людям убивать при самообороне, если они чувствуют, что им грозит опасность. Поборники оружия говорят, что оно должно сдерживать преступность, так как преступники будут знать, что у их жертв нет оснований отказываться от отпора. Однако январское исследование 2017 г. показало, что после принятия «законов о самообороне» во Флориде количество убийств в месяц в этом штате выросло примерно на четверть. А исследование 2012 г. показало, что в штатах, где эти законы были приняты, количество убийств быстро выросло на 8% и стабильно остается более высоким, чем в штатах, где эти законы не были приняты. Экономист Марк Хекстра (Mark Hoekstra) из Техасского университета *A&M*, соавтор статьи 2012 г., сказал так: «Мы установили, что облегчение убийства людей ведет к увеличению числа мертвых людей».

Однако есть люди, которые уверяют, что даже неиспользуемое оружие способно предотвратить преступление. Их логика такова: в местах, где много скрыто носимого оружия, преступники не захотят нападать на людей, которые могут оказаться вооруженными, поэтому не решатся на жестокие преступления. В самом известном исследовании, результаты которого опубликовали в 1997 г. Джон Лотт — младший (John R. Lott, Jr.) из Чикагского университета и Дэвид Мастэрд (David V. Mustard), работающий сегодня в Университете штата Джорджия, рассматривались уровни преступности в округах нескольких штатов, где были приняты законы, облегчающие получение разрешения на приобретение оружия, в разные времена до 1992 г. Эти показатели исследователи сопоставляли с уровнями в местах, где в те времена доступ к оружию не был таким легким. Они исходили из того, что там, где получить разрешение на приобретение оружия легче, его приобретут и станут носить больше людей, в результате чего уровень насилия понизится. На основе проведенных сопоставлений Лотт и Мастэрд разработали модель, которая показала, что с облегчением доступа к оружию число вооруженных нападений уменьшилось на 5%, число изнасилований — на 7% и число убийств — на 7,65%. Лотт пошел дальше и опубликовал в 1998 г. книгу «Больше оружия — меньше преступности» (*More Guns, Less Crime*), в которой отслеживались законы о скрытом ношении более чем в 3 тыс. округов и сообщалось о получении аналогичных результатов.

Многие исследователи пришли к противоположным выводам. Экономист Джон Донохью (John Donohue) из Стэнфордского университета сообщил в июне 2017 г. в рабочей статье, что количество самых жестоких преступлений увеличивается и они становятся все более зверскими, когда штаты облегчают условия получения разрешений на оружие. Через десять лет после облегчения доступа к оружию уровень жестокой преступности оказывается на 13–15% выше, чем был до этого послабления. А в 2004 г. внимание на работы по изучению влияния оружия, включая работу Лотта, обратил Национальный научно-исследовательский совет США, который проводит независимые консультации по научным вопросам. Он попросил 15 ученых еще раз проанализировать данные Лотта, поскольку «вокруг его выводов разгорелись большие споры», пригласив на роль руководителя комиссии криминолога Чарлза Уэллфорда (Charles Wellford), ныне почетного профессора Университета штата Мэриленд. Комиссия нашла, что с помощью крайне малых изменений модели Лотта можно получить большие изменения результатов. «Проведенные нами и другими специалистами анализы показывают, что оценки Лотта очень шатки», — говорит Уэллфорд. — Комиссия пришла

к заключению, что с выводом о том, будто увеличение количества оружия ведет к снижению преступности, согласиться нельзя. Против этого заключения высказался только один член комиссии». Уинтемьют так подвел итог: «Основания полагать, будто облегчение доступа к возможности скрытого ношения оружия дает в целом полезный эффект, предоставляют очень немногие исследования. Гораздо большее число исследований показывает, что оно дает разрушительный эффект».

Лотт, который сегодня возглавляет некоммерческий Исследовательский центр по предотвращению преступлений, говорит, что комиссия была пристрастной и «была создана, чтобы опорочить результаты моей работы». А *NRA* заявила, что исследование, свидетельствующее об опасности оружия, — это часть программы контроля над вооружением, направленной на конфискацию огнестрельного оружия.

Однако важно отличать руководство организаций, пропагандирующих оружие, от членов этих организаций, часто имеющих несколько иные взгляды. «Да, у меня есть оружие, есть разрешение на него и я готова обучать других пользованию им, но я очень хочу, чтобы мне никогда не понадобилось использовать его», — сказала начальница секретариата мэрии города Нельсона в штате Джорджия Тина Монахан (Tina Monaghan). (В 2013 г. в Нельсоне, как и в Кеннесо, был принят закон, требующий, чтобы жители имели оружие, но позднее в том же году требования этого закона были по решению суда смягчены.) Согласно результатам опроса 2015 г., опубликованным исследователями из Университета Джонса Хопкинса, 85% владельцев оружия поддерживают проверку покупателей при всех продажах оружия, включая продажи через дилеров, не имеющих лицензий, хотя *NRA* упорно противится этому.

ГОРАЗДО БОЛЬШЕ о расхождении с позицией *NRA* я узнала при моей последней остановке в Алабаме — в Скоттсборо, в оружейном магазине в конце Брод-стрит, одной из главных улиц города. Один из владельцев этого магазина, Роберт Шук (Robert Shook), рассказал мне, что в сенате штата Алабама есть силы, которые добиваются отмены необходимости разрешений на ношение оружия, что позволит скрыто носить оружие любому человеку старше 18 лет. (В апреле 2017 г. сенат штата принял соответствующий законопроект, но в ходе сессии палаты представителей этого года до голосования по этому законопроекту дело не дошло.) «Со многими действиями *NRA* я не согласен, — сказал Шук, стоя у витрины с пистолетами. — Она сдвинулась вправо гораздо дальше, чем другие сдвинулись влево. Она полностью потеряла здравый смысл». Действительно, сегодня Национальная ружейная ассоциация Америки значительно радикальнее, чем

была в прошлом. В 1930-х гг. президент *NRA* Карл Фредерик (Karl Frederick) высказался в конгрессе США в поддержку национального закона об огнестрельном оружии, который ограничивал скрытое ношение оружия. «Я не верю в пользу поголовного неограниченного ношения оружия», — сказал он.

Убеждение, что чем больше будет оружия, тем меньше будет преступлений, основано на представлении, будто оружие опасно только в руках плохих людей и поэтому нужно дать больше оружия хорошим людям. Однако экономист Кук из Университета Дьюка считает, что разделение людей на хороших и плохих обманчиво и опасно. Даже добропорядочные американцы — всего лишь люди, которые могут «потерять самообладание, оказаться несправедливо осужденными, ошибочно оценить ситуацию или немного выпить», — говорит он. И если при этом они имеют при себе оружие, могут происходить трагедии. В 2013 г. агрессивное поведение на дороге побудило двух водителей, имеющих разрешение на скрытое ношение оружия, выйти из своих машин, достать пистолеты и убить друг друга.

Когда я ехала из Скоттсборо в Атланту, чтобы успеть на самолет, который должен был доставить меня домой, я все время обдумывала все, что увидела и услышала. Хотя мы пока не знаем точно, как влияет на нас оружие, мнение, будто увеличение количества оружия ведет к снижению преступности, почти наверняка ошибочно. Данные исследований влияния оружия неоднородны, но если все исследования, кроме очень немногих, указывают в одном направлении, мы можем быть уверены, что это направление ведет к истине — в данном случае к положению, что оружие не препятствует преступности, а делает ее более жестокой.

У поборников оружия популярен лозунг «Людей убивает не оружие, людей убивают люди», что, в сущности, верно. Все мы ведем непростую жизнь, можем неверно оценивать ситуации, злиться, делать ошибки. И если они ведут к нажатию на спусковой крючок, результат будет непоправимым. В отличие от моего выстрела в зомби на стрельбище жизнь — не учебная стрельба. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Зимринг Ф. Огнестрельное оружие, насилие и социальная политика // ВМН, № 1, 1992.
- Obstacles to Firearm and Violence Research. Arthur L. Kellermann in *Health Affairs*, Vol. 12, No. 4, pages 142–153; November 1993.
- Armed Resistance to Crime: The Prevalence and Nature of Self-Defense with a Gun. Gary Kleck and Marc Gertz in *Journal of Criminal Law and Criminology*, Vol. 86, No. 1, pages 150–187; 1995.

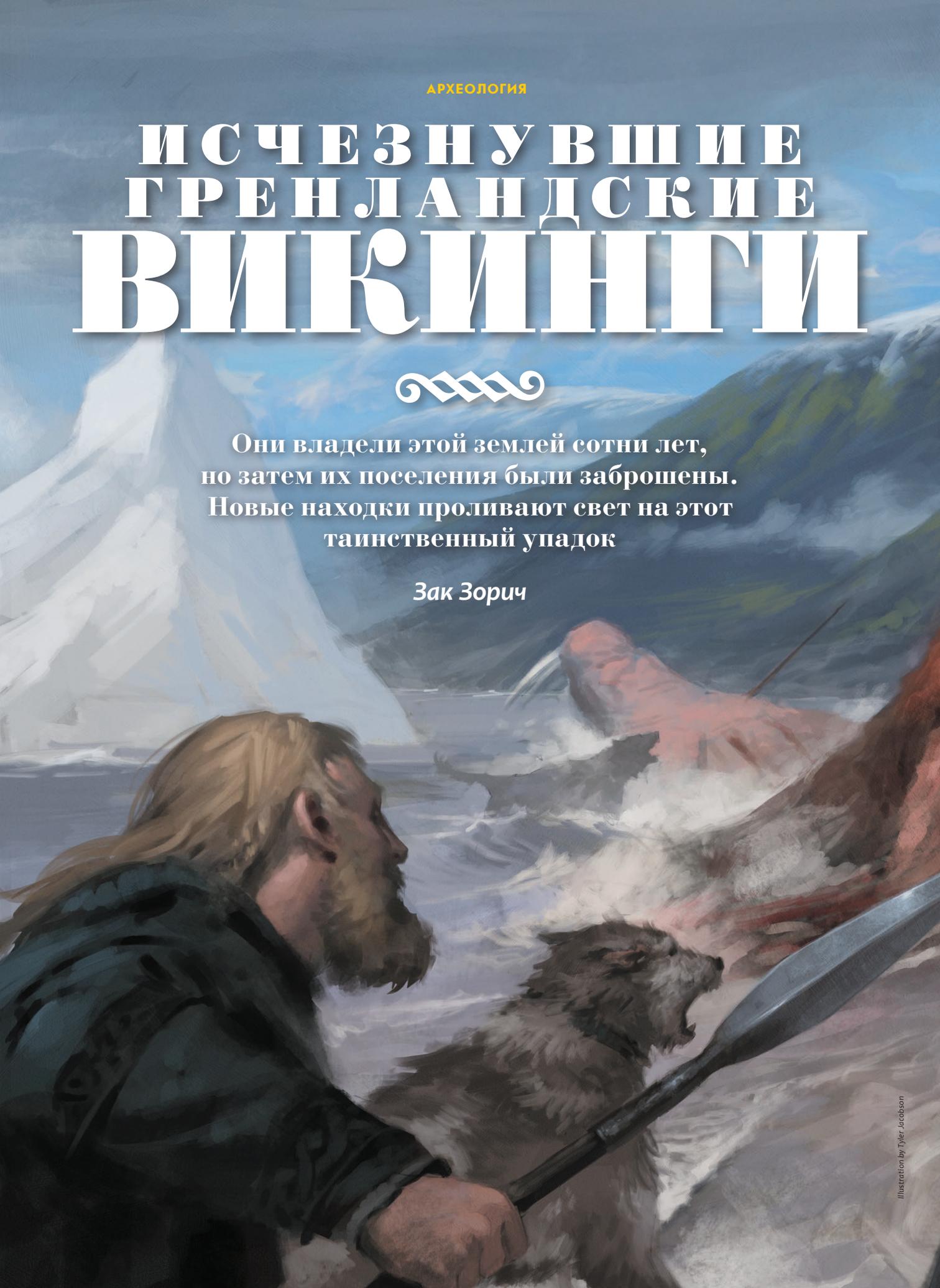
АРХЕОЛОГИЯ

ИСЧЕЗНУВШИЕ ГРЕНЛАНДСКИЕ ВИКИНГИ



Они владели этой землей сотни лет,
но затем их поселения были заброшены.
Новые находки проливают свет на этот
таинственный упадок

Зак Зорич





ОБ АВТОРЕ

Зак Зорич (Zack Zorich) — независимый автор. Его предыдущая статья в нашем журнале была посвящена строительству пирамид в Гизе, которое революционизировало общественную организацию Египта (Зорич З. Эффект пирамиды // ВМН, № 1–2, 2016).



