

СПЕЦВЫПУСК: ДЕВЯТЬ КЛЮЧЕЙ К БУДУЩЕМУ

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-информационный
журнал

www.sci-ru.org

11 2016

12+

Мы
меняем
наш мир
и нас самих.
Что дальше?

The Future
(«Будущее»)



СПЕЦВЫПУСК

РОССИЯ И БЕЛАРУСЬ: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОДРУЖЕСТВО

Темы номера

Человеческий эксперимент

Человек преобразует себя и окружающую среду. Мы задали девять важных вопросов о том, что значат эти большие изменения для нашего будущего

ГЕОЛОГИЯ

История в пластах

Ян Заласевич

Какой след мы оставим на планете?

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Навыки адаптации

Кэти Пик

Как климат изменит нас?

НАСЕЛЕНИЕ

История двух миров

Мара Хвистендаль

Кому процветать, кому отставать?

ЭКОНОМИКА

Угроза неравенства

Ангус Дитон

Выживет ли гражданское общество?

4

ДЕВЯТЬ ВОПРОСОВ БУДУЩЕГО

Насколько разумен *Homo sapiens*? Мы необратимо изменили мир, а вскоре можем трансформировать и себя как вид. Представляем отчет о состоянии этого грандиозного эксперимента

БИОТЕХНОЛОГИИ

Красная черта

Стивен Холл

Сможем ли мы контролировать наше генетическое будущее?

ЗДОРОВЬЕ

Жить до 120

Билл Гиффорд

Победим ли мы старение?

РОБОТОТЕХНИКА

Слишком человеческое

Хиллари Роснер

Захотели бы мы жить вечно, если бы это было возможно?

ГЕОХРОНОЛОГИЯ

Новый эон, новая жизнь

4

Дэвид Гринспун

Сколько нам еще осталось?

ПРОГНОСТИКА

Великое неизвестное

6

Ким Стэнли Робинсон

Можно ли доверять собственным прогнозам?

16



20

МАТЕМАТИКА

Академик Людвиг Фаддеев:

«Математика — это язык всех наук»

28

Светлана Попова

В честь выдающегося российского физика и математика академика **Людвиг Фаддеева** учреждена международная медаль



НАУКА И ОБЩЕСТВО

Фестиваль космического масштаба

78

Нодар Лахути и Мария Молина

За три дня на площадках 11-го фестиваля «Наука 0+» в Москве прошло более 3 тыс. мероприятий, участниками которых стали более 840 тыс. человек



«Нобелевские премии и сюрпризы природы»

82

Елена Кокурина

Хранитель Нобелевского архива профессор **Эрлинг Норрбю** представил в Москве свою новую книгу и рассказал об основных тенденциях развития естественных наук



ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

От теории к вероятности

36

Владимир Покровский и Оксана Черная

О бесконечности, антиматерии, новой физике и других тайнах мироздания — разговор с директором Института теоретической и экспериментальной физики НИЦ «Курчатовский институт» **Виктором Егорычевым**



Разделы

От редакции

56

50, 100, 150 лет тому назад

Книжное обозрение

3

35

94

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

Научно-техническое содружество*Валерий Чумаков*

Государственный секретарь Постоянного Комитета Союзного государства **Григорий Рапота**: «Российско-белорусское сотрудничество в научно-технической области — один из очень заметных факторов нашего взаимодействия»

«Ученые России и Беларуси удачно дополняют друг друга»

Президент РАН академик **Владимир Фортов**: «Мы будем делать все, чтобы развивать наше сотрудничество»

«Наше сотрудничество сильно традициями»

Председатель президиума НАНБ академик **Владимир Гусаков**: «Исторически фундамент нашего взаимодействия закладывался еще в советское время»

СОТРУДНИЧЕСТВО

Виват академии!*Валерий Чумаков*

Председатель СО РАН, иностранный член НАНБ академик **Александр Асеев** — о партнерстве двух академий, реализованных проектах, планах и перспективах

Мир спасет красота мысли*Валерий Чумаков*

Академик НАНБ **Петр Витязь** уже почти 20 лет занимается разработкой, принятием и выполнением научно-технических союзных программ

Правило двух ключей*Равиль Атжанов*

Вице-президент РАН академик **Сергей Алдошин** — о работе Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства, совместных премиях РАН и НАНБ и других аспектах взаимодействия

ОБРАЗОВАНИЕ

Университет растет вместе со студентами*Равиль Атжанов и Анна Пименова*

В этом году Белорусский государственный университет отметил 95-летие. О том, чем живет главный вуз республики, — его ректор академик НАНБ **Сергей Абламейко**

ГЕНЕТИКА

Чудеса двойной спирали*Анна Пименова*

Наш корреспондент встретился с участниками новой союзной программы «ДНК-идентификация»

ФИЗИКА

На острие «Луча»*Анна Пименова*

Главное направление работы Института физики НАНБ — лазерная и оптическая аппаратура. В этой сфере осуществляется и совместная с РФ программа

БОТАНИКА

«Плыл по городу запах сирени...»*Наталья Лескова*

Директор Центрального ботанического сада НАНБ **Владимир Титок** — об одном из самых важных проектов Союзного государства «Сирень Победы»

ОПТИКА

Устроить в космосе «Ураган»*Наталья Лескова*

Цель российско-белорусского эксперимента «Ураган» — отработка на борту космической станции аппаратуры и технологий изучения Земли

ХИМИЯ

Реакция замещения*Равиль Атжанов*

О работе Института химии новых материалов НАНБ — его директор академик **Владимир Агабеков**

ИСТОРИЯ

Изучая минувшее, можно предугадать будущее*Анна Пименова*

БГУ и МГУ взаимодействуют уже много лет, и наиболее плотное сотрудничество сложилось между историческими факультетами. Почему это так и в чем это выражается, рассказывает проректор БГУ **Сергей Ходин**

МЕДИЦИНА

Сердце на ладони*Наталья Лескова*

Главный трансплантолог Минздрава РБ **Олег Руммо** — о развитии отрасли в республике и о контактах российских и белорусских специалистов в этой сфере

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

«Картошка жареная, отварная, пюре...»*Наталья Лескова*

Исторически одна из главных ценностей Беларуси — картофель. Интерес к этой культуре давно стал научным

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Есть такая профессия — делать изотопы*Равиль Атжанов и Анна Пименова*

ГНУ «Объединенный институт ядерных и энергетических исследований — Сосны» — ядерное сердце Беларуси. О его работе рассказывают его генеральный директор **Андрей Кузьмин** и академик НАНБ **Сергей Килин**

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Коллайдер в CERN нам не чужой*Равиль Атжанов и Анна Пименова*

Россия и Беларусь участвуют в крупнейших международных проектах, которые способны открыть путь в принципиально новую физику

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Наши партнеры:



PETER



SERVICE



Сибирское отделение РАН



РОСАТОМ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



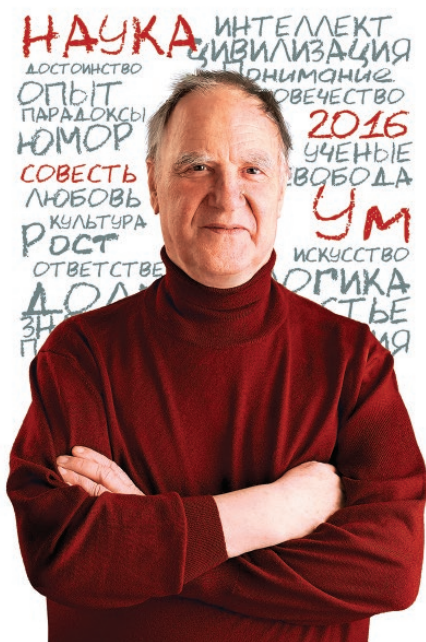
очевидное
невероятное



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. Фортов

Первый заместитель главного редактора:

А.Л. Асеев

Заместитель главного редактора:

С.В. Попова

Ответственный секретарь:

О.И. Стрельцова

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, Ф.С. Капица, В.Ю. Чумаков

Администратор редакции:

О.М. Горлова

Главный консультант спецвыпуска «Россия и Беларусь: научно-техническое
сотрудничество»: помощник государственного секретаря Союзного государства Е.А. Овчаренко

Научные консультанты:

С.В. Абламейко, В.Е. Агабеков, С.М. Алдошин, Н.В. Архангельский, А.Л. Асеев, Б.И. Беляев, М.Ю. Беляев,
М.В. Богданович, В.И. Бухтияров, А.А. Веевник, П.А. Витязь, В.Г. Гусаков, А.С. Дорохов, Н.С. Казак,
С.Я. Килин, А.В. Кильчевский, Л.Н. Козлова, Я.А. Король, А.В. Кузьмин, П.В. Кучинский, Е.В. Луценко,
С.А. Максименко, В.Л. Маханько, Ю.В. Плугатарь, В.В. Понарядов, О.О. Руммо, Н.А. Русакович,
В.А. Садовничий, А.Г. Смирнов, О.В. Солопова, В.В. Титок, С.А. Турко, Ю.А. Федотова, А.Г. Филаретов,
Д.Д. Фицура, С.Н. Ходин, М.Ш. Хубутия, А.Н. Швецов, Д.В. Шелковский, Н.К. Янковский

Над номером работали:

Р.В. Атажанов, М.С. Багоцкая, С.В. Гогин, Е.В. Кокурина, Н.В. Лахути, Н.Л. Лескова, Н.А. Марцелова,
Е.И. Марцелевич, М.А. Молина, А.В. Пименова, В.В. Покровский, А.И. Прокопенко, И.Е. Сацевич,
В.В. Свечников, В.И. Сидорова, Д.С. Хованский, К.А. Чернявская, Н.Н. Шафрановская,
С.Э. Шафрановский

Арт-директор:

Д.В. Левин

Верстка:

А.Р. Гукасян

Корректур:

Я.Т. Лебедева

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

В.Е. Фортов

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:

Е.Р. Мещерякова

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 №11 16-10-00412

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати. Свидетельство ПИ
№ ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 500 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.

Мариэтт Ди Кристина,
главный редактор журнала *Scientific American*

Взгляд в будущее

С момента своего основания в августе 1845 г., 171 год назад, журнал *Scientific American* ставит вопрос о том, каким образом научные исследования и инновации не только способствуют открытиям, но и помогают обществу формировать свою судьбу. Еще в самом первом номере редакция пообещала быть «борником промышленности и предпринимательства». Журнал публиковал последние новости в области транспорта (иллюстрация на обложке показывала железнодорожный вагон с улучшенной аэродинамикой), связи (редакция оценила телеграф Сэмюэла Морзе как «чудо века»), а также многие патенты, направленные на облегчение труда человека. Заголовки большинства публикаций максимально привлекали внимание читателей, но еще еженедельно издавались плакаты, направленные на то, чтобы заинтересовать американцев наукой.

В течении всего времени существования журнала редакция раз в год выпускала специальный номер, целиком посвященный новым темам и технологиям, который демонстрировал, как наука помогает решению социальных проблем. В 1899 г. вышел специальный номер, который рекламировал велосипеды и автомобили, принципиально изменившие характер перевозок. Журнал предвосхитил появление радио и телевидения за десятилетия до их создания. А в статье «Компьютеры в бизнесе» от 1954 г. обсуждались достоинства думающих машин и связанные с ним возможные опасности.




С журналом всегда сотрудничали компетентные авторы — как журналисты, так и ученые, — которых редакция поощряла наградами (на сегодня лауреатами стали до 158 авторов, написавших в совокупности больше 250 статей по своим специальностям).

Около года назад редколлегия выбирала тему специального выпуска 2016 г. Как всегда, было предложено множество идей. Среди них явно доминировала одна. В период, который все чаще называют антропоценом, человечество стало главной движущей силой формирования будущего нашей планеты и своего собственного. Как выразился исполнительный редактор Фред Гутерл (Fred Guterl), мы сегодня проводим «человеческий эксперимент». В настоящем номере представлен динамичный взгляд на эту тему: в главной и сопутствующих статьях рассмотрены девять масштабных вопросов. ■

Предлагаем вашему вниманию

специальный выпуск журнала «В мире науки», посвященный российской и белорусской науке, а также совместным масштабным проектам.

Редакция журнала
«В мире науки / *Scientific American*»



**Человек преобразует себя и мир.
Мы задали девять важных вопросов
о том, что значат эти большие
изменения для нашего будущего,
и попытались найти на них ответы**

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ

4

**ВЫЖИВЕТ ЛИ
ГРАЖДАНСКОЕ
ОБЩЕСТВО?**

С. 28

5

**СМОЖЕМ ЛИ МЫ ВЛИТЬ
НА НАШЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЕ
БУДУЩЕЕ?**

С. 36

6

**ПОБЕДИМ ЛИ МЫ
СТАРЕНИЕ?**

С. 46

1

**КАКОЙ СЛЕД МЫ
ОСТАВИМ НА ПЛАНЕТЕ?**

С. 6

2

**КАК КЛИМАТ
ИЗМЕНИТ НАС?**

С. 16

3

**КОМУ ПРОЦВЕТАТЬ,
КОМУ ОТСТАВАТЬ?**

С. 20

ЭКСПЕРИМЕНТ

7

**ЗАХОТЕЛИ БЫ МЫ
ЖИТЬ ВЕЧНО, ЕСЛИ
БЫ МОГЛИ?**

С. 56

8

**СКОЛЬКО НАМ ЕЩЕ
ОСТАЛОСЬ?**

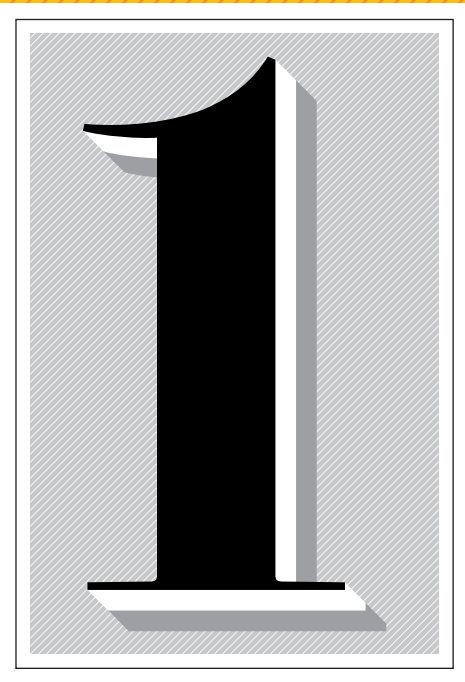
С. 62

9

**МОЖНО ЛИ ДОВЕРЯТЬ
СОБСТВЕННЫМ
ПРОГНОЗАМ?**

С. 68





КАКОЙ СЛЕД МЫ ОСТАВИМ НА ПЛАНЕТЕ?

Ян Заласевич

ИСТОРИЯ В ПЛАСТАХ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Человек уже изменил многие системы Земли, но ученые обсуждают вопрос о том, оставят ли эти изменения долговременный след в слоях горных пород, формально определяющих эпохи и эры.
- Мы разбрасываем по всей планете алюминий, пластмассу, сажу, инсектициды и радиоактивные частицы, и все это свидетельствует в пользу признания новой эпохи — антропоцена.
- Неясным остается вопрос о том, началась ли эта эпоха тысячи лет назад, когда воздействие человека впервые стало заметным, или ей только предстоит начаться в будущем.



Ян Заласевич (Jan Zalasiewicz) — профессор палеобиологии из Лестерского университета в Англии и председатель Рабочей группы по антропоцену Международной комиссии по стратиграфии. Особенно его интересуют граптолиты — вымершая форма планктона.

Эта идея родилась в 2000 г. в Мехико. Она была чистой импровизацией Пауля Крутцена (Paul Crutzen), одного из самых авторитетных ученых во всем мире. Этот голландский химик широко известен своим утверждением, что всеобщая атомная война породит «ядерную зиму», губительную для всех растений и животных на Земле. За работу по другой глобальной угрозе — вызванному человеком разрушению озонового слоя в атмосфере Земли — он был удостоен Нобелевской премии.

В Мехико Крутцен слушал рассуждения специалистов о свидетельствах глобальных изменений экосистем Земли, произошедших в эпоху голоцена, начавшуюся 11,7 тыс. лет назад и продолжающуюся по сей день. Все более возбуждаясь, он выпалил: «Нет! Мы уже не в голоцене, мы... — он ненадолго задумался, — в антропоцене!»

Зал затих. Термин явно попал в точку. И в ходе всего дальнейшего обсуждения его повторяли вновь и вновь. В том же году Крутцен и специалист по микроскопическим диатомовым водорослям Юджин Стормер (Eugene Stoermer), ныне покойный, несколькими годами раньше уже запустивший в оборот термин «антропоцен», совместно написали статью. Они утверждали, что свидетельства этого очевидны: в эпоху развитой промышленности человечество изменило состав земной атмосферы и океанов, ландшафты и биосферу, включая популяцию диатомей. Мы живем на новой, измененной человеком Земле, которая существенно отличается от старой. Под влиянием авторитета Крутцена и искусства литературного убеждения новый термин быстро распространился среди тысяч специалистов, участников Международной биосферной программы, которая и финансировала встречу в Мехико. Термин «антропоцен» стал появляться в научных статьях по всему миру.



Однако было ли это изменение поистине геологическим — столь глубоким, чтобы оставить отпечатки в геологических пластах по всей планете? Могло ли человечество вызвать изменения столь же глубокие, как те, что послужили началом голоцена 11,7 тыс. лет назад, когда ледники, покрывавшие большую часть поверхности Земли, начали отступать, в результате чего уровень Мирового океана повысился на 120 м? Были ли воздействия человека на землю под его ногами столь же сильными, как влияние ледникового периода плейстоцена 2,6 млн лет назад? Могло ли воздействие человека в течение всего нескольких столетий стать соизмеримым с гигантскими сдвигами, вызванными бурным геологическим

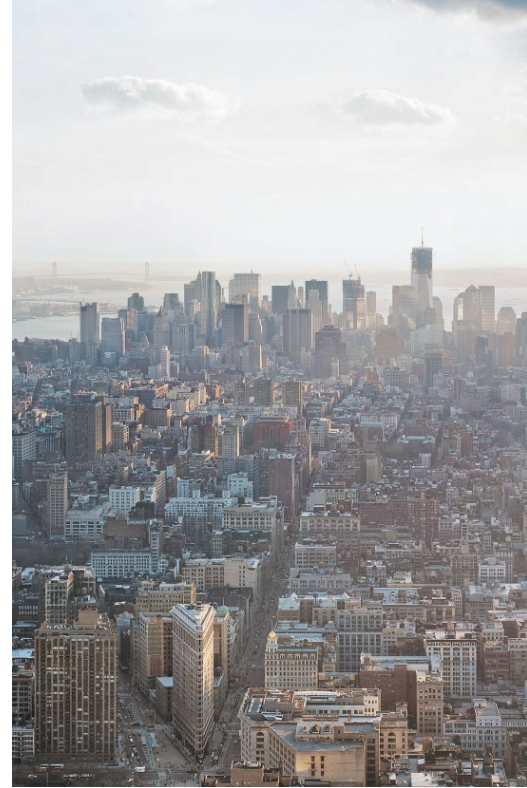


Человечество прокладывает
дорогу в рай, преобразуя
геологические пласты
и обозначая границы новой
эпохи — антропоцена

прошлым нашей планеты, когда время измерялось миллионами и даже миллиардами лет?

Идея возникла еще раньше. Такие ученые, как итальянец Антонио Стоппани (Antonio Stoppani) и американский натуралист Джозеф Леконт (Joseph LeConte), употребляли термины «антропозой» и «психозой» еще в XIX в. и начале XX в., но геологи не признавали их и даже высмеивали. Как можно сравнивать деятельность человека, сколь бы впечатляющей она ни была, с такими грандиозными переменами, как создание и разрушение целых океанов и горных хребтов, масштабные извержения вулканов и чудовищные удары метеоритов? Рядом с ними действия человека выглядят скоротечными и даже эфемерными.

Есть и другая проблема. Такие геологические термины, как «юрский период», «меловой период», «плейстоцен» и «голоцен», — это не просто ярлыки, а официальные термины, выступающие частью сложной геологической шкалы времени, которая характеризует в деталях, как эволюционировала, расцвела и бедствовала Земля на протяжении 4,6 млрд лет. Эти термины утверждались лишь после десятилетий сбора информации и обсуждений в Международной комиссии по стратиграфии. Понятия «эпоха» и «эра» несут конкретный научный смысл, и геологи относятся к ним серьезно. Объявление новой эпохи подразумевает, что ученые считают, будто человек меняет курс эволюции Земли.



Горы пластика в Джакарте и бетона в Нью-Йорке существуют уже достаточно долго для того, чтобы оставить долговечный след в земной коре

Термин «антропоцен» не подвергался никакому обсуждению. А Крутцен уважаем как специалист по химии атмосферы, занимающийся проблемами окружающей среды. Он не геолог, хорошо разбирающийся в стратиграфии горных пород. Однако к 2008 г. члены Стратиграфической комиссии Геологического общества Лондона признали, что этот термин все чаще употребляется в литературе, как будто он был официально принят для обозначения эпохи. Геологическое общество пришло к выводу, что с этой тенденцией надо бороться.

Эта осторожная и консервативная группа ученых собралась в увешанном портретами старинном зале Совета лондонского Берлингтон-хауса, где когда-то работали такие гиганты науки викторианской эпохи, как Чарлз Дарвин. В этой традиционной обстановке ученые занялись обсуждением термина «антропоцен». Как ни странно, большинство из них признали, что термин заслуживает внимания как потенциально официальное название единицы геологической шкалы времени и его необходимо изучить. Геолог Филип Гиббард (Philip Gibbard), председатель Подкомиссии по стратиграфии четвертичного периода Международной комиссии по стратиграфии, определяющей геологическую шкалу времени, предложил создать рабочую группу, которая с тех пор и занимается изучением этого вопроса.

Чтобы обосновать необходимость рассматриваемого термина, ученые должны доказать, что воздействие человека оставит в геологических пластах четкие следы, которые ученые далекого будущего смогут обнаружить через десятки и даже сотни миллионов лет. Упор на стратиграфические горизонты важен. Они определяют геологическое время. Ключом служит слой, который может быть выбит молотком, разобранный на образцы

или раскопан в случае извлечения костей динозавров и который определяет новый ход событий. Чтобы понятие антропоцена имело такое глубокое геологическое значение и хоть какой-то шанс стать официальным, оно должно быть представлено своим хроностратиграфическим подразделением. Достаточно ли свидетельств для прохождения этого испытания? В пользу этого есть убедительные доводы.

Горные породы и минералоиды

Начнем с минералов, основных компонентов горных пород. Металлы в недрах земли почти всегда присутствуют в связанном виде — в форме окислов, карбонатов и силикатов (хотя встречаются редкие исключения, например золото). Люди научились извлекать металлы из этих соединений в огромных количествах. Со времени окончания Второй мировой войны произведено больше 500 млн т алюминия. Этого хватит для того, чтобы покрыть слоем алюминия толщиной с бытовую фольгу всю территорию США. Поскольку мы разбрасываем по земле миллиарды алюминиевых банок, вкладышей в сигаретные пачки и прочих алюминиевых отходов, чистый алюминий становится частью современных осадочных слоев.

Последний крупный процесс образования минералов происходил около 2,5 млрд лет назад, когда в земной атмосфере появился кислород. В итоге образовалось множество окислов и гидроокислов, включая ржавчину, которая, в частности, изменила цвет ландшафта с серого на красноватый. Но сегодня человечество вызвало новый такой процесс, синтезируя множество подобных соединений, в частности карбид вольфрама, широко применяемый в инструментах и шариковых ручках.



Но, пожалуй, более поразительными изобретениями стали «минералоиды», в частности стекло и пластмасса. До Второй мировой войны ассортимент синтетических материалов был невелик — шеллак, бакелит да вискоза. Но после этой войны производство пластиков стремительно выросло, достигнув на сегодня годового уровня в 300 млн т, что близко к суммарной массе тел всех людей на земном шаре. Благодаря своим особо ценным качествам — долговечности и устойчивости против разложения — пластики будут сохраняться в природе многие годы.

След разброшенного пластика на суше достаточно внушителен, но в океанах его геологическая значимость еще больше. Пластиком питаются многие обитатели морей, многие из них после гибели оседают в донный ил — это первый этап фоссиллизации. Еще шире распространены незаметные для нашего глаза микропластики, например волокна, отделившиеся от синтетических

тканей. Тысячи их обнаруживают исследователи в иле на каждом квадратном метре морского дна даже на большом удалении от берегов.