ел 1000 год нашей эры. Группа викингов вела шестивесельную открытую лодку вдоль западного берега Гренландии на север, где, по их представлениям, находился край света. Они были практически не защищены от ветра, дождей и холодных брызг соленой морской воды. Путешествие было исключительно тяжелым, им постоянно грозила опасность утонуть или переохладиться. Однако через 15 дней плавания, описанного в исторических документах, они достигли берегов, носящих сегодня название залива Диско, где моржи вылезали на сушу для спаривания и отдыха. Они были легкой добычей, а их клыки высоко ценились в Европе. Изнурительное путешествие окупилось с лихвой.

Этим арктическим форпостом викинги, или норманны, владели сотни лет. Они создали две успешные колонии, в которых в период расцвета насчитывались тысячи жителей. Однако в первой половине XV в. эти колонии исчезли.

Классическим объяснением этого факта было упорное стремление поселенцев сохранить привычный европейский образ жизни, возделывать пастбища для коров и овец, хотя это место мало подходило для того, чтобы заниматься подобной деятельностью, учитывая холодный климат и каменистую почву Гренландии. Однако накапливающиеся археологические свидетельства показывают, что причины упадка колоний гренландских викингов были далеко не так просты. На самом

деле викинги отступили от европейских традиций, чтобы приспособиться к специфическим условиям Гренландии, занявшись, в частности, охотой на моржей. Эта адаптация позволила поселенцам выдержать изменение климата, которое сделало условия их жизни еще более суровыми. Однако в конце концов она не смогла защитить гренландских викингов от влияния масштабных культурных и политических изменений, которые оттеснили их на обочину жизни и могли стать еще большей угрозой, чем изменение климата.

Возможно, викинги никогда не поселились бы в Гренландии, не случись ряда убийств, совершенных ужасным Эриком Рыжим, чьи подвиги описаны в исландских сагах. Эрик и его отец были

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- После сотен лет успешного существования колонии викингов в Гренландии были таинственным образом заброшены.
- Причиной этого ученые долгое время считали упорное нежелание поселенцев приспосабливать свой европейский образ жизни к условиям этой арктической земли.
- Однако недавние находки показали, что викинги Гренландии все же изменили свой жизненный уклад. Новейшие свидетельства дают основания полагать, что причиной их ухода стало сложное переплетение культурных и политических факторов за пределами Гренландии.



1



2



3



4

Предметы, иллюстрирующие жизнь викингов в Гренландии. Перстень и посох из захоронения епископа (1) говорят о влиянии католической церкви в колониях. Викинги Гренландии поддерживали культурные связи с Европой, придерживаясь ее моды (2) и обычаев. Но при этом они создали экономическую нишу и для себя, занявшись, в частности, охотой на моржей и продажей их клыков в Европу, где из них делали украшения, включая, возможно, льюисские шахматные фигурки (3). Кроме того, викинги встречались с группами аборигенов-эскимосов, которые, похоже, вырезали из дерева фигурки пришельцев (4).

мелкими землевладельцами в Норвегии, но за участие в нескольких убийствах были высланы в Исландию. Эрик не успокоился и через несколько лет в ходе разборки между двумя соседями снова убил несколько человек, и был опять приговорен к изгнанию. Но на этот раз он не мог бежать ни в какую из известных в то время земель. Поэтому он отправился на запад, плохо представляя, что ждет его впереди за морем, и открыл землю, получившую впоследствии название Гренландия. После окончания срока изгнания в 984 г. он вернулся в Исландию, где с группой других поселенцев в 986 г. погрузил свои пожитки на 25 кнорров и отправился на новую землю. Добрались до места лишь 14 из них.

Истинная причина поселения других викингов в Гренландии остается неясной. Историки и социологи долгое время считали, что это было вынужденным шагом: они полагали, что все пригодные земли в Исландии и на Фарерских островах были заняты и викинги не надеялись найти там место, где они могли бы разводить скот. Говорят, что Эрик назвал каменистую и покрытую льдом землю Гренландией (дословно «Зеленая земля») для того, чтобы привлечь туда больше поселенцев.

Было ли то полное отчаяние или надежда найти рай, но около 1000 г. в Гренландию устремилась первая волна викингов из Исландии и Европы. Они заселили большинство лучших пастбищ и гаваней. Тем, кто прибыл туда позднее, пришлось обустраиваться в менее подходящих местах.

Общество начало приобретать форму, когда эти новые фермеры привезли свои семьи, чтобы заявить права на любую свободную землю, где они могли бы использовать траву на корм своим овцам и коровам. Фермы сосредоточивались в основном в двух местностях на западном побережье Гренландии: у так называемого Западного поселения, лежащего примерно в 800 км к югу от мест охоты на моржей, и у Восточного поселения, лежащего еще на 500 км южнее.

Руины, найденные в Ватнаверфи вблизи самой южной точки Гренландии, помогли археологам получить представление о том, как могли выглядеть эти поселения. Ватнаверфи была одной из самых богатых пастбищных территорий Восточного поселения. Суша там вдавалась в океан подобно пальцам, а за этими узкими каменистыми мысами землю покрывала трава, которая и сегодня служит хорошим пастбищем для овец, как было и во времена викингов. От старинных зданий остались только груды замшелых камней. Их расположение показывает, что фермы были похожи на все другие в Скандинавии и Исландии, где главное здание стоит в центре лучшего пастбища, окруженного менее привлекательными лугами и меньшими постройками, в которых люди могли жить, перемещаясь вместе со стадами для пастбы

в разных местах вокруг фермы. Экспедиционная группа во главе с докторантом Конрадом Смяровски (Konrad Smiarowski) из Хантерского колледжа обнаружила 47 таких фермерских построек вокруг восьми ферм в Ватнаверфи.

Территории ферм викингов были такими обширными, что создание небольших построек, которые могли бы служить временными укрытиями для стад и где фермеры могли бы доить коров, стричь овец и перерабатывать молочные и мясные продукты, было необходимо. За последние 12 лет группа Смяровски обнаружила 86 таких построек. В совокупности все эти находки и находки других групп дают основание считать, что в фермерском сообществе в Ватнаверфи состояло от 255 до 533 человек.

Фермы сформировали иерархию, которая стала основой гренландского общества, говорит археолог Томас Макговерн (Thomas McGovern) из того же Хантерского колледжа, работающий в разных местах Северной Атлантики с 1970-х гг. Владевшим землей представителям элиты викингов нужно было удерживать людей на своих землях, добавляет Йетте Арнеборг (Jette Arneborg) из Национального музея Дании в Копенгагене. Поэтому землевладельцы предоставляли семьям фермеров жилища и доступ к своим пастбищам, получая за это долю прибыли от продуктов животноводства. В рамках этой системы колонии процветали. Численность поселенцев в период расцвета колоний между 1200 и 1250 гг. достигала 3 тыс. человек, говорит Арнеборг.

Вскоре после создания викингами колоний в Гренландии климатические условия стали ухудшаться, но поселенцев это не испугало. Заготовка достаточного количества сена для прокорма крупного скота в течение зимы оказалась делом трудным, поэтому фермеры стали разводить преимущественно овец. В местах, где выпас был особенно трудным, они держали коз — животных, способных есть почти все. Коровье молоко в диете поселенцев сменилось молоком коз и овец. Коров и свиней выращивали совсем мало, в основном для праздников и на стол богатым людям.

Поскольку продуктивности ферм не хватало для всего населения, людям пришлось искать новые источники пропитания. Остатки отбросов, оставленных гренландцами, показывают, что вскоре после поселения они стали охотиться на тюленей. Возможно, что викинги вели эту охоту в открытой воде фьордов, используя лодки и сети для того, чтобы сгонять тюленей в тесные группы, где их можно было убивать копьями. Начали они охотиться также на северных оленей и моржей. Эти виды охоты требовали тесного координированного взаимодействия большого количества людей под

Связи, которые соединяют

Плавать из Исландии и других частей Европы в Гренландию викинги начали около 1000 г. новой эры и создали там две колонии — Восточное и Западное поселения. При этом они продолжали поддерживать политические и культурные связи с Европой. В ряде мест, в частности в Ватнаверфи, они создали фермы в стиле тех, что встречаются во всех Скандинавии и Исландии, где выращивали траву для коров и овец. Однако им пришлось найти и новые источники пищи и дохода. Они начали охотиться на тюленей и северных оленей, а кроме того отправились на небольших лодках к заливу Диско, чтобы охотиться там на моржей ради их клыков. Эти клыки викинги экспортировали в Европу на корабле, присылаемом из Бергена, тогда столицы Норвегии. Эта связь успешно работала до тех пор, пока не упал интерес европейского рынка к предметам роскоши.



начальством руководителя. Викинги были готовы к новой практике, поскольку она была близка к используемой на фермах. Организация ферм задает основу для эффективного управления охотой и пищевыми ресурсами. Коллективная охота и изменение фермерской практики стали уникальными адаптациями к условиям Гренландии.

Эти стратегии викинги создавали не на пустом месте. Похоже, что их инновации основывались на ноу-хау, принесенных ими из Исландии и Скандинавии. Этот род профессионализма — совокупность приемов поведения и технологий, выработанную рядом поколений в результате контакта со средой обитания, — экологи называют традиционным экологическим знанием. На тюленей охотились и в Балтийском море, и в Исландии, но там тюлени были не того вида, что в Гренландии. Опыт охоты на моржей викинги могли приобрести и в Исландии. Но в любом случае им приходилось приспособлять известные ранее методы к особым условиям Гренландии.

Пока рядовые труженики вырабатывали способы добычи пропитания, землевладельцы искали способы усиления своего влияния. Один из них состоял в строительстве церквей и выделении земель для кладбищ. Фермы были разбросаны

по местности, поэтому наличие центрального места общения имело большое значение для поселений. «Так или иначе, им нужно было быть сообществом», — говорит Смяровски. Церковь стала центром общения, без ее участия не проходили ни одна свадьба или похороны.