Повсюду присутствуют и рукотворные камни. В больших массах главенствует бетон. На сегодня его произведено около половины триллиона тонн — это примерно по килограмму бетона на каждый квадратный метр поверхности Земли. Бетон служит основой многих зданий, дорог и плотин, а его обломки изобилуют в перекопанном грунте городов. Вместе с кирпичом и керамической бетон уже составляет знаковую породу антропоцена. Огромные массы ее вкраплены в верхнюю часть земной коры, мы их также перераспределяем, когда большие машины вкапываются в грунт, готовя котлованы под здания или землю для выращивания продовольственных растений. Сегодня человечество перемещает больше осадочных пород, чем такие природные силы, как реки и ветер.

Химические следы

В прошлом веке основной движущей силой ускоренного производства и причиной осаждения по всей планете таких новых хроностратиграфических материалов, как алюминий, пластмасса и бетон, было сжигание ископаемого топлива. Объем продуктов их сгорания был так велик, что они оставляли различные химические отпечатки по всему миру. Содержание углекислого газа в атмосфере со времени начала промышленной революции росло в 100 раз быстрее, чем во время таяния ледников в начале голоцена. Выбросы углекислого газа улавливаются и обнаруживаются в пузырьках воздуха, вмёрзших в слои снега и льда в полярных областях Земли. При горении топлива образуется еще и дым — не полностью сгоревшие микроскопические инертные частицы. Оседая на землю, они образуют долговечный в геологическом масштабе дымовой след в разных регионах мира. Подобный след в горных породах оставили пожары, вызванные падением метеорита, обозначив таким образом границу



ЕСТЬ ЛИ У ЧЕЛОВЕЧЕСТВА БУДУЩЕЕ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЗЕМЛИ?

«Мечты о массовой эмиграции с Земли я считаю опасным самообманом. За пределами Земли в Солнечной системе нет мест, приближающихся по комфортабельности для человека хотя бы к вершине Эвереста или Южному полюсу. Свои проблемы нам нужно решать здесь, на Земле. Но я допускаю, что в будущем столетии могут состояться частные экспедиции энтузиастов на Марс, а впоследствии и на другие планеты Солнечной системы.

Несомненно, мы должны пожелать этим первым внеземным поселенцам успеха в использовании киборгов и биотехнологий для адаптации к враждебной среде. Всего через несколько столетий мы станем новым видом: начнется постчеловеческая эра. А путешествия за пределы Солнечной системы — это уже дело для постчеловечества, органического или неорганического».



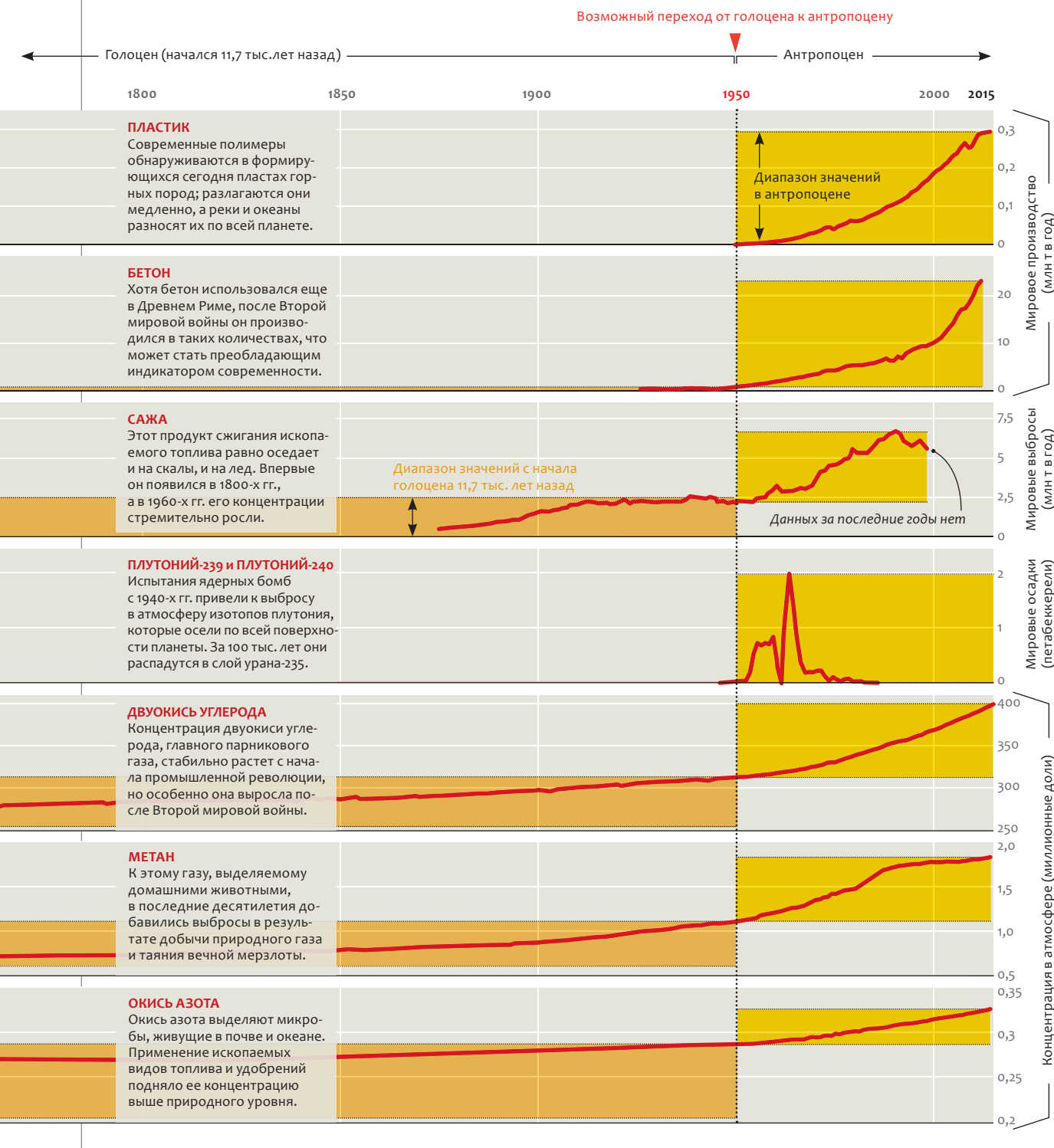
Мартин Рис (Martin Rees) — британский космолог и астрофизик.

Когда начался антропоцен?

Хлам, оставляемый современным человечеством, столь вездесущ, что формирующиеся ныне пласты будут полны нашими «техноокаменелостями» вроде пластика и бетона. Мысль о том, что деятельность человека привела планету в новую геологическую эпоху — антропоцен, подтверждают горы собранных учеными свидетельств. Они говорят, что эта эпоха будет отличной от эпохи голоцена, начавшейся 11,7 тыс. лет

назад, когда стали отступать ледники, и что логической границей этих эпох можно считать 1950 г. Признаки антропоцена (таблица ниже) рассеяны по всей Земле, говорит Колин Уотерс (Colin Waters) из Британской геологической службы. «Мы практически стали новой геологической силой».

Кэти Пик (Katie Peek)



SOURCES: "THE ANTHROPOCENE IS FUNCTIONALLY AND STRATEGICALLY DISTINCT FROM THE HOLOCENE," BY COLIN N. WATERS ET AL., IN SCIENCE, VOL. 357, JANUARY 8, 2016; AND REFERENCES CONTAINED THEREIN; U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

между меловым и третичным периодами. Углерод от сожженных горючих ископаемых заметно богаче легким изотопом ^{12}C , который активно поглощается растениями и животными. После смерти эти живые организмы превращаются в окаменелости, оставляя перманентный след антропоцена в виде ^{12}C .

Широкое развитие сельского хозяйства оставляет собственную химическую тень. Человек начал заниматься земледелием около 10 тыс. лет назад, но внесение больших количеств азотных удобрений с извлеченным из воздуха азотом методом Габера — Боша, как и использование ископаемых фосфорных удобрений, стало развиваться только с начала 1900-х гг. Колоссальные изменения почвы, воды и воздуха оставляют отчетливые химические следы. Удобрения, приносимые ветрами из отдаленных сельскохозяйственных регионов, загрязняют озера в высоких географических широтах. Удобрения, смываемые дождями с полей, попадают в реки, а из них в моря, где вызывают сверхактивное размножение планктона. Погибшие водные организмы разлагаются, образуя мертвые зоны, которые каждый год душат бентос на сотнях тысяч квадратных километров. Эти угнетенные живые организмы морей тоже оставят в будущих пластах след в виде окаменелостей.

К числу других химических сигналов относятся такие долговечные органические загрязнители, как инсектициды, и токсичные промышленные химикаты, например диоксины, которыми сегодня загрязнены многие отложения. Часть из них могут сохраняться в течение долгих даже по геологическим меркам сроков, примерно так же как выработанные древними водорослями соединения с длинными углеродными цепями. Палеонтологи сегодня используют эти соединения в качестве показателей климата, существовавшего миллионы лет назад.

Поддаются обнаружению и микроскопические радиоактивные частицы, распространяющиеся по всей Земле после каждого взрыва атомной бомбы. Хотя в ходе Второй мировой войны были сброшены всего две такие бомбы, в период с середины 1940-х до конца 1990-х гг. разные страны взорвали в атмосфере в целях испытаний больше 500 атомных бомб. Радиоактивные частицы падали на почву, полярные льды и в океаны, где оседали на донные отложения. На поверхности они поглощались животными и растениями. Этот радиоактивный слой представляет собой один из самых четких следов антропоцена.

Смена комплексов ископаемых остатков

Человечество, несомненно, оставило след и в биологической панораме развития. Всего несколько тысяч лет назад человек как биологический вид был ничтожным игроком в биоте планеты, а сегодня он стал главным грабителем суши и моря. Мы присваиваем для своих нужд около четверти

всей биологической продукции планеты. В результате этого масса тел жителей Земли составляет около трети массы всех позвоночных, обитающих на ней, а из оставшихся двух третей большая часть приходится на несколько видов животных, которых мы сделали поставщиками пищи для нас. На диких животных, оттесненных на обочину жизни, приходится не больше 5%. Кроме того, в процессе колонизации столь большой части территории планеты мы сильно перемешали то, что осталось от дикой природы, сознательно или случайно перенося животных и растения на огромные расстояния и тем гомогенизируя живой мир. Мы погубили столько видов, что через столетие или два биоразнообразие может получить удар не менее катастрофический, чем тот, что привел к вымиранию динозавров. В отдаленном будущем эти изменения проявятся в виде перехода от одной совокупности окаменелостей к другой.

Производство следов своей жизнедеятельности, какими были для нас отпечатки лап динозавров или ходы, прорытые морскими червями, человечество подняло на небывалый уровень. Наши шахты и скважины, уходящие вглубь на километры, врежутся вечными индикаторами в недра планеты. Города, покрывшие земную поверхность, отражаются в расположенных под ней фундаментах, трубопроводах и подземных железных дорогах.

Перманентные следы или недолговечные?

В общем, мы, люди, оставили много геологических следов. Но будут ли внесенные человеком изменения в напластование горных пород настолько долговечными, чтобы формально определить новую эпоху? Или с исчезновением человечества Земля вернется в нормальное состояние, превратив все наши сооружения в пыль, как случилось с могущественной империей Озимандии из поэмы Перси Биши Шелли? Судить еще рано.

К счастью, запечатленная в пластах история Земли протяженностью в 4 млрд лет оставила нам несколько уроков. Там, где земная кора поднимается, например в районах формирования горных хребтов, поверхностные структуры действительно подвергаются эрозии, продукты которой смываются и оседают в виде частиц на дно далеких морей. А там, где она опускается, как в районах дельт многих крупных рек, наслаивание пластов может сохранить даже такие эфемерные следы, как листья, прутья или отпечатки лап. Поэтому городу Сан-Франциско, который поднимается тектоническими силами, грозит выветривание, а Нью-Орлеан, Шанхай и Амстердам оставят множество следов своих крупных и сложных сооружений вместе с алюминием, пластиком и керамикой. Сохранятся и скелеты людей с металлическими коронками на зубах и искусственными суставами. Когда впоследствии тектонические силы поднимут эти пласты, новообразованные склоны обнажат отчетливый антропоценовый слой.

Вклад в ответ вносят также долговечность ископаемых остатков и долговременные последствия наших действий. Удар метеорита, завершивший меловой период, был мгновенным. Вызванные им ударные волны затухли в считанные часы. Но его воздействие изменило биологию Земли на миллионы лет. Не будь этого удара, мы могли бы и не появиться, а динозавры, возможно, царствовали бы на Земле до сих пор.

Воздействие человека, недолгое, хоть и не мгновенное, тоже может так изменить планету, что его последствия будут еще долго ощущаться, когда нас уже не будет. Многие тенденции ускорятся, а некоторые (вымирание видов, изменение климата и подъем уровня океана) находятся еще на самых ранних этапах. Независимо от того, когда закон-

Человечество — гораздо более сложная и многогранная планетарная сила, чем удар метеорита или отступление ледников. Наша необычайная геологическая мощь обусловлена нашим разумом, нашей манипулятивной способностью и нашими гиперсоциальными взаимодействиями

чится эра ископаемого топлива, ее последствия будут очень медленно затухать в течение тысячелетий. (А нашей цивилизации, сформировавшейся в период экологически стабильного голоцена, придется на протяжении жизни многих поколений приспосабливаться к нестабильной меняющейся планете.)

Долгосрочное влияние мы можем оказать и в ином отношении. Человечество — гораздо более сложная и многогранная планетарная сила, чем удар метеорита или отступление ледников. Наша необычайная геологическая мощь обусловлена нашим разумом, нашей манипулятивной способностью и нашими гиперсоциальными взаимодействиями, которые отразятся в новом знании. Эти качества позволили нам создать технологии, которые поддерживают нашу жизнь и которые сами развиваются все быстрее, буквально год от года. Эту новую техносферу, как назвал ее почетный профессор Университета Дьюка Питер Хафф (Peter Naff), можно рассматривать как часть биосферы. Она имеет собственную динамику, управлять которой мы можем лишь частично. Она включает в себя возможность того, что «кремниевый» разум вскоре окажется способным соперничать с нашим.

Среди происходящих сегодня глобальных изменений, которые определяют будущее планеты, техносфера — непредсказуемый фактор. Она может сформировать новое «антропоценовое» состояние планеты, при этом возможно, что люди уже не смогут заправлять всем. Пока же ученые могут решать лишь то, как охарактеризовать сегодняшнее состояние. Следует ли официально признать, что быстро, глубоко и непрерывно изменяемая человеком Земля находится сегодня в новой геологической эпохе?

Для геологов, которые должны дать ответ, вопрос пока остается открытым. Что считать началом эпохи антропоцена? То ли далекое прошлое, тысячи лет назад, когда воздействие человека впервые стало заметным, то ли далекое будущее, когда это

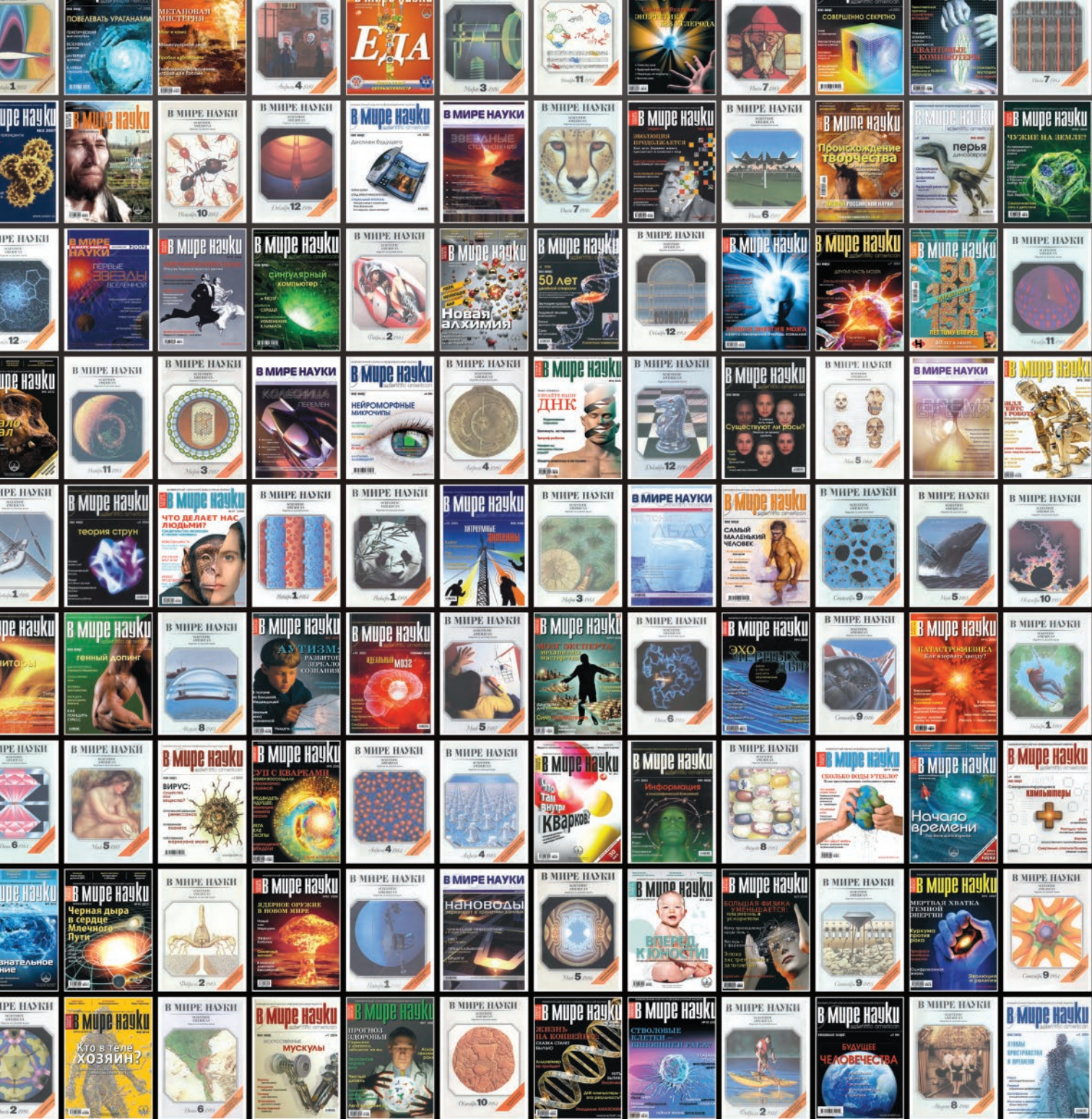
воздействие проявится полностью? Для практических целей наиболее подходящей границей представляется время исключительно быстрого роста численности мирового населения, начала использования электроэнергии и развития промышленности — середина XX в. С этого времени отмечается интенсивный рост масс бетона, пластика, плутония и остатков преобразованных биоматериалов в стратиграфических горизонтах.

Геологи ищут подходящую «золотую метку» — тщательно выбранную опорную точку, которая служила бы глобальной вехой начала новой эпохи. Что ею станет — радиоактивные ядра, частицы углерода в слоях снега и льда Гренландии и Антарктиды, в отложениях на дне обширных озер или фьордов и ненарушенном морском дне? Или это будет какой-то иной индикатор — предположим, характерное изменение химии живых организмов, выраженное в годичных кольцах деревьев или годичных полосах роста кораллов? Поиск продолжается. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Adventures in the Anthropocene: A Journey to the Heart of the Planet We Made. Gaia Vince. Milkweed Editions, 2014.
- The Anthropocene: The Human Era and How It Shapes Our Planet. Christian Schwägerl. Synergetic Press, 2014.
- The Unnatural World: The Race to Remake Civilization in Earth's Newest Age. David Biello. Scribner, 2016.
- Рабочая группа по антропоцену Международной комиссии по стратиграфии: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene>



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



2

КАК КЛИМАТ ИЗМЕНИТ НАС?

Кэти Пик

НАВЫКИ ДАШТАЩИМ

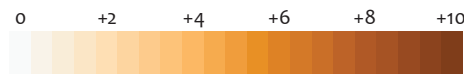
Никто не знает, как скоро человеческое сознание можно будет записать на компьютерный чип или когда мы все пересядем на автомобили-беспилотники, но очевидно одно: на Земле становится жарче. На представленных в этой статье картах дан прогноз, насколько потеплеет наша планета к 2100 г. и как изменится режим выпадения осадков. Чтобы получить эти данные, сотрудники *Scientific American* работали вместе с учеными из Научно-исследовательского центра NASA им. Эймса. Исследователи использовали климатические модели с высокой разрешающей способностью, взятые у Межправительственной группы экспертов по изменению климата, чтобы получить климатические показатели практически для каждой точки земного шара, для каждого месяца по всем годам до конца столетия. На наших схемах представлен сценарий умеренных выбросов, который подразумевает, что к середине столетия мир справится с парниковым эффектом, но все же значительное потепление будет иметь место.

Согласно расчетам, в этом подогретом мире будут жить 10 млрд людей. Часть их станет климатическими беженцами, покинувшими районы, где невыносимые для проживания температуры обратятся в норму и где подъем уровня вод займет свои права на жилища. Однако эксперты-политологи в большинстве случаев предвидят относительно небольшие переселения в пределах границ стран. Большинство же сообществ, в том числе в рамках микрорайонов, городов и стран, свыкнутся с обстоятельствами. Мы отобрали для показа около десятка горячих точек, где изменение климата нарушит условия жизни людей и лишит их средств существования, а также осветили конкретные комплексы мер, принятые в целях подготовки к будущим сдвигам.

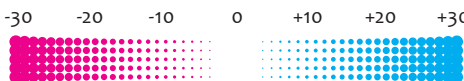
Указатель

На картах показано, насколько, согласно расчетам, изменятся максимальная среднесуточная температура и среднегодовые осадки к концу XXI в. Современные характеристики получены на основании средних значений за период 2006–2010 гг., а будущие показатели — на основе средних расчетных показателей на 2091–2100 гг. Данные показывают умеренное состояние, полученное на базе 20 моделей, называемое прогнозом RCP 4,5, согласно которому выбросы парниковых газов достигнут максимума в 2040 г., а затем снизятся.

Изменение максимума среднесуточной температуры (°F)



Изменение среднегодового уровня осадков (дюймы)

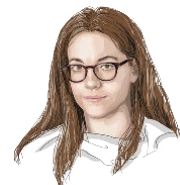


НЬЮТОК, АЛЯСКА, США

Согласно современным прогнозам потепления, ситуация в Арктике более драматична, чем в других регионах земного шара. Эскимосский поселок в Ньютоке уже столкнулся с негативными последствиями: прибрежные штормы и оттаившая вечная мерзлота лишили его земли, на которой он стоял. Около 400 жителей города проголосовали в 2003 г. за перенос поселения приблизительно на 15 км, на более высокое место, но успех в продвижении пока невелик, так как жители пытаются получить одобрение и финансирование дорог, домов и аэропорта на новом месте. Бедственное положение в Ньютоке показывает, что даже когда люди хотят переехать, бюрократические препоны могут осложнить дело.

ТУВАЛУ

Поскольку уровень Мирового океана повышается, народы, проживающие на некоторых островах, обречены. В Мальдивской Республике пытаются переселить большую часть населения страны. Однако геоморфологи из Новой Зеландии обнаружили, что на атоллах Тувалу, где все 11 тыс. человек проживают на высоте, не превышающей 5 м над уровнем моря, наоборот происходит расширение суши. Штормы и приливы разрушают береговую линию в одних местах и намыывают песок и галечник в других.



ОБ АВТОРЕ

Кэти Пик (Katie Peek) — научный журналист, художник-оформитель, специалист по визуализации данных, имеет научную степень по астрофизике.

ЗАПАД США

На протяжении следующего столетия пожары станут привычнее и будут бушевать сильнее. Эта тенденция уже отчетливо прослеживается в большинстве районов западной части Северной Америки, которая становится теплее и суше. Такие пожары несут угрозу жизни и имуществу людей. Эксперты говорят, что в целях адаптации лесостроителям понадобится сократить рискованные лесные массивы, домовладельцам придется строить из огнеупорных материалов, а инженерам проектировать огнестойкое ландшафтное окружение.

БРАЗИЛИЯ

К середине столетия рыбный промысел в тропических водах многих океанов может сократиться вдвое, так как произойдут смещения в распространении рыбных запасов в результате повышения температур, изменения солености и мест обитания. Вероятно, эта тенденция продолжится. Такое резкое падение ляжет экономическим бременем на тех, чей доход зависит от уловов. (Напротив, в некоторых местах океанов, на высоких широтах, рыбные популяции могут возрасти вдвое.) Бразилия нашла выход в создании морских заповедников, где рыболовы, управленцы и ученые пытаются найти равновесие во взаимодействии природоохранных мер и потребностей мелких рыболовных хозяйств, чтобы продолжить рыбный промысел. Этот проект разрабатывается в Бразилии, но его основные принципы могут быть положены в основу управления в других странах, где есть небольшие рыболовецкие хозяйства.