Кроме того, появилась еще одна роль. В 1123 г. католическая церковь назначила в Гренландию епископа по имени Арнальд, поскольку начала видеть в ней экономический ресурс.

С ростом торговли между Гренландией и Европой независимые поселенцы стали искать способы укрепления взаимоотношений с Европой. Они обратились к королю Норвегии Хокону IV с просьбой включить Гренландию в состав его королевства. Гренландцы обязывались платить Норвегии налоги, а король должен был гарантировать ежегодное плавание корабля-перевозчика в Гренландию для покупки и продажи товаров. Эти торговые миссии сделали ее частью европейской экономики и культуры. В результате гренландские викинги получили возможность «носить такую же одежду и иметь такие же двусторонние гребни», как европейцы, говорит Арнеборг.

Торговые корабли перевозили грузы и людей и для католической церкви. В 1341 г. бергенский



Развалины каменной церкви (предположительно XIV в.) на территории фермы в Западном поселении

епископ послал в Гренландию священника для составления списка гренландских церквей и их имущества. Ватикан был обильно украшен слоновой костью, и посланцу могло быть поручено также поддержание торговых линий, открытых между Гренландией и Ватиканом, говорит историк и археолог Миккель Серенсен (Mikkel Sørensen) из Копенгагенского университета. Однако Арнеборг полагает, что церковь была заинтересована не столько в самой моржовой кости, сколько в средствах, полученных от ее продажи. Как бы то ни было, практически единственный в то время источник моржовой кости для Европы контролировали короли Норвегии. Отношения были, видимо, взаимовыгодными для всех сторон более сотни лет. Обломки моржовых клыков обнаруживаются в средневековых мастерских от Скандинавии до Ирландии и Германии. Это свидетельствует о том, что в Европе был постоянный спрос на моржовую кость.

Однако близились радикальные изменения. Исследования кернов осадочных пород с морского дна к северо-западу от Исландии показывают, что

около 1250 г. наступило начало так называемого малого ледникового периода, когда температуры понизились, а погодные системы стали нерегулярными. Шторма стали более частыми и жестокими. Плавания между Исландией и Гренландией становились более опасными, что могло удержать охотников за богатством от желания рисковать своими кораблями, предполагает Макговерн.

И хотя поселения викингов в Гренландии продолжали существовать еще около 200 лет, многие ученые рассматривают наступление малого ледникового периода как начало их конца. Причиной наступления упадка эти специалисты считают нежелание или неспособность поселенцев приспособиться к изменению условий.

Однако Макговерн не уверен, что одного ухудшения климата было достаточно для заката поселений. «До 1250 г. гренландцы прожили там много лет, и не все они были теплыми и приятными, так что поселенцы пережили тяжелые времена и знали, что шторма приходят, а люди иногда тонут», — говорит он.



Вопреки предположениям о том, что гренландцы заиклились на своих привычках, они, похоже, справлялись с новыми трудностями вполне успешно. Кости, найденные в кучах отходов на средневековых фермах по всей Гренландии, показывают, что фермеры все больше делали упор на овец и коз, которые достаточно выносливы, чтобы выживать на меньших количествах травы. Правда, и при этом мелким землевладельцам становилось все труднее обеспечивать свои стада кормом. Они были вынуждены либо становиться арендаторами у более крупных землевладельцев, либо продавать свои земли и искать другие возможности зарабатывать на жизнь. И так, они становились арендаторами, и на какое-то время это помогало.

Однако в мире менялся не только климат. И погубить колонии гренландских викингов могло сложное взаимодействие этих перемен.

Возможно, самым важным стало то, что события в мире пагубно отразились на торговле моржовой костью. Постоянные войны между христианами и мусульманами на Среднем Востоке помогли Гренландии стать главным игроком на рынке

кости. Эти войны привели к разгулу пиратства на Средиземном море, что свело на нет доставку слоновой кости в Европу из Африки и Азии. Она стала редкостью в Европе и резко возросла в цене. В итоге 2,8-тысячекилометровое путешествие за моржовой костью в Гренландию стало прибыльнее более коротких, но более опасных маршрутов в Африку и Азию. Но когда эти войны на Среднем Востоке прекратились и торговля с Африкой и Азией стала безопасной, интерес Европы к Гренландии упал, говорит профессор средневековой археологии Серен Синдбек (Søren Sindbæk) из Орхусского университета в Дании.

В то же время мода изменилась. Начиная примерно с 1200 г. интерес элит к слоновой кости как редкому и желанному материалу для ювелирных изделий и других украшений стал падать. Эта тенденция, похоже, совпала со сменой видов товаров, интересующих европейские рынки, говорит Макговерн. Их интерес сместился от таких престижных товаров, как золото и меха, к таким массовым товарам из Исландии, как связки вяленой рыбы и рулоны шерстяных тканей. «Моржовая кость ценна лишь в том случае, когда люди считают ее таковой. А рыба и шерсть — это пища и одежда, которые могут обеспечивать потребности массы людей», — объясняет Макговерн.

Эта переориентация рынка ознаменовала собой фундаментальное изменение работы европейской экономики. «Гренландцы застряли в старой экономике, а исландцы находились в гораздо лучшем положении для использования преимуществ расширения торговли массовыми товарами и занялись ею», — отмечает Макговерн.

Еще больше трудностей для экономики Гренландии вызвала эпидемия чумы. С 1346 по 1353 г. от нее погибло около трети населения Европы, а потери Норвегии составили около 60%. И до 1369 г. она не посылала кораблей в Гренландию, так что викинги не имели возможности продавать меха и моржовую кость, спрос на которые и без того упал.

Гренландские викинги столкнулись с новыми угрозами и на собственной земле: пришельцами с севера. Когда Эрик Рыжий создавал свою ферму, казалось, что в Гренландии больше никто не жил. Возможно, что некоторая группа, известная как палеоэскимосы, или дорсетские люди, все же проживала в Гренландии, но намного севернее залива Диско, на неисследованной территории, и они не тревожили викингов. Однако в 1300-х гг. группа эскимосов, известная ученым под названием туле, начала продвигаться в кожаных лодках — умиаках вдоль побережья на юг к местам охоты викингов на моржей.

Туле занимались охотой на китов, и их умиаки организовали их общество подобно тому, как фермы организовали общество викингов. Каждый

умиак вмещал около 15 человек, а его владелец играл роль вожака, говорит Серенсен. Вероятно, впервые они встретились с викингами, когда занимались промыслом китов в районе, где викинги охотились на моржей. «Описание Гренландии», документ XIV в., отмечает, что встреча была отнюдь не мирной: викинги встретили пришельцев в своей типичной дипломатической манере — напали на них.

При этом возможно, что викинги, несмотря на всю свою воинственность, в итоге потерпели поражение. Примерно к 1350 г. они покинули Западное поселение, которое было ближе к местам охоты у залива Диско, чем Восточное. Почему они оставили восемь тамошних ферм и место, откуда добраться до моржей было легче, остается неясным. Однако, согласно Макговерну, все упоминания об эскимосах в Гренландии сообщают о сражениях. Таким образом, одна из вероятных причин, почему викинги оставили эти земли, состоит в том, что они не смогли защитить их от вторжения эскимосов.

Ухудшение климата, эпидемия чумы и вторжение эскимосов — все это создало клубок проблем, с которыми викинги до этого не сталкивались. Они оказались в ситуации, выходящей за рамки их традиционных экологических представлений. Им предстоял трудный выбор решения о том, что делать для сохранения своего общества. Нужно ли удвоить усилия в направлении оправдавших себя стратегий вроде коллективной охоты, позволившей их предкам выжить в условиях арктического климата? Или следует выработать формы приспособления к новым вызовам, с которыми они столкнулись? Согласно Арнеборгу и Макговерну, археологические данные свидетельствуют о том, что гренландцы сосредоточились на продолжении охоты и занимались ею до самого конца.

«Если вы вкладываете деньги в здания, в церковь, это привязывает вас к месту», — говорит специалист по прикладной математике Мартен Шеффер (Marten Scheffer) из Вагенингенского университета в Нидерландах. Значительную долю своих работ он посветил математическим моделям причин крушения обществ. Когда общество приближается к переломному моменту, оно медленнее восстанавливается после невзгод, даже незначительных. Все, что придает обществу стойкость (пища, материальные блага, технологии), становится дефицитным, тормозя адаптацию. Есть и еще один фактор, замедляющий восстановление, который Шеффер называет «эффект невозвратных затрат», — здания и оборудование, которое позволяет обществу получать необходимые ему вещи из среды обитания. В случае гренландских викингов

это не только лодки и средства охоты на моржей и тюленей, но и то, что связывало их с Европой, в том числе новые церкви. Усилия, вложенные в строительство зданий и изготовление средств охоты, влияли на степень готовности людей оставить все, даже если в экономическом отношении это будет правильным. «Они стараются как можно дольше оставаться на обжитом месте, долго держатся, но затем начинается массовый отъезд», — говорит Шеффер. Он считает, что именно так все и было с гренландскими викингами.

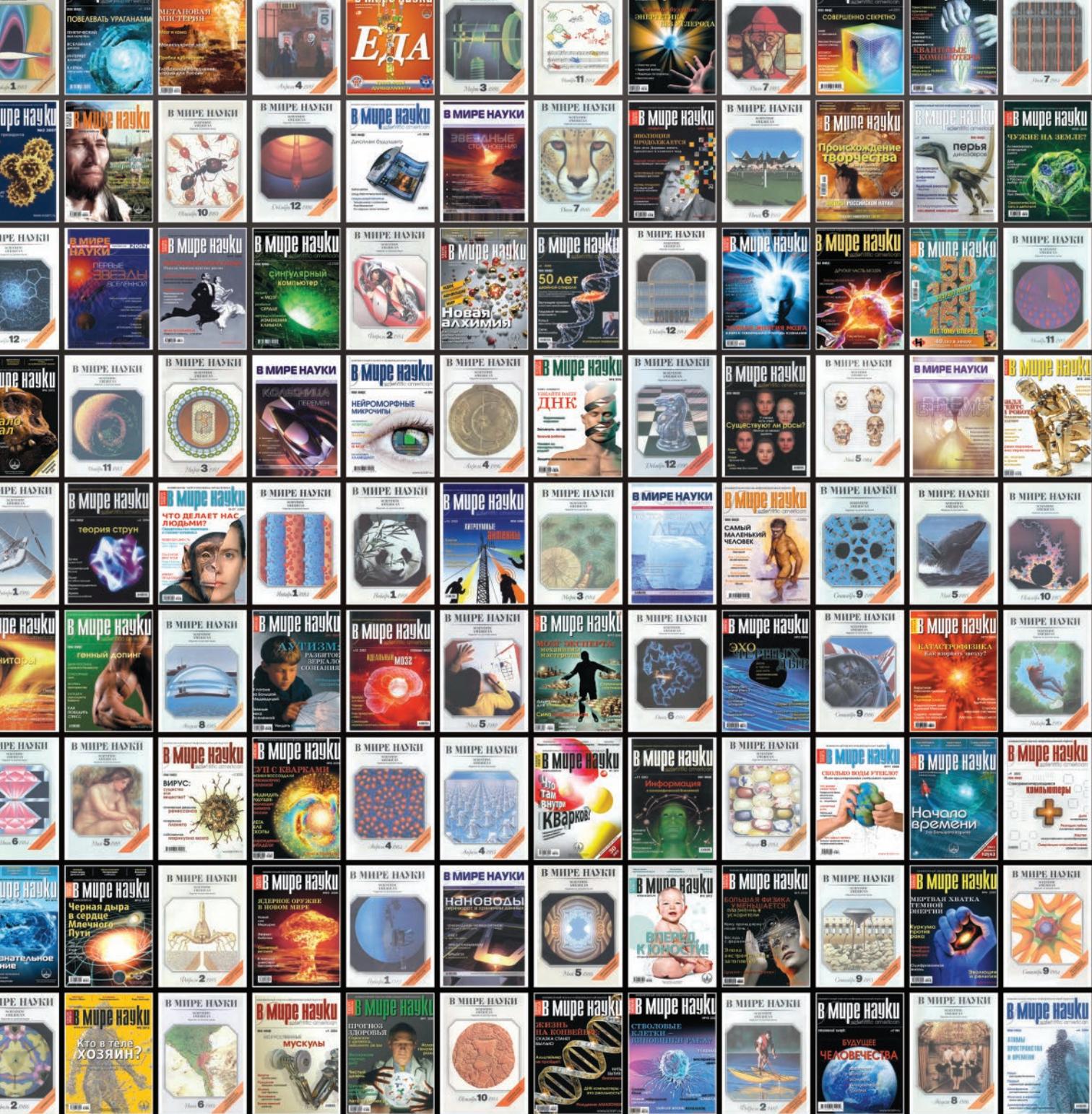
Были ли у колоний какие-то возможности удержаться? Некоторые специалисты полагают, что викингам следовало избрать образ жизни более близкий к образу жизни эскимосов, которые прекрасно приспособились и живут в Гренландии по сей день. Но этот довод не учитывает главной причины, по которой викинги обосновались в Гренландии. Если они хотели зарабатывать на жизнь продажей моржовых клыков в Европу, у них могло и не быть желания становиться капитанами собственных умиаков, как у эскимосов. «Они находились на самом краю всей европейской системы, и им было важно сохранять с ней связь посредством торговли. Они хотели быть в Гренландии настоящими европейцами. Это в очень большой степени вопрос самоопределения», — говорит Серенсен.