ФЛОРИДА, США

По демографическим прогнозам, во Флориде к 2100 г. 6 млн человек будут проживать в районах, подверженных затоплению ввиду повышения уровня моря (голубой и зеленый). Поддержанный двумя партиями союз четырех юго-восточных округов Флориды проводит подготовительные работы. Они заключаются в разработке планов по развитию инфраструктуры обеспечения питьевой водой в случае затопления соленой морской водой источников водоснабжения. Также идет работа по изменению нормативных положений касательно высоты строительства в Ки-Уэсте, чтобы жилые дома могли быть подняты над уровнем затопления.

Сегодня

- Уровень моря
- Городская застройка

Прогноз на будущее

- Уровень моря (+1,8м)
- Затопленные городские территории

Тампа

Форт-Майерс

Майами

О-ва Флорида-Кис

ЛАГОС, НИГЕРИЯ

Согласно данным ООН, к 2100 г. 84% населения мира будет жить в городах. Но, по расчетам, пока еще не построено 65% необходимого жилого фонда, что дает возможность должностным лицам и проектировщикам создавать дома в соответствии с изменяющимся климатом, а инфраструктуру — с лучшими условиями обеспечения водой и транспортом. Так, например, Лагос расположен вокруг неглубокой лагуны и уже испытывает воздействие поднятия уровня Мирового океана: эрозия берегов острова Виктория стала причиной перенесения местных курортов. Сейчас в Лагосе и его пригородах проживает 21 млн человек, ожидается, что это число удвоится к середине столетия.

ПАКИСТАН

Экономисты из Международного исследовательского института продовольственной политики и Университета Северной Каролины в Чапел-Хилле сделали вывод, что температурные изменения могут оказывать более сильное воздействие на процессы миграции населения, чем экстремальные проявления погоды. Так, недавно в десятилетних исследованиях миграции в Пакистане было отмечено, что хотя люди покидают свои жилища после наводнений, потом, после отступления воды, они обычно возвращаются. Теплые зимы действуют наоборот: они ведут к повторному падению урожаев, в результате доходы фермеров сокращаются и, по всей вероятности, побуждают семьи уезжать навсегда.

ЮЖНАЯ АФРИКА

Изменение климата ведет к усилению засух в ряде регионов мира, в том числе в Южной Африке, средиземноморской Европе, центральной и южной частях Северной Америки. В Африке засухи наряду с другими факторами составляют угрозу продовольственной безопасности, особенно в районах неорошаемого земледелия с уже установившимися скудными урожаями. На всем континенте исторически сложилось, что недостаточные продовольственные ресурсы вынуждали сельское население переезжать в города. Некоторые миграции останутся сезонными: так, в Западной Африке, например, в ответ на засухи 80-х гг. XX в. молодых людей отсылали из семей на заработки после сбора урожая.

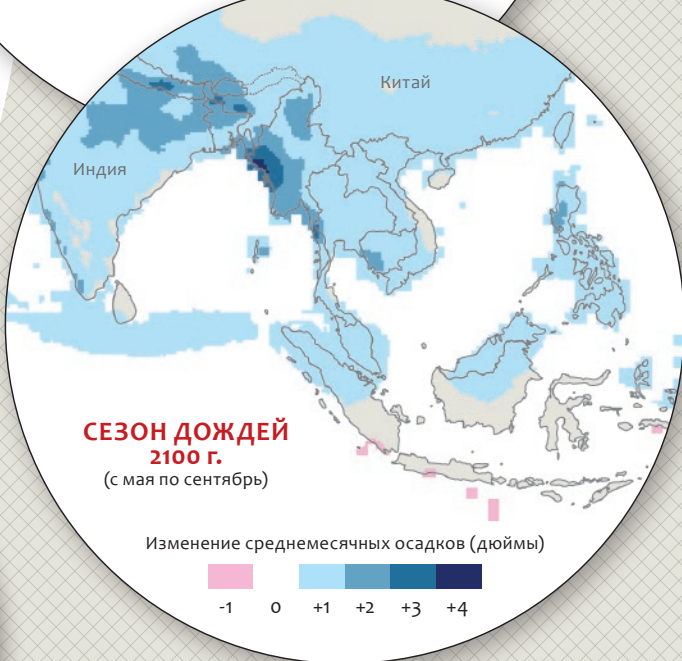
БЛИЖНИЙ ВОСТОК

К 2100 г. периоды жаркой погоды в странах Ближнего Востока, Северной Африки и Юго-Восточной Азии, будут, вероятно, постоянно достигать с угрозой для жизни $+50^{\circ}\text{C}$ и будут наступать чаще и длиться дольше, чем в настоящее время. Это означает, что эти регионы могут быть первыми, где смерть от климатических изменений станет обычной, особенно в группах людей с сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями. Климатологи и политики полагают, что подобные риски заставят людей покидать эти зоны.

ЮГО-ВОСТОЧНАЯ АЗИЯ

Климатологи считают, что к 2100 г. в некоторых районах Юго-Восточной Азии добавочно будет выпадать более 500 мм осадков каждый год. Большая часть осадков, вероятно, будет приходить в виде ливней, которые станут обильнее и менее предсказуемы, чем сегодня. Несмотря на эти обстоятельства, отдельные случаи сильных ливневых осадков или потопов, возможно, не повлекут постоянных переселений, но более тяжкие сезоны дождей могут сократить урожай, и тогда фермеры вынуждены будут мигрировать — вероятно, периодически, так как они вне сезона рассчитывают на приработок в городе.

ЗАСУХА 2100 г. (с ноября по март)



СЕЗОН ДОЖДЕЙ 2100 г. (с мая по сентябрь)

МЕЛЬБУРН, АВСТРАЛИЯ

Австралия претерпела десятилетнюю засуху в конце 1990-х и начале 2000-х гг. Как недавно сделали заключение инженеры-строители, Мельбурн выжил, в частности, потому, что граждане были полны решимости изменить свои привычки в потреблении воды — например, не так часто, как обычно, смывая в туалетах. Жестокие длительные засухи могут обрушиться на Австралию, юго-запад США, юг Африки, бассейн Амазонки — здесь в грядущем столетии засушливые периоды могут продолжаться два десятилетия или более, а Мельбурн может стать путевой звездой для составления планов адаптации.





КОМУ ПРОЦВЕТАТЬ, КОМУ ОТСТАВАТЬ?

Мара Хвистендаль

ИСТОРИЯ ДВУХ МИРОВ

Лена и Сахид никогда не встречались и, вероятно, не встретятся. Женщина живет в Лейпциге будущего 2050 г. — тихом немецком городе средневековых торговцев и книгопечатников. Лена фармацевт, ей 51 год, ее карьера находится в середине пути и она еще не задумывается о пенсии. Больше нет необходимости опекать единственного ребенка, дочь выросла и недавно окончила колледж. Лену и ее мужа заботят только престарелые родители, которые, впрочем, в свои 80 и 90 лет чувствуют себя неплохо.



Мара Хвистендаль (Mara Hvistendahl) — корреспондент журнала *Science* и автор книги «Неестественный отбор. Предпочитая мальчиков девочкам: каковы будут последствия для мира, полного мужчин» (*Unnatural Selection: Choosing Boys over Girls, and the Consequences of a World Full of Men*, 2011). В настоящее время работает над книгой об экономическом подъеме, кибершпионаже и войне за технологические секреты.

Сахид — четвертый ребенок в своей семье. Ему 22 года, не обремененный никакими привязанностями, он живет в грязных трущобах крупнейшего нигерийского города Лагоса. Перед ним, как и перед его братьями и сестрами, стоит множество проблем: поиски работы в условиях жесткой конкуренции рынка, переполненного дешевой рабочей силой, отсутствие нормального жилья, элементарная нехватка чистой воды.

Лену беспокоят хронические заболевания. Сахида больше заботит угроза заболеть малярией. Германия борется за достойную пенсию, высокий уровень здравоохранения и коммунальных услуг для сокращающегося числа своих жителей, продолжительность жизни которых, однако, сильно увеличилась. Нигерия борется за строительство дорог, школ и больниц, а численность жителей городов непрерывно растет.

Трудно придумать жизни, больше отличающиеся друг от друга, чем у Лены и у Сахида. Однако эти два вымышленных персонажа и образ жизни каждого из них позволяют нам обнаружить и сформулировать нагляднее многие проблемы, с которыми сталкивается современное общество. Для сохранения здоровья и благополучия людей в ближайшие годы потребуются принять беспрецедентные меры по изменению крайне неравномерного распределения человеческой популяции на земном шаре. Решения, принятые сегодня, полностью определяют то будущее, в котором будут жить Лена и Сахид.

Темпы роста популяции

Еще полвека назад главной демографической характеристикой, на которой было сосредоточено все общественное внимание, был темп роста населения планеты. В 1968 г. свет увидела книга, сразу же ставшая бестселлером, — «Популяционная бомба» известного энтомолога, эколога и демографа Пола Эрлиха (Paul Ralph Ehrlich) из Стэнфордского университета. Автор предупредил, что

увеличивающиеся темпы роста населения планеты вскоре превысят соответствующий рост производства продуктов питания и добычи жизненно важных ресурсов, что в конечном итоге приведет к сотням миллионов умирающих от голода людей. Страшным предсказаниям Эрлиха не суждено было сбыться. Зеленая революция (комплекс мер по увеличению мировой сельскохозяйственной продукции, осуществлявшийся в 1940–1970-х гг. прошлого столетия) в определенной степени обеспечила продовольственную безопасность, а экономический и социальный рост в совокупности с мерами по планированию семьи привел к снижению темпов роста населения в большей части мира. Начиная с 1970 г. темпы роста популяции начали снижаться по отношению к пику 1960-х гг.

И все же рост популяции — словно идущий поезд. Даже если он замедляется, то остановиться сразу не сможет — слишком велик импульс. В течение нескольких будущих десятилетий, хотя темпы роста и продолжат снижаться, наша популяция увеличится еще не на один миллиард. По оценке ООН, к 2050 г. население Земли вырастет до 9,7 млрд, а шансы, что поезд наконец остановится и к 2100 г. численность населения начнет снижаться, составляют лишь 23%.

Но за этими общими утверждениями легко упустить несколько важных нюансов. Половина прироста населения вплоть до 2050 г. будет приходиться всего лишь на девять стран, пять из которых находятся в Африке. Между тем в промышленных странах уровень рождаемости снижается и растет уровень жизни. По данным ООН, число людей старше 60 лет во всем мире удвоится, а старше 80 лет — утроится в течение ближайших 34 лет. Большинство из этих пожилых людей будут жить в Европе, где, по данным демографических исследований, к 2050 г. люди старше 60 лет составят треть населения. Джек Голдстоун (Jack A. Goldstone), социолог и политолог из Университета

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Глобальный рост населения на планете замедляется, но не прекращается. В 2050 г. наша планета может стать домом для 9,7 млрд человек. Однако распределение населения и различных темпов роста более показательны.
- Отдельные процветающие ныне страны станут меньше, упадет не только численность их населения, но и благосостояние.
- Развивающийся мир станет более многонаселенным и молодым в целом. Этот демографический сдвиг ставит перед нами серьезные задачи в сферах экономики, политики, инфраструктуры и здравоохранения.



МОЖЕМ ЛИ МЫ НАКОРМИТЬ ПЛАНЕТУ, НЕ РАЗРУШИВ ЕЕ?

«Да. Вот что нужно сделать: уменьшить количество сельскохозяйственных и бытовых отходов, а также потребление мяса; внедрить необходимые зерновые технологии и методы управления; вовлечь потребителей в проблемы фермеров развитых и развивающихся стран; увеличить государственное финансирование исследований в области сельского хозяйства; сосредоточиться на совершенствовании социально-экономических и экологических аспектов сельского хозяйства, характеризующих его устойчивость».



Памела Рональд (Pamela Ronald) — эмерит-профессор в Центре генома и отделе патологий растений Калифорнийского университета в Дэвисе.

Джорджа Мейсона, директор Института публичной политики Гонконгского университета науки и технологии, говорит об этом нарушении мирового равновесия как о «новой демографической бомбе».