К середине 1400-х гг. вопрос о выборе мог стать острым. Даже самым крупным землевладельцам с самыми лучшими церквями пришлось задать себе вопрос: если здесь им грозит смерть от голода или в бою, не лучше ли оставить ферму, сесть на корабль и отплыть в Европу? Но могло стать так, что в Европе им будет еще хуже: они вернуться в Европу, ставшую частью новой экономической системы, в которой охотникам на моржей и тюленей места не будет. Викинги могли бы завоевать Гренландию, но в итоге были побеждены мировыми силами, действующими вдали от ледяных берегов. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- The World of the Vikings. Richard Hall. Thames & Hudson, 2007.
- Critical Transitions in Nature and Society. Marten Scheffer. Princeton University Press, 2009.
- Vatnahverfi: A Green and Pleasant Land? Palaeoecological Reconstructions of Environmental and Land-Use Change. Paul M. Ledger et al. in Journal of the North Atlantic, Special Vol. 6, pages 29–46; 2014.
- Was It for Walrus? Viking Age Settlement and Medieval Walrus Ivory Trade in Iceland and Greenland. Karin M. Frei et al. in World Archaeology, Vol. 47, No. 3, pages 439–466; 2015.



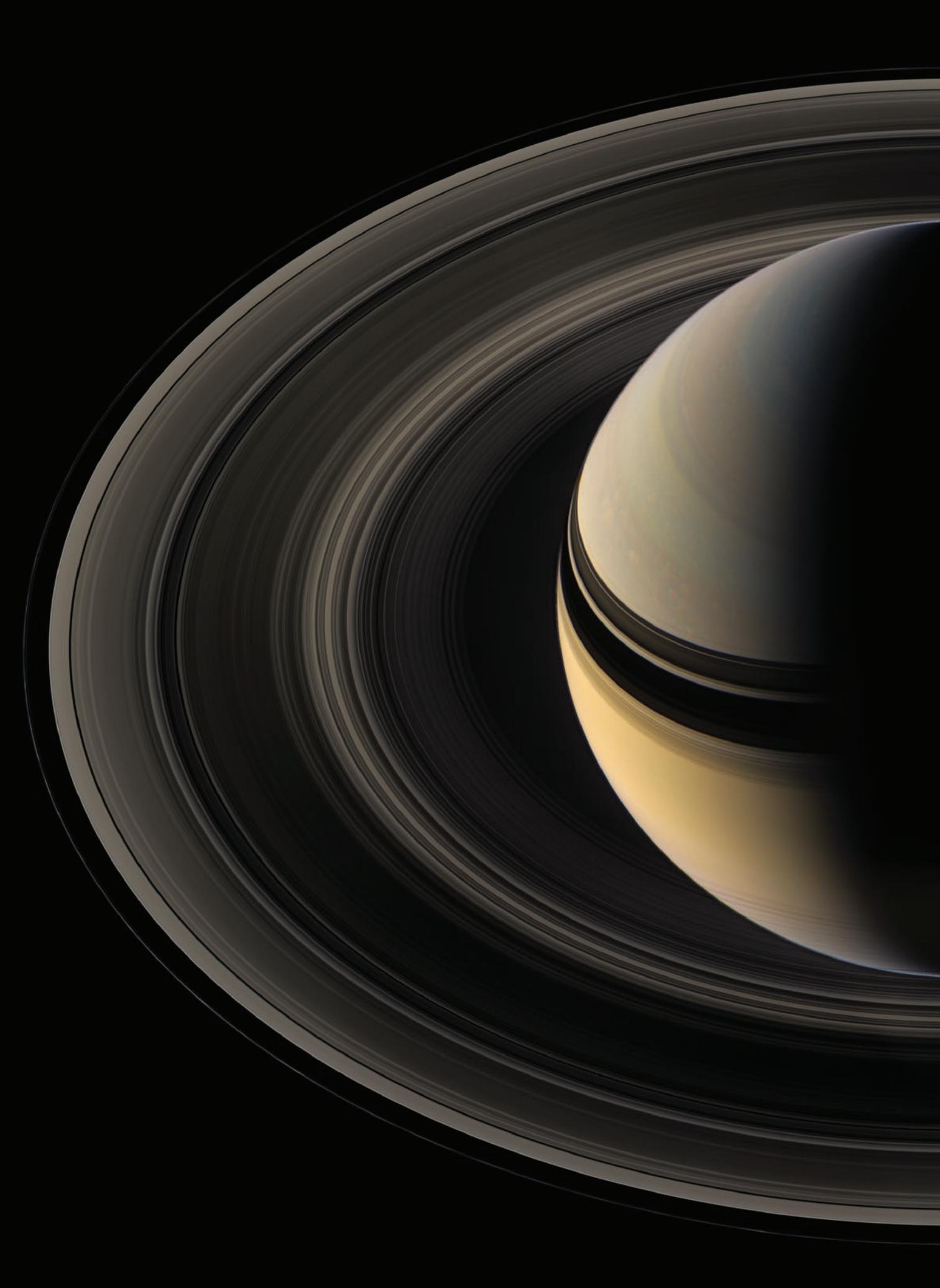
Хотите знать о науке больше?

Полный архив выпусков журнала
«В мире науки» — на сайте издания
по адресу: www.sciam.ru

В мире науки
SCIENTIFIC AMERICAN

Теперь можно купить
и отдельные статьи







ПЛАНЕТОЛОГИЯ

«КАССИНИ» У САТУРНА

Историческое исследование окольцованной планеты, беспрецедентное по масштабам и зрелищности, подходит к концу

Каролин Порко

ОБ АВТОРЕ

Каролин Порко (Carolyn Porco) — ученый-планетолог Института космических исследований в Боулдере, штат Колорадо, научный руководитель группы, занимающейся получением и обработкой фотоснимков с зонда «Кассини», приглашенный научный сотрудник Калифорнийского университета в Беркли, член экспертного совета журнала *Scientific American*. Часть этой статьи была написана в то время, когда она занималась популяризацией науки при научном и образовательном центре «Библиотека, художественное собрание и ботанические сады им. Хантингтона» в Сан-Марино, штат Калифорния.



Как-нибудь вечером, когда Сатурн расположится высоко на небосклоне, а ночь будет ясная и темная, взгляните на планету с помощью любительского телескопа. Когда вы ощутите благоговейный трепет и увидите красоту планеты, отыщите в интернете фотографии, которые космический зонд NASA «Кассини» передал за 13 лет своего путешествия вокруг этого окольцованного чуда. Возможно, вас сразит наповал то, как далеко мы проникли, насколько искусны стали в качестве исследователей межпланетного пространства и какое удивительное мастерство потребовалось, чтобы так близко подобраться к тайнам такой далекой от нас планеты, как Сатурн.

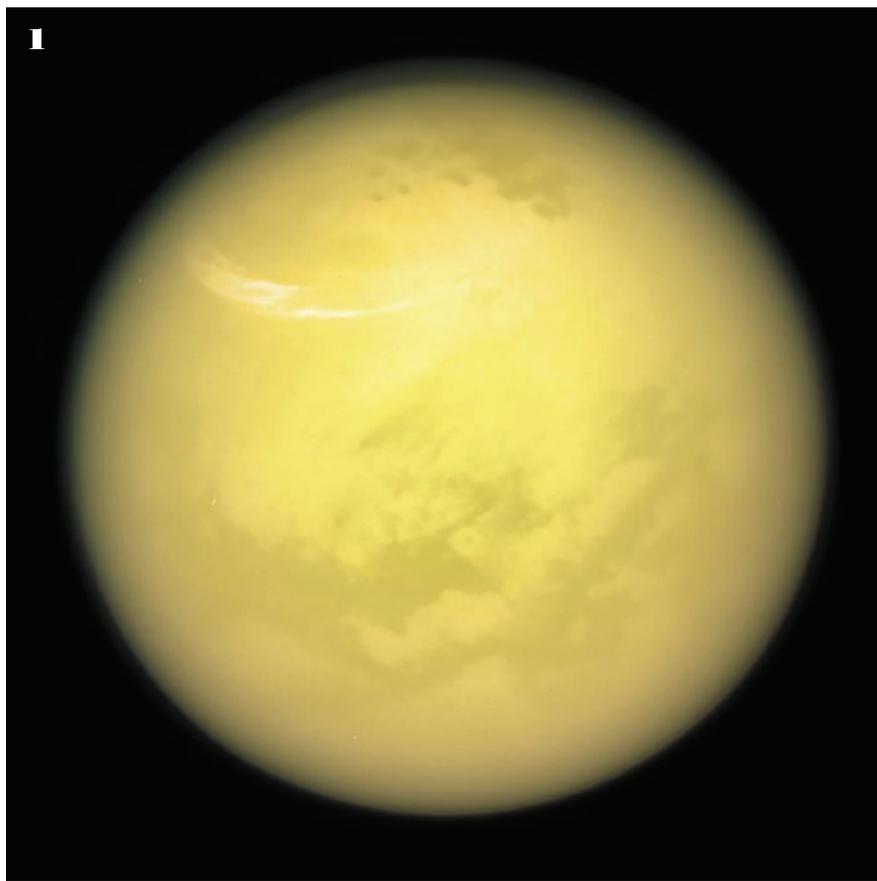
Согласно планам на момент написания этой статьи, в середине сентября зонду «Кассини» предстоит завершить свое путешествие вокруг Сатурна и по команде с Земли нырнуть в атмосферу планеты. Он превратится в огненный шар, чего, скорее всего, никто не увидит, гарантируя тем самым, что никогда случайно не столкнется с каким-нибудь из спутников Сатурна, на которых, возможно, имеются благоприятные для жизни условия, и не занесет туда земные организмы.

Как научный руководитель группы, занимающейся получением и обработкой фотоснимков, я вместе с моими коллегами по обеим сторонам Атлантики начала работу с «Кассини» в конце 1990 г., когда этот проект еще не вышел за рамки идеи, умозрительной концепции. Я следила за развитием проекта на стадии планирования и постройки зонда, воочию наблюдала, как 15 октября 1997 г. космический аппарат был запущен с мыса Канаверал во Флориде, терпеливо следила за его семилетним полетом к Сатурну и находилась в первом ряду в центре управления, когда он наконец прибыл к месту назначения в 2004 г. Именно там и тогда «Кассини» заставил нас кардинально пересмотреть наши представления о Сатурне и обо всем, что его окружает.

Ни одна из космических экспедиций еще не исследовала планетную систему столь богатую, как у Сатурна, настолько глубоко и столь продолжительное время. На одном из его спутников, Титане, мы обнаружили моря углеводородов, а структура его поверхности по сложности оказалась сравнимой с земной. Мы наблюдали метеорологические процессы в сатурнианской атмосфере и стали свидетелями рождения, эволюции и угасания гигантских бурь. В кольцах Сатурна мы разглядели неизвестные ранее явления, которые рассказали нам о процессах, участвовавших в формировании планетных систем, включая нашу с вами. Как картографы прошлого, мы вычерчивали карты спутников Сатурна для будущих исследователей и открывали «новые земли», включая целый класс малых небесных тел, расположенных внутри самих колец. И, наконец, то, что я считаю самым значительным

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- После 13-летнего пребывания на орбите вокруг Сатурна космический зонд «Кассини» в сентябре 2017 г. закончил свою экспедицию, совершив запланированный прыжок в атмосферу планеты.
- Во время своего странствия «Кассини» в мельчайших деталях обследовал атмосферу, кольца и спутники Сатурна. В 2005 г. модуль «Кассини» — зонд «Гюйгенс» — совершил посадку на поверхность Титана, одного из спутников Сатурна.
- Наряду со множеством других открытий «Кассини» обнаружил на Титане озера жидкого метана и упрятанный глубоко подо льдом другого спутника Сатурна, Энцелада, океан жидкой воды, которая прорывается наружу в виде гейзеров. Ученые не исключают возможности того, что это скрытое море способно поддерживать внеземные формы жизни.
- Кроме того, «Кассини» открыл гористые волны из валунов и мини-спутники в самих кольцах Сатурна, а также эффект, делающий его атмосферу голубой в зимнее время.



Титан, самый большой из спутников Сатурна, сияет на фотографии в условных цветах (1) и неясно прорисовывается вдали (2) позади спутника меньшего размера — Энцелада и колец Сатурна

механизмов, что были ключевыми при формировании Солнечной системы и аналогичных дисков из межзвездного вещества вокруг других звезд на раннем этапе их жизни. Пролет «Вояджера» сквозь внутреннюю систему Сатурна выявил его разнообразные спутники и позволил наблюдать за влиянием их динамических сил. Титан, самый большой спутник Сатурна, чья поверхность оставалась невидимой сквозь плотную сплошную плену тумана, тем не менее разжигал интерес астрономов намеками на возможность существования там океана жидких углеводородов. В общем, система Сатурна, по-видимому, — идеальное место для дальнейшего углубленного исследования и зондирования.

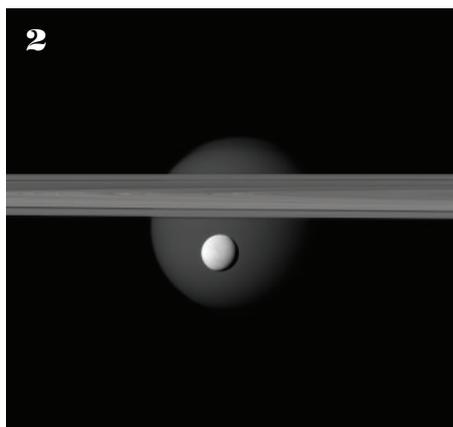
Зонд «Кассини» был международным проектом, проводимым под эгидой NASA и Европейского космического агентства, и во всех отношениях стал значительным прогрессом по сравнению с «Вояджером». Размером со школьный автобус, аппарат был больше, чем «Вояджер» и оснащен самыми совершенными научными приборами из всех когда-либо выведенных во внешнюю область Солнечной системы. «Кассини» также нес на себе модуль «Гюйгенс» — аппарат обтекаемой

открытием «Кассини»: более 100 гейзеров, фонтанирующих из подземного океана на южном полюсе спутника Сатурна, Энцелада, который, вполне возможно, дал приют внеземным организмам. Целых 13 лет моей жизни прошли там, в отдаленных закоулках Солнечной системы. И вот теперь эта плодотворная научная экспедиция подошла к концу.

Взгляд с близкого расстояния

Необходимость в детальном всестороннем изучении систе-

мы Сатурна стала ясна в начале 1980-х гг., после того как два космических зонда «Вояджер» совершили пролет вблизи планеты. Эти выдающиеся события стали прологом к истории исследований Сатурна человеком. Они придали планете объем и индивидуальные черты, но оставили за скобками вопросы, на которые требовались ответы. «Вояджер» обнаружил, что Сатурн — это планета со сложными внутренней структурой, атмосферой и магнитосферой. В его кольцах — огромном сияющем диске из ледяных глыб — экспедиция зафиксировала признаки тех же самых физических



формы диаметром 4 м с установленными на нем шестью научными приборами, который спустился на поверхность Титана.

Пересекши Солнечную систему, 30 июня 2004 г. «Кассини» без каких-либо происшествий вышел на орбиту вокруг Сатурна. Его траектория была спиралевидна и строго выверена, образовав за 13 лет скитаний вокруг Сатурна фигуру, похожую на раскрывающиеся лепестки розы. Чтобы получить возможность разглядеть во внутренней системе Сатурна как можно больше с близкого расстояния, изменялись размеры, наклонение

13 лет у Сатурна

В связи с истощением запаса топлива в середине сентября после 13 лет на орбите Сатурна космический аппарат «Кассини», согласно плану, нырнул в его атмосферу. За время своей экспедиции зонд передал беспрецедентное количество данных об этой тающей множестве секретов планете, а также о ее многочисленных спутниках и кольцах. Он обнаружил миры, где реки метана стекают в огромные озера, где гейзеры ледяных кристалликов из подледного океана извергаются в космическое пространство и где одна-единственная буря может пронестись над всей гигантской планетой. Здесь приведены некоторые наиболее важные результаты.

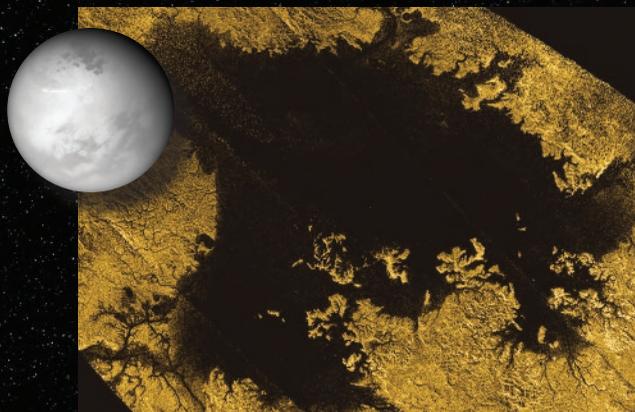
Эдвард Белл (Edward Bell)

СПУТНИКИ



ЭНЦЕЛАД

На этом спутнике «Кассини» обнаружил гигантские гейзеры, извергающиеся в южной приполярной области. Так их изобразил художник. Имеющиеся данные дают основания предполагать, что их источник — находящийся под поверхностью глобальный водный океан, который содержит органические соединения и, возможно, способен поддерживать жизнь.



ТИТАН

Этот самый большой спутник Сатурна — единственное место в нашей Солнечной системе кроме Земли, на поверхности которого разведаны резервуары стабильной жидкости. На Титане происходит множество геологических и атмосферных процессов, аналогичных тем, что идут на нашей планете, в том числе дожди из метана, которые вызывают образование речных русел, а также озер и морей, заполненных жидким метаном и этаном. Одно из таких морей показано здесь на изображении в условных цветах, полученном с помощью радара зонда «Кассини».



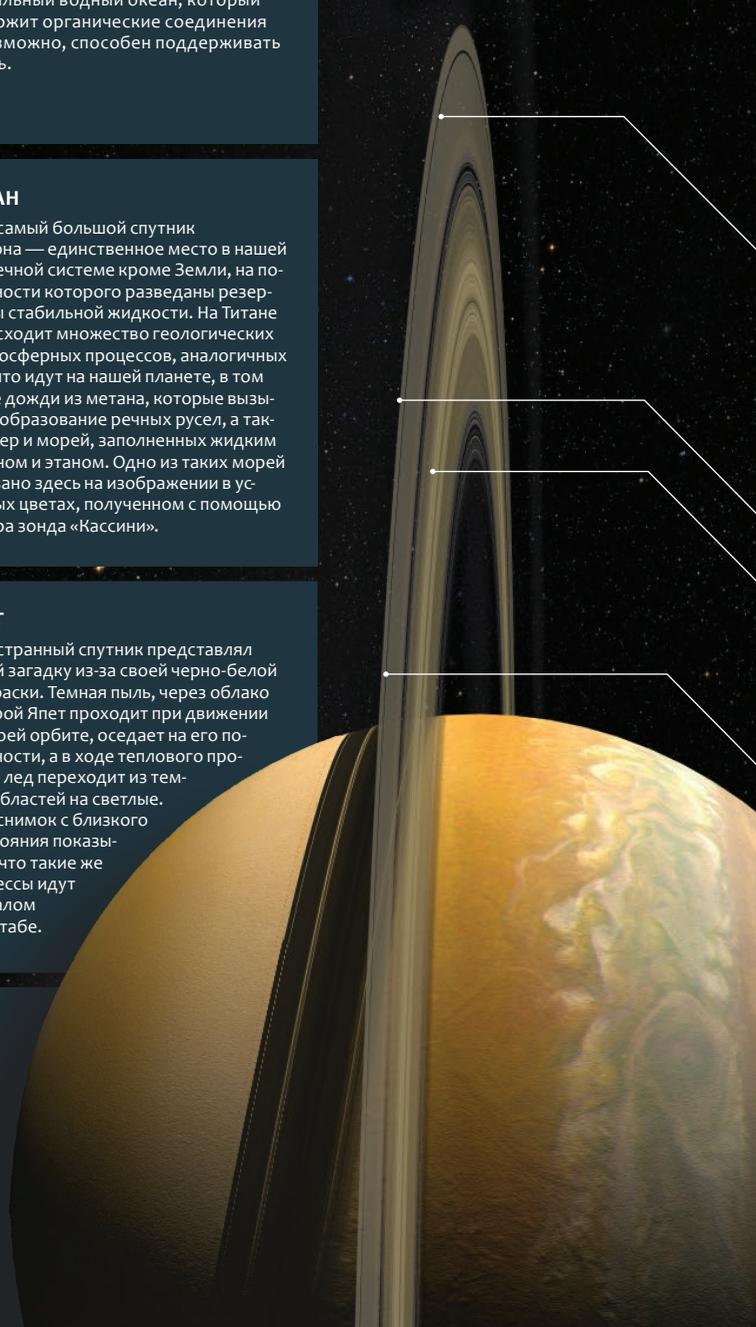
ЯПЕТ

Этот странный спутник представлял собой загадку из-за своей черно-белой раскраски. Темная пыль, через облако которой Япет проходит при движении по своей орбите, оседает на его поверхности, а в ходе теплового процесса лед переходит из темных областей на светлые. Этот снимок с близкого расстояния показывает, что такие же процессы идут и в малом масштабе.