Германия и Нигерия — две противоположности, лучше всего иллюстрирующие изменения в этой общемировой динамике. На одном конце — богатая, но стремительно стареющая страна, где население городов сокращается, а правительство сталкивается с увеличивающимися пенсионными расходами. На другом — молодое государство, которое должно обеспечить приемлемый уровень существования как мигрантам, приезжающим в города, так и большому количеству рождающихся детей, что в свою очередь сопряжено с решением целого ряда проблем — от инфекционных заболеваний до климатических изменений. Как отметил Ханс Грот (Hans Groth), председатель междисциплинарного Всемирного форума по демографии и старению (Санкт-Галлен, Швейцария), история — не руководство к тому, что ждет нас впереди, «человечество не готово ни принять, ни повлиять на перемены, которые нас ждут».



EDWINA PICKLES/Getty Images

Болезни роста

Если верить оценкам специалистов, к 2050 г. Нигерия обгонит США и станет третьей страной в мире по численности населения. По данным ООН, к этому времени население Нигерии достигнет 398,5 млн человек, то есть увеличится почти вдвое. На протяжении своей жизни Сахид будет расти и видеть, как уменьшается количество необходимых для жизни ресурсов. «Подумайте об этом, — говорит Джон Бонгаартс (John Bongaarts), вице-президент Совета по народонаселению (Нью-Йорк), — всего, что построено в этой стране, должно быть в два раза больше: школ, больниц, мостов».

В 2015 г. Отдел народонаселения ООН изменил свои оценки роста населения в Африке в сторону увеличения. В некоторой степени это хорошая новость, которая отражает достижения в области здравоохранения, включая меры по сокращению детской смертности и летальных исходов в результате СПИДа. Возросла продолжительность жизни в Африке к югу от Сахары.

Обратная сторона медали заключается в том, что темпы рождаемости не снижались так быстро, как многим хотелось. Суммарный по всему континенту

коэффициент рождаемости — среднее число детей у женщины за всю ее жизнь — остается на отметке 4,7, в Нигерии — 5,7. Теоретически страна могла выиграть от того, что называется «демографическим переходом», — фазы, в течение которой рождаемость падает, а в стране образуется

До 2050 г. некоторые африканские страны столкнутся с большим ростом численности населения, что, вероятно, приведет к нехватке продовольствия аналогично нынешнему кризису в Южном Судане

большее количество людей трудоспособного возраста, чем детей и стариков. Страны, которым путем снижения рождаемости и смертности, а также повышения уровня образования, занятости и других социально-экономических факторов удалось успешно завершить демографический переход, на своем опыте испытали плюсы от «демографических дивидендов», выведших их на качественно новый уровень развития. Но в Нигерии, как и в других странах Африки к югу от Сахары, рождаемость снизилась лишь незначительно.

Демографы ссылаются на ряд возможных факторов, указывая на особенности населения и его несговорчивость, на неизжитое влияние племенной культуры и более длительный период времени, в течение которого женщины могут иметь детей. По словам Акинринолы Банколе (Akinrinola Bankole), демографа Института Гуттмахера в Нью-Йорке, люди все еще живут в парадигме «защиты старости», подразумевающей, что чем больше у тебя детей, тем больше заботы и внимания будет к старикам. «Они больше думают о количестве, а не о качестве, то есть не о том, чтобы вложить что-то в своих детей и обеспечить им хорошую жизнь».

Сохранение высокого уровня рождаемости лишь усугубило те проблемы, с которыми уже столкнулась Нигерия: нищету, голод, высокую степень распространения инфекционных заболеваний, эффект изменения климата. По данным Информационной справочной службы по вопросам народонаселения (PRB), из 240 млн человек в Африке к югу от Сахары каждый четвертый испытывает нехватку еды, а вес 30 млн детей ниже нормы. Регион получил миллионы голодных ртов примерно того же возраста, что и Сахид, его братья и сестры. Среди тех, кто работает сейчас на обеспечение

продовольственной безопасности в стране, — Альянс за зеленую революцию в Африке. Эта организация была основана в 2006 г. и более шести лет управлялась генеральным секретарем ООН Кофи Аннаном. Альянс лоббирует изменения в сельскохозяйственной политике и помогает мелким фермерским хозяйствам в приобретении качественных семян, органических удобрений и необходимого оборудования. Африке южнее Сахары пригодится любая возможная помощь. «Концентрация роста населения в беднейших странах может стать непреодолимым препятствием для искоренения голода и нищеты, расширения услуг в области образования и здравоохранения, улучшения инфраструктуры» — говорит Франсуа Пеллетье (Francois Pelletier) из Отдела народонаселения ООН.

Кроме того, в таких странах, как Нигерия, темпы роста населения неодинаковы внутри страны. На севере, в достаточно бедном с точки зрения ресурсов регионе, рождаемость на данный момент значительно выше. Вследствие этого все большее число северян переезжает в Лагос, присоединяясь к Сахиду и его семье, — это часть глобального тренда. Ожидается, что к 2050 г. урбанизация и естественный прирост добавят более 2,5 млрд человек к городскому населению планеты и дадут до 90% прироста в Азии и Африке.

Часто урбанизация имеет положительный характер и сопровождается повышением уровня образования, снижением рождаемости и устойчивым экономическим подъемом. Хорошо спланированные города уменьшают землепользование и повышают энергоэффективность. Хенрик Урдал (Henrik Urdal), политолог Института исследований проблем мира в Осло, совместно со своими коллегами доказал, что урбанизация снижает риск конфликтов.

Однако тот факт, что такие страны, как Нигерия, урбанизируются на гораздо более низком уровне экономического развития, показывает, что к 2050 г. большая часть населения мира будет сосредоточена в городах, не оборудованных для обеспечения надлежащего медицинского обслуживания, с нарушением санитарных норм и пр. А это может привести к росту инфекционных заболеваний, например в районах с большим числом мигрантов. Помимо этого урбанизация считается одним из главных факторов начала распространения ВИЧ/СПИДа в Африке. К 2050 г. трущобы Лагоса могут стать рассадниками туберкулеза и малярии.

Тем временем Нигерия движется вверх по экономической лестнице, многие покупают себе автомобили, не экономят электроэнергию, а загрязнение воздуха может стать еще одной угрозой для здоровья. Резкий, подобный взрыву, рост мегаполисов Азии в последние несколько десятилетий может стать образцом и для Африки. Недавние результаты исследования «Глобальное бремя болезней, травм и факторов риска» (ГББ) говорят



МОЖНО ЛИ ИЗБЕЖАТЬ «ШЕСТОГО ВЫМИРАНИЯ»?

«Можно замедлить его, а после приостановить, если действовать немедленно. Основная причина вымирания видов — потеря естественной среды обитания. Именно поэтому я предлагаю создать глобальный мировой заповедник, занимающий площадь половины Земли. Благодаря этой инициативе (а также разработке экосистем, значительно превосходящих существующие) станет возможным открыть до 10 млн новых видов (в настоящее время известно около 2 млн). Комплексное расширение экологии — вот главное научное направление этого столетия».



Эдвард Уилсон (Edward O. Wilson) — эмерит-профессор в Гарвардском университете.

о том, что в 2010 г следствием загрязнения воздуха стали до 1,2 млн смертей и до 25 млн потерянных лет жизни в одном только Китае.

По иронии судьбы, если Нигерии и удастся снизить уровень рождаемости — один из источников проблем, — перемены могут дать и нежелательный побочный эффект. Как только снизится рождаемость, вырастет доля подростков и двадцатилетних молодых людей по отношению к общей численности населения. Если экономика не сможет обеспечить достаточное количество рабочих мест, то, по словам Джона Бонгаартса, «при росте числа безработных будет расти и преступность». Политологи уверены, что именно такая молодежь способствовала расцвету «арабской весны» в Северной Африке и на Ближнем Востоке.

Для того чтобы в ближайшие годы добиться успеха, в таких странах, как Нигерия, необходимо одновременно повышать уровень образования, трудовую занятость молодежи и доступ к планированию семьи — сложнейшая задача, которую однако нельзя назвать невыполнимой. Мало кто мог 40 лет назад предсказать снижение рождаемости в Бангладеш, Индонезии и Иране. Если Сахиду удастся найти работу и жениться, то, возможно, он захочет завести меньше детей, чем было у его родителей, тем самым снизив затраты на их обучение. Если его примеру будет следовать все большее и большее количество мужчин, у Нигерии есть шанс на то, чтобы воспользоваться своими «демографическими дивидендами». В свое время подобные изменения популяции сыграли ключевую роль в экономическом подъеме других стран, таких как Бразилия, Китай или Южная Корея.

В старой стране

Совсем другие рецепты должны быть применены в Германии. Лена родилась в 1999 г., когда немецкая экономика была двигателем европейского экономического роста, а рабочих мест было в избытке. К 2050 г. численность населения Германии должна снизиться с 80,7 млн человек до менее чем 74,5 млн. К тому же почти 70% немцев к этому времени уже перейдут возрастную черту в 60 лет, в то время как доля трудоспособного населения в возрасте от 15 до 59 лет составит всего 48%, что на 19% ниже современных показателей. Все чаще звучат призывы к обсуждению и решению этой проблемы. В прошлом году семидесятилетний мэр Оттенштайна, небольшой общины на северо-западе Германии, объявил, что будет отдавать в дар земельные участки парам с маленькими детьми. Цель простая: сохранить сельскую школу.

Ситуация в Германии — отражение положения многих стран Азии, Европы и Латинской Америки. По прогнозам ООН, 11 стран, включая Японию и Украину, к 2050 г. потеряют до 15% от численности населения. По данным СМИ, темпы рождаемости снижаются уже сегодня. Следствием может стать нехватка молодых кадров и налогоплательщиков.



Молодежь часто обвиняют в социальных беспорядках, но эти молодые ребята могут стать и экономическим чудом

Заманчивой идеей может стать приглашение в развитые страны мигрантов из других государств, включение их в экономику той или иной страны. ООН прогнозирует, что в период между 2015 и 2050 гг. Германия станет одной из самых привлекательных стран с точки зрения мигрантов. Сотни тысяч отчаявшихся сирийских семей, прибывающих в Европу, уже заставили обратить самое пристальное внимание на вопрос миграции. Если численность населения Африки к югу от Сахары продолжит расти, то молодые люди, подобные Сахиду, не найдя работу на родине, будут устремляться в Европу, связывая тем самым будущее Нигерии и Германии. Среди ученых бытует мнение, что миграция способна противодействовать старению населения, но Голдстоун отмечает, что «потребуется десятки миллионов мигрантов, чтобы компенсировать сокращение числа молодых в Германии, Нидерландах и других странах» и снизить давление на страны Африки южнее Сахары.

Это означает, что даже при незначительном уровне миграции население Лейпцига будет уменьшаться. В этой ситуации город будет стараться адаптироваться, изменить системы коммунальных и других услуг, чтобы компенсировать убывающее количество жителей, — вероятно, при помощи повышения налогов. Все эти перемены лягут на плечи людей трудоспособного возраста, таких как Лена. Чем меньше жителей, тем дороже город.

Германия, вероятно, столкнется и с новыми проблемами в сфере здравоохранения, а увеличившаяся продолжительность жизни сместит проблемы заболеваний на более поздний возраст. Родители Лены, например, принадлежат к группе, которую можно назвать «старожилами», — людей старше

80 лет, которые к 2050 г. составят около 14,4% от населения страны. При этом они с меньшей вероятностью, чем предыдущие поколения, умрут от раковых заболеваний или сердечного приступа. В большей степени они будут подвержены деменции, болезни, которая распространяется по мере увеличения продолжительности жизни. «Раньше люди просто умирали, прежде чем встречались с болезнью Альцгеймера, — говорит Аксель Берш-Зупан (Axel Börsch-Supan), директор Мюнхенского центра экономики старения и главный исследователь «Обследования здоровья, старения и выхода на пенсию в Европе» (SHARE), продолжительного исследования более 45 тысяч европейцев старше 50 лет. — Теперь все иначе».

С точки зрения экономики старение в странах Западной Европы — неоднозначная проблема. И это не только следствие низкой рождаемости, это также и результат ощутимых скачков в области здравоохранения и индивидуального благополучия. Люди не просто стали жить дольше, они в течение более продолжительного времени остаются здоровыми и трудоспособными. За последние два десятилетия прогнозируемая продолжительность жизни в Германии увеличилась почти на пять лет и составила более 80 лет. И эти показатели растут по всей Европе. Берш-Зупан говорит: «Долголетие растет линейно, и нет признаков изменения этой кривой». (В США, напротив, в дискуссиях о замедлении темпов старения не акцентируется внимание на отдельных тенденциях, говорящих об ухудшении этих показателей среди некоторых групп населения, отмечает Берш-Зупан.)