ГИПЕРИОН

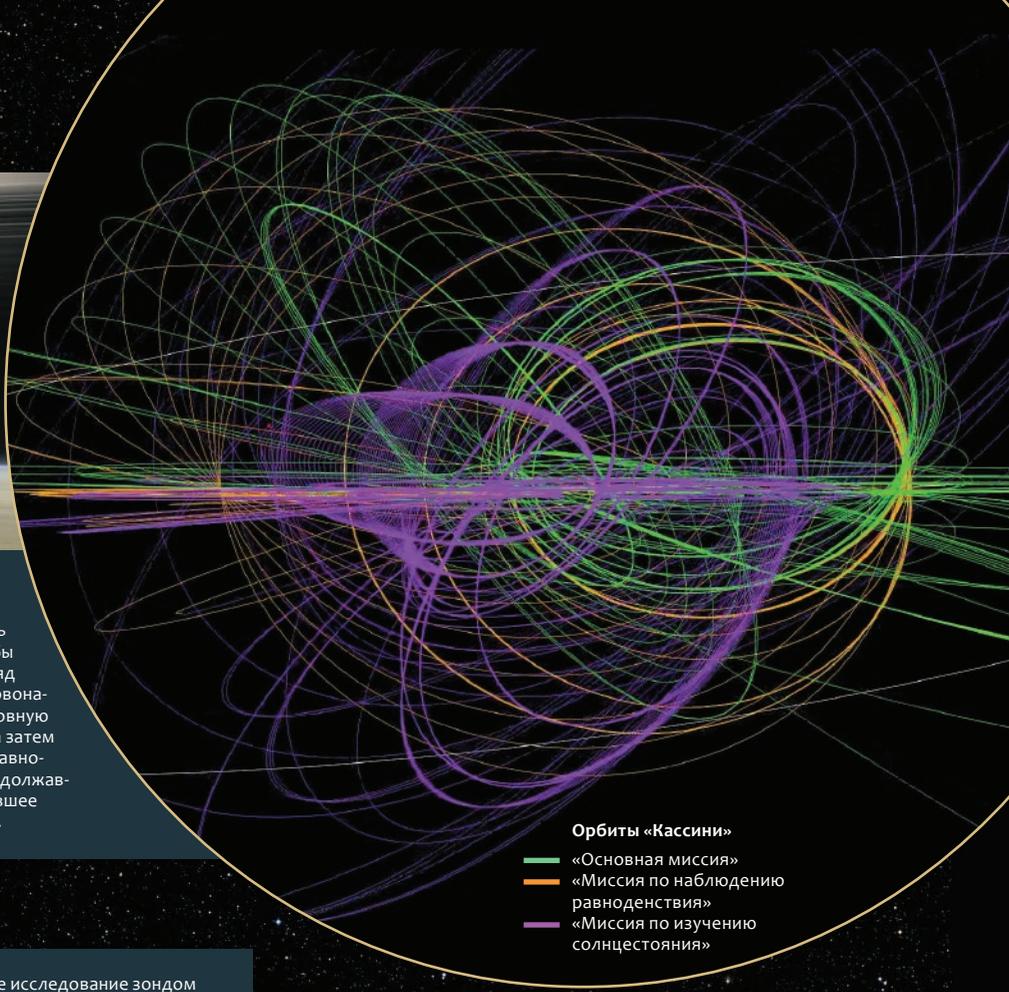
Как выяснил «Кассини», этот по форме напоминающий гамбургер спутник испещрен «оспинами», словно губка. Ученые полагают, что необычайно низкая плотность его вещества приводит к тому, что при столкновении космическое тело проделывает в нем вмятину, а не выбрасывает вещество наружу.



КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ



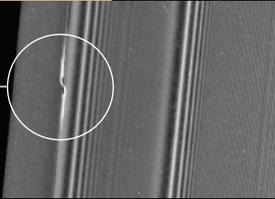
С тех пор как 30 июня 2004 г. «Кассини» обосновался в окрестностях Сатурна, его 293 оборота вокруг кольцевой планеты изменялись по размеру, ориентации и углу наклона, чтобы обеспечить как панорамный, так и близкий взгляд на многие объекты в системе Сатурна. Свою первоначально запланированную четырехлетнюю «Основную миссию» космический зонд завершил в 2004 г., а затем началась двухлетняя «Миссия по наблюдению равноденствия», за которой последовало второе, продолжавшееся семь лет, продление экспедиции, получившее название «Миссия по изучению солнцестояния».



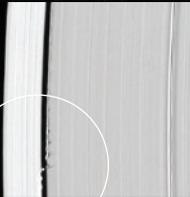
Орбиты «Кассини»

- «Основная миссия»
- «Миссия по наблюдению равноденствия»
- «Миссия по изучению солнцестояния»

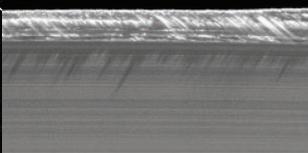
КОЛЬЦА



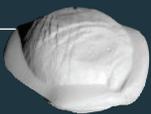
Тщательное исследование зондом «Кассини» колец Сатурна выявило, что структуры в форме пропеллера напоминающие показанной — это дислокации, образованные гравитационным полем спутников слишком маленьких, чтобы полностью очистить область.



Крошечный спутник Дафнис, видимый как небольшая точка в щели Килера кольца А, при своем прохождении вызывает волны на краях кольца.



Огромная стена из обломков кольца возвышается вертикально на высоту в 3,5 км от кольца В Сатурна и простирается по крайней мере на 20 тыс. км вдоль.



Пан, спутник диаметром всего 28 км в щели Энке, получил свою мультяшную форму за счет падающего на него вещества кольца.

АТМОСФЕРА

ГИГАНТСКИЙ УРАГАН

В 2010 г. атмосфера Сатурна изверглась колоссальным ураганом, который начал распространяться по всей планете (1). За несколько месяцев этот ураган разросся настолько, что охватил всю планету и в конце концов соединился сам с собой. «Кассини» в условных цветах запечатлел детали различных слоев грозового облака (2).

1



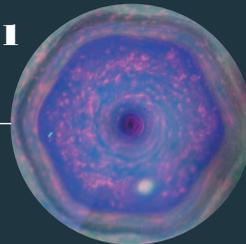
2



ПОЛЯРНЫЙ ВИХРЬ

Воронка облаков у северного полюса образует загадочный шестиугольник (1) с неистовствующим ураганом в его центре (2). Измеренный «Кассини» диаметр вихря в его центре составляет умопомрачительные 2 тыс. км.

1



2



и ориентация его орбиты. Мы могли позволить себе роскошь так корректировать орбиту, чтобы, нырнув еще раз (а в некоторых случаях и несколько), снова взглянуть на то, что мы только что открыли.

Длительное время нахождения «Кассини» у Сатурна также было критически важным для успеха нашей работы. Продолжительное наблюдение — единственный способ запечатлеть непредсказуемые явления, такие как столкновения метеорных тел с кольцами Сатурна. Более того, медленная постоянная миграция орбит сатурнианских спутников вместе с изменениями атмосферы, возникающими из-за больших сезонных изменений в освещенности Солнцем, требовали от нас получения данных наблюдений за как можно больший промежуток времени. Запланированный срок экспедиции «Кассини» должен был составить четыре года, и ее завершение намечалось на 30 июня 2008 г. Однако ставший явным к тому времени ее оглушительный триумф, а также естественное желание сохранить работоспособность столь эффективного аппарата помогли нам отстоять свою точку зрения о необходимости продолжить экспедицию «Кассини». Наши аргументы оказались убедительными, мы получили согласие и ряд дополнительных гарантий, что, в частности, позволило нам в августе 2009 г. стать свидетелями редких условий освещенности в период сатурнианского равноденствия, когда солнечные лучи, падая на кольца Сатурна под малым углом, выявляют вертикальные структуры, выступающие над плоскостью кольца и отбрасывающие длинные легко различимые тени.

В итоге работа «Кассини» на орбите с момента ее начала продолжалась почти половину сатурнианского года (или 13 земных лет и два с половиной месяца). Мы прибыли чуть позже пика лета в южном полушарии планеты, а закончится экспедиция на пике ее лета в северном. Такие временные рамки дали нам возможность провести наблюдения в течение почти полного годового цикла: мы наблюдали переход от лета к зиме в южных полушариях Сатурна и Титана и от зимы к лету в их северных полушариях. Это было чем-то вроде мошенничества в космических масштабах, тем не менее оно сработало.

Спутники

До начала космического века ученые считали, что спутники планет внешней области Солнечной системы — не что иное, как ничем не примечательные, мертвые в геологическом отношении глыбы льда. «Вояджер» показал, что такое предположение в корне ошибочно; задачей «Кассини» было провести тщательное исследование армии спутников Сатурна и дать нам представление об их истории. В ряде случаев история эта оказалась весьма примечательной.



Кольца Сатурна состоят из бесчисленного множества ледяных частиц, некоторые величиной с дом и прорежены узкими щелями, возникшими из-за гравитационного притяжения спутников

Взять, например, Япет. Причина его двухцветной раскраски — одно полушарие белое как снег, а другое черное как сажа — долгое время оставалась загадкой. Из фотографий с высоким разрешением, сделанных «Кассини», мы узнали, что даже в небольших масштабах этот спутник — пестрая мозаика из темных и светлых участков. Фото- и тепловизионные камеры «Кассини» совместно показали нам, почему это так. И различия в цвете полушарий, и локальные пестрые участки образованы быстро разрастающимся тепловым процессом, обнаруженным только на медленно вращающемся Япете. Области, которые изначально были темными, нагреваются до такой степени, что происходит сублимация льда, и таким образом они становятся все темнее и горячее, области же, которые изначально были светлыми, — холоднее, и на них конденсируются пары, образовавшиеся в результате сублимации. С течением времени весь лед из темной области испаряется и аккумулируется вновь в светлых областях. Но почему в этом процессе участвует все полушарие? Двигаясь по своей орбите вокруг Сатурна, Япет стремительно пронесется сквозь облако темного мелкодисперсного вещества, занесенного сюда с Фебы, одного из удаленных нерегулярных спутников (*Феба обращается в противоположном направлении по сильно вытянутой наклонной орбите.* — Примеч. пер.). Это облако окрашивает в черный цвет все расположенное впереди по ходу движения полушарие, делая его более теплым и свободным ото льда. Загадка разгадана.

Другой замечательный спутник — Титан. Камеры «Кассини», снимающие в видимом свете и ближнем инфракрасном диапазоне, а также его радар смогли пробиться сквозь дымку Титана. И, конечно же, это сделал зонд «Гюйгенс», сев в начале 2005 г. на поверхность Титана, когда в течение двух с половиной часов он проводил панорамное фотографирование и измерения состава атмосферы, ее прозрачности, силы ветра и температуры, прежде чем прекратил работу на поверхности сатурнианского спутника. В целом «Кассини» обнаружил на Титане самый настоящий мир из научно-фантастических фильмов, где детали пейзажа — формы рельефа и облака — легко узнаваемы, но состоят из непривычного вещества, где внешний облик местности знаком, но ощущения совсем иные.

Мы обнаружили, что на Титане есть озера и моря, но не воды, а жидкого метана. На южном полюсе этого спутника камера высокого разрешения зонда «Кассини» разглядела такого рода резервуар размером с озеро Онтарио (посему получившее латинское название *Ontario Lacus* — «озеро Онтарио») в области, где много аналогичных «водоемов» меньших размеров. Другой измерительный прибор зонда «Кассини» подтвердил затем, что *Ontario Lacus* действительно заполнено жидким метаном. С тех пор мы обнаружили множество вместилищ жидкого метана различного размера. По ряду причин расположены они главным образом в высоких северных широтах. Наблюдения с помощью радара выявили крутые скалистые береговые линии, которые напоминают побережья залива Мэн. В отличие от этого экваториальные равнины там, где совершил посадку зонд «Гюйгенс», сухие и покрыты дюнами, простирающимися на большие пространства, перемежаемые то тут, то там возвышенностями по всему периметру Титана.

Открытие морей и озер жидкой органики на поверхности Титана, естественно, породило предположения о возможности существования там жизни. Но температура поверхности на Титане чрезвычайно низкая: -180°C . При таких низких температурах было бы странно обнаружить там химические реакции, аналогичные тем, что, как мы полагаем, необходимы для биохимических реакций, в основе которых — водные растворы. Но обнаружь мы действительно инопланетные биохимические процессы, успешно развивающиеся в среде метана, это было бы грандиозным открытием.

Хотя, с моей точки зрения, величайшее открытие, сделанное «Кассини», — это, безо всякого сомнения, Энцелад, покрытый льдом спутник размером в десять раз меньше Титана. «Вояджер» обнаружил там огромные, удивительно ровные пространства, которые говорят о прошлом,

характеризующемся значительной внутренней активностью, а возможно даже о наличии там слоя жидкой воды, похороненного под его ледяной скорлупой, — и то и другое на спутнике, кажущемся слишком маленьким для существования на нем подобного рода физических явлений.

Первый намек на существование какой-либо активности на Энцеладе был получен в самом начале экспедиции, в январе 2005 г., когда мы обнаружили шлейф ледяных частиц, вырывающийся в районе южного полюса. Наши фотографии были незамедлительно представлены общественности, и все, кто наблюдал за экспедицией «Кассини» в интернете, затрепетали от восторга. Вскоре после этого другие приборы «Кассини» подтвердили, что шлейф действительно существует. Операторы, управляющие зондом «Кассини», быстро среагировали, изменив траекторию, чтобы взглянуть на Энцелад с более близкого расстояния. Нас поразило уже то, что мы узнали об Энцеладе в течение той первой части экспедиции, но только после 2008 г., когда мы получили благословение NASA на продолжение работы, мы смогли уделить значительное время и ресурсы на исследование этого интереснейшего объекта.

Энцелад, как мы теперь знаем, — это спутник, который сплюсчивается и растягивается гравитационными приливными силами Сатурна. Эта приливная энергия генерирует более чем достаточно внутреннего тепла, чтобы образовать глобальный океан из воды глубиной, возможно, в 50 км, похороненный под внешней оболочкой изо льда толщиной в несколько километров. Более 100 гейзеров бьют струями из четырех больших трещин в районе южного полюса, образуя шлейф из крошечных частиц льда и пара, который поднимается на несколько сотен километров над поверхностью. Большая часть твердых частиц этого шлейфа падает назад, на поверхность, но некоторое их количество улетает прочь и образует размытое, но большое кольцо *E*.

«Кассини» сумел пролететь через этот шлейф десятки раз и провести анализ его материала. Мы выяснили, что частицы, которые мы видим на наших снимках и которые еще за несколько часов до того были капельками океана, несут в себе следы больших органических молекул и соединений, что указывает на гидротермальную активность, схожую с той, что наблюдается в глубоководных гейзерах на дне земных океанов. Они обнаруживают также сравнимую с земной минерализацию воды. Пар, которые сопровождает эти частицы, — большей частью просто вода, но он содержит и следы простых органических соединений, а также двуокись углерода и аммиак — все ингредиенты, важные для поддержания и даже зарождения жизни.

Результаты экспедиции «Кассини» ясно свидетельствуют о существовании под поверхностью Энцелада среды, которая могла бы поддерживать

биологическую активность. И теперь мы должны дать четкий ответ на пробирающий до мурашек на коже вопрос: а не стала ли эта малая ледяная планета вторым очагом рождения жизни в нашей Солнечной системе? Не могут ли в ее шлейфе быть признаки существования жизни? Может быть, микробы как снег падают на ее поверхность? Ни одно из других небесных тел так наглядно не демонстрирует все характеристики, которые, согласно нашим представлениям, необходимы для существования жизни. В настоящее время это самое многообещающее, самое доступное место в Солнечной системе для поиска жизни. И некоторые из нас настолько увлечены такой возможностью, что мы замысливаем возвращаемую экспедицию на Энцелад, чтобы выяснить это.

Кольца

Безусловно, именно кольца делают Сатурн таким изумительно зрелищным, и выяснение сложного механизма их функционирования было основной целью проекта «Кассини». Они представляют собой естественное конечное состояние коллапса вращающегося облака обломков, и как таковые дают самый близкий аналог диска из космических валунов, который обеспечил строительный материал для нашей Солнечной системы. Они также служат моделью дозвездных дисков, из которых рождались новые солнечные системы и даже миллиарды похожих на детские вертушки скоплений пыли и газа, которые мы называем спиральными галактиками. Из всего, что можно было изучать возле Сатурна, кольца представляли самый большой научный интерес.

Благодаря выполненным «Кассини» измерениям мы пришли к пониманию происхождения большей части структур в кольцах Сатурна. В определенных местах мы обнаружили, что влияние гравитации некоторых спутников на удаленных орбитах нарушает орбиты частиц кольца, создавая острые края или волновые возмущения, которые распространяются спиралеобразно. В других случаях, там, где спутники встроены в кольца, гравитация собрала частицы в красивейшие структуры. Например, Пан, спутник диаметром примерно 30 км, расположенный внутри деления (или, как еще говорят, щели) Энке внешнего кольца А, сотворил именно это с частицами в своей окрестности; в свою очередь падающее на планету вещество кольца изменило форму Пана, в результате этот спутник выглядит так, как будто одет в балетную пачку.

В областях колец там, где плотность частиц особенно высока, мы обнаружили распространяющиеся в диске самовозбуждающиеся волны с длиной волны от 100 м до сотен километров. Эти волны могут отражаться от резких неоднородностей в частицах и интерферировать сами с собой и друг

с другом, формируя хаотически выглядящий рельеф. И наши представления о структуре колец теперь включают приятное подтверждение гипотезы, которую Марк Марли (Mark Marley), в настоящее время работающий в Исследовательском центре им. Эймса NASA, и я выдвинули в 1983 г.: что акустические колебания внутри тела Сатурна, возможно, также формируют и рельеф колец. Таким образом, кольца Сатурна ведут себя как сейсмограф.

Самые потрясающие сюрпризы кольца «Кассини» обнаружил незадолго до, во время и сразу же после равноденствия в августе 2009 г. По резкому краю внешнего и самого массивного кольца В мы обнаружили невероятную непрерывную нитку остроконечных теней длиной 20 тыс. км, выдающую наличие «кольцевых гор» — вереницы обломков, выступающих на 3 км над плоскостью кольца. Вероятно, эти образования возникли в результате очень сильного сжатия вещества кольца при прохождении около небольших мини-спутников, которые вошли в резонанс на краю кольца наподобие того, как нахлынувшая волна разбивается, налетая на поверхность отвесной скалы у береговой линии.

Еще одно открытие: мы увидели очень слабую слегка закрученную в спираль структуру, простирающуюся без разрывов на 19 тыс. км поперек внутренних колец С и D. В результате тщательного исследования, проведенного Мэттом Хедманом (Matt Hedman), в настоящее время работающим в Университете Айдахо, с коллегами, было обнаружено, что столкновение остатков кометы с внутренними кольцами, произошедшее в 1983 г., вытолкнуло все частицы кольца в районе столкновения на наклонные орбиты; эти орбиты испытывают прецессию, как волчок, причем внутренние прецессируют быстрее, чем внешние. С тех пор это возмущение закрутилось еще плотнее, образовав в кольцах структуру в виде спиральной складки высотой в 3 м. Во время пролета «Вояджеров» этой структуры еще не было. Солнечная система, как мы видим, — это удивительный динамический феномен, и в своих несметных и изменчивых формах кольца Сатурна демонстрируют наглядный урок универсальности, масштабируемости и бесконечной сложности гравитации. Ни один художник не смог бы нарисовать ничего подобного.

Атмосфера

«Кассини» в мельчайших подробностях исследовал также состав и динамику атмосферы Сатурна, открыв в идущих в ней процессах ряд неожиданных черт. Его научные приборы смогли исследовать атмосферу Сатурна в широком диапазоне высот, выявив картину ее глобальной циркуляции, состав и вертикальную структуру. Атмосфера разделена на широкие полосы, как и у Юпитера, хотя полосы

эти у Сатурна менее заметны снаружи из-за толстого слоя дымки, лежащего над верхней кромкой настилы из аммиачных облаков. Когда «Кассини» проводил зондирование ниже дымки и в тропосфере, он обнаружил, что ширина полос на Сатурне меняется в зависимости от широты: более узкие — темнее и сопутствуют быстрым струйным течениям, а более широкие, как правило, более светлые и связаны со струями, которые более медленны, а возможно и неподвижны относительно общего вращения планеты. В целом атмосфера Сатурна, по-видимому, довольно статична. Как показал «Кассини», даже удивительное струйное течение в форме шестиугольника над северным полюсом мало изменилось с тех пор, как его впервые заметил «Вояджер». Мы начинаем понимать, что стабильность — общая черта крупноразмерных атмосферных систем на гигантских планетах: если нет твердой поверхности, расположенной под газовой оболочкой, нет и трения, вызывающего ослабление атмосферных потоков. Начавшись, они не затухают долгое время.