В Европе говорят о том, что пришло время пересмотреть границы применения понятий «старость», «пожилой» и т.д. Сергей Щербов, демограф Международного института прикладного системного анализа (Лаксенбург, Австрия), предложил рассматривать старость как последние 15 лет жизни при учете средней продолжительности, принятой в данной стране. Такой метод точнее отражает особенности здоровья и работоспособности, нежели принятая в ООН относительная планка в 60 лет. По его словам, «в 50-х гг. прошлого столетия самому старому человеку, поднявшемуся на Эверест, было 39 лет. Несколько лет назад восхождение совершил 80-летний японец».

Действительно, пенсионные системы за последние годы претерпели серьезные изменения. В Германии пенсионный возраст, который составляет сейчас 65 лет и пять месяцев, будет постоянно увеличиваться до 67 лет в 2029 г. Но и для таких людей, как родители Лены, пенсионный возраст должен в конечном итоге быть связанным с продолжительностью жизни, как это произошло в Норвегии и Швеции. Вероятно, это не самые популярные для общества перемены. Берш-Зупан отмечает: «Проблема в том, что людям нравится выходить на пенсию раньше. Но это нежизнеспособно».

Тяжесть демографии

Судьбы Сахида и Лены в немалой степени зависят от того, что происходит сейчас. Грамотное планирование может решить проблемы и Нигерии, и Германии в будущем. «Демография — как сила притяжения, — говорит Голдстоун, — необходимо признать ее и действовать соответственно. А потом, научившись использовать ее и управлять ею, можно заставить самолеты летать. Только самолет нужно спроектировать очень точно. Стабильное правительство, рост экономики в условиях увеличения или снижения темпов рождаемости — даже при этом никто не отменял разумного инвестирования, управления экономикой, решения вопросов обучения рабочей силы, увеличения ее продуктивности, разработки планов для различных по уровню благосостояния и возраста групп и т.д. Все меняется слишком быстро».

Таким образом, Нигерия и Германия — две стороны спектра проблем мировой демографии. Между ними — десятки других наций, включая, например, США, чья роль в демографических переменах далеко не последняя. В странах всего спектра необходимо уделить особое внимание таким вопросам, как здравоохранение, развитие городской инфраструктуры, образование, питание, пенсионное обеспечение, — все это поможет обеспечить лучшую жизнь для будущих поколений.

В усилиях по поддержанию глобальной стабильности необходимо активно вовлекать густонаселенные развивающиеся страны, такие как Бразилия, Китай, Индия, Мексика. Это означает, помимо прочего, реконфигурацию таких важнейших мировых союзов, как НАТО и G7, чтобы они оптимальным образом оценивали постоянно изменяющуюся обстановку, направляя денежные потоки на решение проблем по охране здоровья, развития инфраструктуры и пр. во всем мире, а не только в промышленно развитых странах. Мыслить творчески, опережая события, — вот он, способ обезвредить новые популяционные бомбы. ■

Перевод: Д.С. Хованский

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- The New Population Bomb. Jack A. Goldstone in *Foreign Affairs*, Vol. 89, No. 1; January/February 2010. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2010-01-01/new-population-bomb>
- Remeasuring Aging. Warren C. Sanderson and Sergei Scherbov in *Science*, Vol. 329, pages 1287–1288; September 10, 2010.
- Fertility Transition: Is Sub-Saharan Africa Different? John Bongaarts and John Casterline in *Population and Development Review*, Vol. 38, Supplement No. s1, pages 153–168; February 2013.
- World Population Prospects: The 2015 Revision: Key Findings and Advance Tables. United Nations Population Division, 2015. https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf

Цикл телепрограмм

ИДЕИ, МЕНЯЮЩИЕ МИР



Автор и ведущая —
Эвелина Закамская



очевидное
невероятное 

 ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ
Научная Россия



Дирк Хельбинг:

как выжить
в информаци-
онной лавине

Виктор Матвеев:

увидеть миг
рождения материи

Джек Ма:

«бесплатно» —
очень дорогое слово

Джон Перкинс:

исповедь
раскаявшегося шпиона

Майкл Газзанига:

автор концепции
«криминального мозга»



Джин Шарп:

человек,
взорвавший мир

Ноам Хомский:

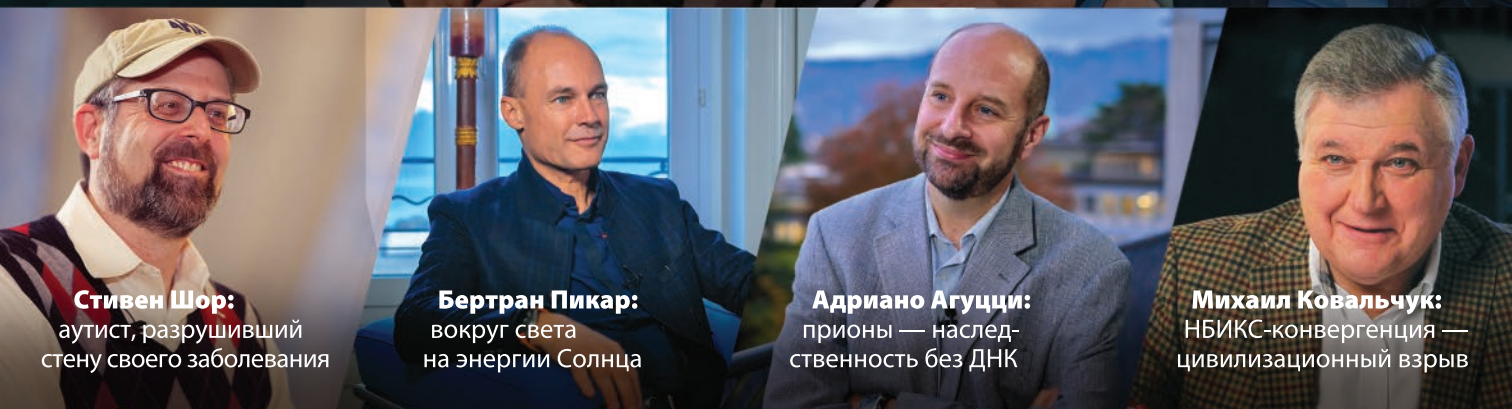
интеллектуал
Западного полушария

Дэвид Гросс:

физика — это приключение

Рольф-Дитер Хойер:

человек, объявивший
о «поимке» бозона Хиггса



Стивен Шор:

аутист, разрушивший
стену своего заболевания

Бертран Пикар:

вокруг света
на энергии Солнца

Адриано Агуцци:

прионы — наслед-
ственность без ДНК

Михаил Ковальчук:

НБИКС-конвергенция —
цивилизационный взрыв



4

ВЫЖИВЕТ ЛИ ГРАЖДАНСКОЕ ОБЩЕСТВО?

Ангус Дитон

УГРОЗА НЕРАВЕНСТВА

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В последние десятилетия разрыв между бедными и богатыми во многих странах по разным причинам увеличился.
- Не всякое неравенство доходов разрушительно для общества, но если оно позволяет небольшим группам людей менять правила игры в политике или экономике в свою пользу, то инновационный рост может прекратиться.
- Общество не достигнет большего благосостояния, если не решит проблему неравенства доходов и не обуздает пагубные типы социально-экономического поведения, вызванные неравенством.

Сэр **Ангус Дитон** (Sir Angus Deaton) — эйзенхауэровский профессор экономики и международных отношений в Школе общественных и международных отношений им. Вудро Вильсона и на факультете экономики Принстонского университета, эмерит-профессор, лауреат Нобелевской премии по экономике 2015 г. Гражданин США и Великобритании, член Британской академии и член Национальной академии наук.



Сегодня мы живем в мире, полном угроз. Два крупнейших бастиона, обороняющих наше недавнее процветание, — проект послевоенной Европы и относительно неплохо функционирующая американская демократия — подвергаются осаде. Волны беженцев, спасающихся от гражданской войны в Сирии, захлестывают Европу и испытывают на прочность традиционную щедрость жителей Северной Европы по отношению к нуждающимся.

Мы стали свидетелями ужасов, творящихся на Ближнем Востоке, замедления промышленного роста в Китае, глобального потепления. Значительная часть населения Европы и США в течение многих лет не отмечает почти никакого повышения уровня своей жизни, и эти люди отказываются от участия в политике, которое почти ничего им не дает. В богатых странах мира темпы роста доходов на душу населения сокращаются, при этом почти повсеместно увеличивается разница в уровне доходов и благосостояния.

Возможно, кто-то засомневается, нужно ли включать такого рода неравенство в перечень действующих угроз, однако было бы ошибкой недооценивать его силу. Каждая из перечисленных мною проблем связана с неравенством, и даже если предельно большое и постоянно растущее неравенство и не выступает причиной той или иной угрозы, оно непременно осложняет ситуацию.

Поэтому может показаться, что мир катится ко всем чертям. Однако чтобы трезво оценить наши перспективы на будущее, нельзя строить прогнозы, основываясь только лишь на нынешней ситуации. Для начала мы должны оглянуться и понять, как далеко мы зашли.

Мы, то есть население богатых стран и многие жители бедных, сегодня несравненно богаче и здоровее, чем когда-либо в человеческой истории.

Обычно под процветанием понимают уровень потребления или материальное благополучие, и это, конечно, важно. Но благополучие человека зависит и от многих других вещей. Материальное

благосостояние мало что для вас значит, если вы умерли или стали инвалидом. Здоровье по праву — важная составляющая благополучия. Образование влияет на уровень заработка и, следовательно, на материальное положение, но оно же позволяет человеку жить более наполненной и интересной жизнью. Подобно богатству, здоровью и образованию, свобода — в том числе свобода участвовать в жизни гражданского общества, свобода передвижения, свобода от дискриминации, насилия, произвольного ареста и заключения — тоже входит в понятие процветания. Все эти свободы сегодня более распространены, чем когда-либо прежде. Если мы

вернемся на 250 лет назад, во вторую половину XVIII в., то увидим, что тогда лишь несколько стран начинали выбираться из прошлого, где нищета и болезни были нормой. На протя-

Если мы вернемся на 250 лет назад, то увидим, что тогда лишь несколько стран начинали выбираться из прошлого, где нищета и болезни были нормой

жении почти всей истории человечества множество детей умирали, не дожив до пяти лет. Чума и другие эпидемии были постоянной угрозой. Только с промышленной революцией, которая повлекла за собой и революцию в здравоохранении, повсюду начался устойчивый экономический рост и улучшились показатели здоровья.

Но даже тогда уровень жизни вырос в немногих странах, и лишь потом жизнь стала постепенно улучшаться в остальном мире. Прогресс породил новые виды неравенства: произошел разрыв в уровне жизни между Лондоном и Амстердамом, с одной стороны, и Джакартой и Пекином — с другой, увеличилась продолжительность жизни и снизилась детская смертность на северо-западе Европы, но в Африке и Азии ситуация не изменилась. Мы наблюдаем последствия этого «большого

разрыва» даже теперь, когда Индия и Китай показали впечатляющий пример догоняющего развития, а в бедных странах произошел еще более впечатляющий рост продолжительности жизни. Сегодня средний подушевой доход в США в четыре раза выше, чем в Китае, в десять раз выше, чем в Индии или Нигерии, почти в 20 раз выше, чем в Кении, и более чем в 90 раз больше, чем в Центральноафриканской Республике (все цифры приведены к прожиточному минимуму в беднейших странах). Столь разительное неравенство в мире — следствие прогресса: причина почти всегда в том, что одни страны получают преимущества раньше других. Но это неравенство также угрожает будущему развитию.

Вряд ли историки когда-нибудь придут к согласию по поводу причин промышленной революции, но важнейшую роль тут сыграла предшествующая ей эпоха Просвещения, особенно родившаяся в ту эпоху концепция «полезного знания». Полезное знание начинается с исследования природы, развития базовых наук и превращения науки в технологии, машины и знания, повышающие качество жизни и способствующие «стремлению к счастью». Новое

знание не спускается с небес; социальная среда и требования своего времени коренным образом влияют на то, как быстро достигается новое знание и в каком направлении оно развивается. Свою роль в этом играет и рынок. Высокие цены на товары поощряют людей к экономии, а один из путей экономии — изобрести новые способы производства, которые требуют меньше ресурсов. Не исключено, что высокие зарплаты в Британии накануне промышленной революции были одним из факторов развития способов производства, которое и составляло суть той самой промышленной революции.