Однако мы были очень рады обнаружить, что атмосфера Сатурна все же подвержена сезонным изменениям. Когда «Кассини» только-только прибыл к месту назначения, зимой в северном полушарии над облаками планета устроила совершенно неожиданное представление: она была голубой! Поскольку пролет обоих «Вояджеров» происходил в период, близкий к равноденствию, и они не прислали фотографий с зимними пейзажами, такая экстремальная раскраска оказалась большой неожиданностью. Наиболее правдоподобное объяснение состоит в том, что более слабый поток ультрафиолетового излучения в течение зимнего периода, а также эффект блокирования Солнца кольцами зимнего полушария замедляет образование слоя дымки. Прозрачная атмосфера создает более благоприятные условия для рэлеевского рассеяния, явления, которое делает голубой нашу собственную атмосферу, а метан в атмосфере сильнее поглощает красное излучение Солнца. Великолепная полоска лазури, которая окрашивает северное полушарие на наших фотографиях Сатурна, на самом деле — полоска атмосферы Нептуна, спроецированная на атмосферу Сатурна. Кто бы мог подумать?

Одно из характерных свойств Сатурна, которое было известно уже 100 лет, — то, что раз в несколько десятилетий там случаются вспышки колоссальных бурь. Поэтому мы были безумно рады, когда в конце 2010 г. увидели зарождение одной из таких бурь. На протяжении примерно 270 дней мы наблюдали, как это громахающее, извергающее молнии чудовище возникло сначала в виде небольшого возмущения в атмосфере северного полушария, а затем увеличивалось в размерах, разрасталось на всю планету, пока его хвост

не столкнулся с головой, и в конце концов постепенно затухло. Это было еще одно явление, свидетелем которого до того не был ни один космический аппарат. Мы подозреваем, что вода, компонент самого глубокого облачного яруса, может сдерживать конвекцию в более легкой атмосфере водорода на протяжении десятилетий до тех пор, пока выталкивающая сила в конце концов не победит, и в результате происходит большой конвекционный всплеск.

Топограф планет

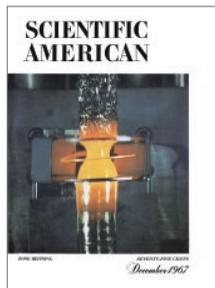
Со времени своего возникновения в 1990 г. до эффектного завершения в сентябре этого года проект «Кассини» был одним из основных компонентов — и необычайно успешным — проводящихся человечеством на протяжении шести десятилетий исследований того, что находится вне нашей родной планеты. Его историческая экспедиция к Сатурну показала нам замысловатые детали функционирования необычайно притягательной и удивительно чуждой нам планетной системы. Он расширил наши представления о силах, сотворивших в том виде, в котором они существуют в настоящее время, Сатурн и его окружение, нашу Солнечную систему и, беря еще шире, разбросанные по всему космосу другие звездные и планетные системы.

Маловероятно, что мы уже вскоре увидим, как экспедиция столь же масштабная, как «Кассини», вернется к Сатурну. Чтобы стать частью этого потрясающего воображение приключения, нужно было прожить требующую значительных усилий, но приносящую внутреннее удовлетворение жизнь исследователя нашего времени, топографа далеких планет. На этом я заканчиваю свой рассказ, с удовлетворением осознавая, что история «Кассини» — одна из тех вех, что будет вдохновлять человечество в течение еще очень долгого времени. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Порко К. Беспокойный Энцелад // ВМН, № 3, 2009.
- Saturn's Curiously Corrugated C Ring. M.M. Hedman et al. in Science, Vol. 332, pages 708–711; May 6, 2011.
- Enceladus's Measured Physical Libration Requires a Global Subsurface Ocean. P.C. Thomas et al. in Icarus, Vol. 264, pages 37–47; January 15, 2016.
- Could It Be Snowing Microbes on Enceladus? Assessing Conditions in Its Plume and Implications for Future Missions. Carolyn C. Porco et al. in Astrobiology. Опубликовано онлайн 11.08.2017.

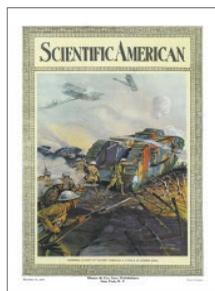


ДЕКАБРЬ 1967

Рентгеновские звезды. «За пять лет, прошедших со времени обнаружения рентгеновского источника *Scorpius X-1*, с помощью ракетных зондов было выявлено еще около 30 рентгеновских звезд. Кроме того, зафиксирован космический диффузный рентгеновский фон.

В этих исследованиях использовалось больше десяти ракет, но суммарное время наблюдения составило всего один час (в каждом полете наблюдение можно было вести не больше пяти минут). Технические средства и аппаратура, которые должны появиться в ближайшем будущем, позволят нам подробнее изучать рентгеновские звезды — прежде всего благодаря тому, что инструменты будут устанавливаться на спутники, а не на ракеты, время полета которых слишком невелико». — Риккардо Джаккони (Riccardo Giacconi), один из лауреатов Нобелевской премии по физике 2002 г.

Резистентность бактерий. До недавнего времени считалось, что устойчивость к лекарственным препаратам вырабатывается у бактерий в результате специфических мутаций и последующего бесконкурентного размножения устойчивого штамма в присутствии данного препарата. На самом деле работает более угрожающий процесс, в ходе которого генетические детерминанты устойчивости к целому ряду препаратов одновременно передаются от устойчивого штамма другому штамму того же вида или даже бактериям другого вида, которые до этого были восприимчивы к данным препаратам. Со времени открытия этого феномена в Японии в 1959 г. он был обнаружен в лабораториях многих других стран.



ДЕКАБРЬ 1917

Киноплёнка. Разницу между четким стабильным изображением на киноэкране и изображением нечетким и дрожащим определяют такие факторы, как какая-нибудь пылинка, не-

значительное изменение химического раствора, плохо очищенная вода, несущественные в иных отношениях флуктуации напряжения в цепи питания лампы печатающего устройства, малейшие изменения температуры или ничтожная усадка пленки. Это значит, что после извлечения пленки из кинокамеры результаты

работы актеров, режиссера и оператора оказываются целиком в руках работников фотолаборатории. На цветной иллюстрации внизу показаны ленты целлулоидной пленки в сушильном помещении, где их наматывают на большие деревянные или металлические барабаны, вращающиеся с довольно приличной скоростью.



ДЕКАБРЬ 1867

Карибское цунами. «Сэр, я вынужден с глубоким прискорбием сообщить, что военный корабль США "Мононгахела", которым я команду, в настоящее время лежит на берегу близ города Фредерикстеда на острове Санта-Крус, куда он был выброшен самым мощ-

ным из известных в этих местах землетрясением. Первым признаком землетрясения была мощная встряска корабля, похожая на результат взрыва пара. Вибрация продолжалась около 30 с, а сразу после этого началось быстрое отступление воды от берега. Когда море вернулось в виде волн высотой 7–9 м, оно перенесло нас через склады на улицу города. При откате волна отнесла корабль обратно к берегу и оставила почти в прямом положении на краю кораллового рифа. К счастью, погибло при этом всего четыре человека». — Командир корабля коммодор С.Б. Бисселл.

Примечание: спустя шесть месяцев винтовой пароход «Мононгахела» был снят с рифа.

Не обогреть ли конку? Когда этим холодным утром мы ехали по городу на конке, у нас заоченели ноги, и это напомнило нам о принятом во Франции плане обогрева ног пассажиров. Для этого вдоль пола вагона конки предлагается укладывать сплюсненную железную трубу, в которую перед выездом

вагона из депо заливают горячую воду из постоянно нагреваемого котла. Очень хотелось бы, чтобы подобный план был принят и здесь. Однако, поскольку компании, которым принадлежит конка в нашем городе, получают немалый доход и без заботы о комфорте пассажиров, ожидать этого не приходится. Идея заливки большого количества горячей воды в вагоны для обогрева ног пассажиров скорее всего покажется им хорошей шуткой. К тому же их измученные хромые лошади не вынесут дополнительной нагрузки. ■



Сушка проявленной киноплёнки на больших барабанах, 1917 г.

Senior Vice President and Editor in Chief:	Mariette DiChristina	Contributing editors:	David Biello, W. Wayt Gibbs, Ferris Jabr, Anna Kuchment, Robin Lloyd, George Musser, Christie Nicholson, John Rennie
Executive Editor:	Fred Gerlert	Art Contributors:	Edward Bell, Bryan Christie, Lawrence R. Gendron, Nick Higgins
Design Director:	Michael Mak	Art director:	Jason Mischka
Managing Editor:	Ricki L. Rusting	Senior Graphics Editor:	Jen Christiansen
Digital Content Manager:	Curtis Brainard	President:	Dean Sanderson
News Editor:	Dean Visser	Executive Vice President:	Michael Florek
Opinion Editor:	Michael D. Lemonick	Executive Vice President,	
Senior Editors:	Eliene Augenbraun, Christine Gorman, Steve Mirsky, Clara Moskowitz, Debbie Ponchner, Claudia Wallis, Kate Wong,	Global Advertising and Sponsorship:	Jack Laschever
Associate Editors:	Sunya Bhutta, Lee Billings, Andrea Gawrylowski, Larry Greenemeier, Dina Fine Maron, Annie Sneed, Amber Williams	Publisher and Vice President:	Jeremy A. Abbate
		© 2017 by Scientific American, Inc.	

В мире науки

Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

в почтовых отделениях по каталогам:
«Роспечать», подписной индекс:
 81736 — для физических лиц,
 19559 — для юридических лиц;
«Почта России», подписной индекс:
 16575 — для физических лиц,
 11406 — для юридических лиц;
«Пресса России», подписной индекс: 45724,
www.akc.ru

по РФ и странам СНГ:
 ООО «Урал-Пресс»,
www.ural-press.ru
 СНГ, страны Балтии и далее зарубежье:
 ЗАО «МК-Периодика»,
www.periodicals.ru
 РФ, СНГ, Латвия:
 ООО «Агентство "Книга-Сервис"»,
www.akc.ru

Читайте в следующем номере

Как зафиксировать сознание

Оценивая электрическую активность мозга при воздействии на него магнитными импульсами, можно надежно определить наличие сознания.

Десять новых технологий 2017 года

Вода, созданная солнцем, топливо из искусственного листа, зрячий искусственный интеллект, точное земледелие, атлас клеток, жидкостная биопсия, вакцины из генов и другие прорывные научные решения, готовые изменить мир.

Уходящая рыбалка

Заселение водоемов искусственно выращенными рыбами — отрада для рыболовов, но беда для природных экосистем.

Плутон раскрывает секреты

Космический зонд NASA «Новые горизонты» изменил наши представления обо всем, что, как нам казалось, мы знали об этой далекой планете.

Я чувствую твою боль

Новые открытия, касающиеся сущности эмпатии, помогут нам использовать эмоции тогда, когда это нужнее всего.



Как измерить красоту

В эксперименте на Большом адронном коллайдере удалось разглядеть намеки на существование новых частиц, которые, возможно, укажут путь к новой физике.

Воскрешение жука

Есть ли основания считать американского жука-могильщика первым восстановленным видом насекомых?



Еще один Большой взрыв

В недрах горы Сент-Хеленс формируется новая структура вулкана, исследование которой поможет предугадывать время разрушительных извержений.

Управление водой

Чтобы лучше пережить засуху, во время наводнений воду можно собирать и направлять в подземные водоносные слои.



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия



Взгляд на науку
с пристрастием

Актуальная информация о науке и технике в России и в мире
Открытия в разных областях фундаментальной и прикладной науки
Новости из научных центров и вузов страны и мира

scientificrussia.ru

ISSN 0208-0621
9 770208 062001 17012 >