Политическая и интеллектуальная свобода также помогла нам достичь процветания. Инновации зачастую проходят этап «созидательного разрушения», как называл его Йозеф Шумпетер. Новые технологии не только ломают предыдущие способы производства вещей, но и лишают средств к существованию тех, кто зависит от прежних способов. Перемены будут встречать яростное сопротивление, часто успешное, особенно когда действующая власть обладает политической мощью. Впрочем, политические соглашения могут и смягчить это сопротивление. Одна из причин, по которой устойчивое развитие произошло в Европе, а не в Китае, заключается в том, что государственная раздробленность в Европе позволила приверженцам новых, но непопулярных идей — или религий — покинуть юрисдикцию одной власти и искать прибежища в другой. Современная глобализация дала возможность более свободного и дешевого



Illustration by Lorenzo Gritti, Portrait by Kyle Hilton



ГДЕ И КОГДА, ПО-ВАШЕМУ, МЫ ОБНАРУЖИМ ВНЕЗЕМНУЮ ЖИЗНЬ?

«Если на Марсе имеется большое количество микроорганизмов, полагаю, мы их найдем в течение ближайших 20 лет — если они будут достаточно похожи на земную форму жизни. Если инопланетная форма жизни сильно отличается от нашей, то ее будет трудно обнаружить. Возможно также, что любые выжившие на Марсе микроорганизмы малочисленны и находятся в местах, труднодоступных для исследования с помощью автоматического спускаемого аппарата. Более привлекательны в этом смысле спутник Юпитера Европа и спутник Сатурна Титан. Европа — это водный мир, где могли развиваться более сложные формы жизни. Титан — вероятно, наиболее перспективное для поисков жизни место в Солнечной системе. Там есть множество органических соединений, но на Титане очень холодно и нет воды в жидком виде. Если на Титане есть жизнь, она будет очень отличаться от жизни на Земле».



Кэрол Клеэлэнд (Carol E. Cleland) — профессор философии и сотрудник-исследователь Центра астробиологии в Колорадском университете в Боулдере.

перемещения товаров, услуг и (в меньшей степени) людей, что в значительной мере позволило Индии и Китаю вырваться из нищеты.

Сегодня перед нами встает вопрос: можно ли бесконечно полагаться на экономический рост, продолжавшийся с 1750 г., или сгущающиеся над нами тучи указывают на то, что наши ресурсы подошли к концу, что наш колодец пересох. Нельзя предполагать, что такое развитие обязательно продолжится, лишь на том основании, что история последней четверти тысячелетия была историей прогресса (хотя и с некоторыми трагическими перерывами). Прогресс и раньше происходил эпизодически.

Я не считаю неравенство вредным само по себе; мое благосостояние не меняется лишь оттого, что кто-то другой богатеет или нищает. То, что иногда называют неравенством, на самом деле стимул; авторы новых идей, приносящих всем нам пользу, часто получают в награду

за это огромные богатства, что само по себе вряд ли действует на общество разрушительно. Опасность неравенства заключается в его реальных последствиях, именно они представляют угрозу для нашего будущего.

Показатели экономического роста на душу населения, уже долгое время не превышающие в США 2% в год, снижаются. Подобное падение отмечается в других промышленно развитых странах. То же самое происходило и до финансового кризиса 2008 г., от которого США так полностью и не оправились, не восстановились темпы роста и во многих европейских странах. Возможно, эта Великая рецессия — лишь еще один эпизод, бросающий тень на рыночную экономику, но дело может обстоять и хуже, и тогда эта рецессия — знак будущих проблем.

Прирост ВВП на душу населения, несмотря на несовершенство этого показателя, остается основным индикатором растущего благосостояния. При росте ВВП на 3% в год доходы населения удваиваются

за 25 лет, то есть в течение одного поколения; при годовом приросте в 2% доходы удвоятся за 35 лет; при росте в 1% в год — за 70 лет. Многие американские и европейские семьи со средними доходами уже потеряли шанс иметь более обеспеченную жизнь, чем у их родителей; вместо этого они борются за то, чтобы жить не хуже. В условиях замедленных темпов роста стало труднее заниматься политикой. Когда пирог экономики растет, каждый может отрезать себе кусок побольше, но если размер пирога остается неизменным, я могу взять себе побольше, только отняв у другого. То же самое относится к социальным благам — здравоохранению, соцобеспечению, образованию, инфраструктуре. В условиях экономического роста эти блага можно использовать и расширять, не сокращая их текущее потребление; но если экономический рост отсутствует, кто-то должен будет отказаться от части того, что уже имеет.

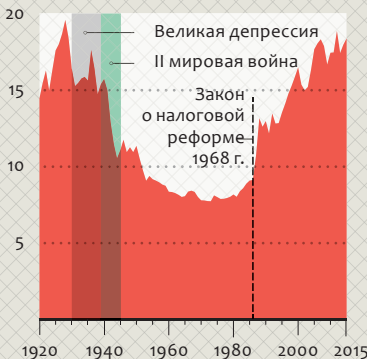
Медленный рост способствует формированию групп, члены которых

РАЗРЫВ В ДОХОДАХ

Пропасть увеличивается

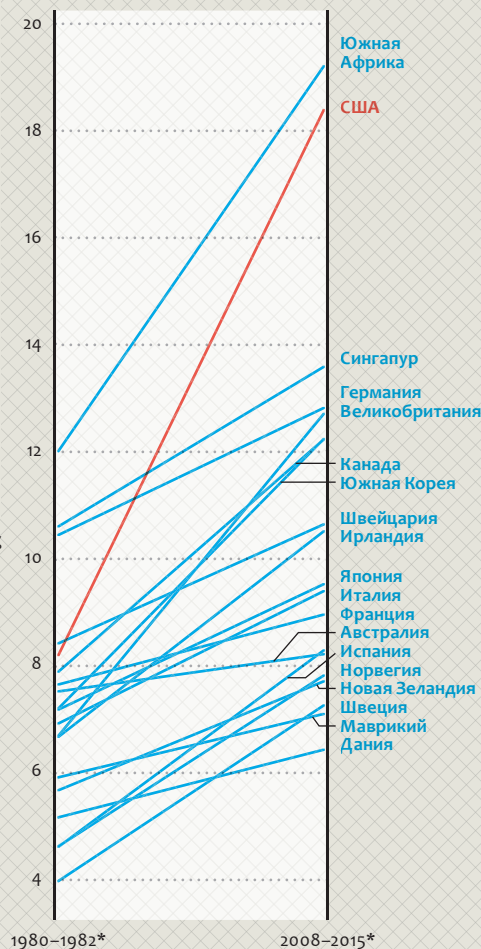
Несмотря на то что большие различия в доходах сами по себе не губительны для общества, они поддерживаются своекорыстной деятельностью — и в свою очередь подпитывают эту деятельность — определенных групп людей, причастных к распределению доходов и способных увеличить собственные доходы в ущерб экономическому росту и демократическому правлению. По мере растущего неравенства в доходах столь пагубные последствия становится все труднее сдерживать (например, путем финансирования программ помощи нуждающимся). Как показывают диаграммы, за последние десятилетия разница доходов в США заметно увеличилась, причем она росла более высокими темпами, чем в других странах.

Доля национального дохода, получаемая 1% богатейших граждан (США, 1920–2015 гг.)



*Ежегодные данные по некоторым странам отсутствуют. На графике приведены последние имеющиеся данные за указанный период. Доходы от прироста капитала не учитывались.

Доля национального дохода, получаемая 1% богатейших граждан



обогатятся за счет более широких слоев населения, например проталкивая законы и нормативные акты, которые увеличивают их собственные доходы или защищают их иным образом, тормозя нововведения и полезные реформы и тем самым еще больше замедляя рост. Экономисты называют такого рода деятельность поиском ренты. Политолог и экономист Мансур Олсон (Mancur Olson) полагал, что поиск ренты расстраивает экономику богатых стран. Примеры этого можно найти и сегодня. Вот лишь один из них. Национальные институты здравоохранения, одно из важнейших государственных исследовательских учреждений в США, объявили в 2015 г. по настоянию Конгресса, чей состав неплохо спонсируется индустрией здоровья и сильно настроен против проведенной Барак Обама реформы здравоохранения, что не будут финансировать исследования, главная цель которых — «оценка стоимости и эффективности» системы здравоохранения.

Если не происходит распределения плодов экономического роста, каким бы он ни был, возникают новые проблемы. Те, кому достается меньше, могут и потерпеть, когда им что-то перепадает, но если их доходы не растут или сокращаются, вряд ли они будут долго с этим мириться. Неравенство становится вопросом политики. В идеале подобное недовольство приведет к смене политического курса. Но если политическая система восприимчива только к нуждам богатых (к каковым, как полагают, и относится Конгресс США), возникает непосредственная угроза политической стабильности и в конечном итоге самой демократии. Если основные политические партии ничего не предлагают тем, кому не хватило национального пирога, то эти люди могут прибегнуть к политическим средствам или кандидатам, представляющим угрозу либеральной демократии. Люди, чьи доходы сокращаются, испытывают вполне реальное снижение материального благополучия. В США у представителей среднего класса не просто перестают расти доходы. Наблюдается кризис в отношении людей к своему здоровью: белые американцы среднего возраста нелатиноамериканского происхождения убивают себя алкоголем



Отстающие: многие, кто в июне проголосовал за выход Великобритании из Евросоюза, решили, что заявленные выгоды от членства страны в ЕС прошли мимо них или достались кому-то другому

и наркотиками, кончают жизнь самоубийством. Максимальный рост продолжительности жизни произошел в последние годы среди населения с максимальными доходами.

Прежде чем думать, что делать дальше, необходимо понять причины замедления роста. По этому поводу ведется много споров, хотя есть несколько

Если основные политические партии ничего не предлагают тем, кому не хватило национального пирога, то эти люди могут прибегнуть к политическим средствам или кандидатам, представляющим угрозу либеральной демократии

конкретных указаний на причины замедления роста — и все они связаны с увеличивающимся неравенством. В США мы тратим огромные средства на здравоохранение (хотя и меньше, чем некоторые другие), значительная часть которых уходит впустую и дает невысокую отдачу. Эти деньги берутся из доходов граждан, поэтому люди платят за лечение больше, чем они думают. Такую систему яростно защищают те, кто прямо или косвенно использует в качестве источника своих доходов и власти почти пятую часть американского ВВП, которую поглощает здравоохранение.

Финансовый сектор — еще один ключевой игрок, вносящий свой вклад в наше благосостояние, но и этот сектор слишком велик. Гигантские премиальные суммы для частных лиц, которые генерируются в этом секторе, намного превышают его отдачу для общества. Многие из наших лучших умов подвизаются в этом секторе, вместо того чтобы заниматься реальным производством или изобретать новые способы лечения болезней. В то же время нестабильность раздутого финансового сектора порождает риск финансовых кризисов, которые имеют катастрофические последствия для экономического роста.

Сам масштаб секторов здравоохранения и финансов обеспечивает им политическое влияние, что осложняет контроль над ними. Потом эти секторы становятся инструментами неравенства: они генерируют огромные доходы для немногих и в то же время замедляют темпы роста и срывают модернизацию.

Мы вряд ли вернемся к процветанию, пока не решим проблему неравенства доходов и не ликвидируем определенные типы экономического поведения, которые выступают и причиной, и следствием этого неравенства

Если мой анализ верен, то мы вряд ли вернемся к процветанию, пока не решим проблему неравенства доходов и не ликвидируем определенные типы экономического поведения, такие как поиски ренты, которые выступают и причиной, и следствием этого неравенства. Подобно китайскому императору, жившему в XV в., который из страха потерять власть запретил мореплавание, способное уже тогда сделать Китай мировой державой, мы рискуем задуть инновационный рост, залог нашего будущего процветания.

Тенденцию растущего неравенства будет трудно повернуть вспять. Доказательством этому служит то, что неравенство столь широко распространено в богатых странах — несмотря на различия в особенностях государственного управления и вопреки энергичной политике социального обеспечения в странах, где стремятся обуздать неравенство. Проблема в том, что в результате технического прогресса, автоматизации, глобализации и создания рабочих мест за пределами своей страны произошло не просто обычное временное перемещение работников, которые в конечном итоге — или, по крайней мере, их дети — тоже могут получить некоторые преимущества от богатства, прирастающего

в результате действия перечисленных факторов. Кажется, вместо этого перемены дали начало процессу, при котором никакой выгоды работники не получают, либо прибыль уходит иностранцам или владельцам основных средств производства. Подобные опасения возникали в аналогичных обстоятельствах на протяжении всей истории человечества, и они всегда оказывались беспочвенными, поэтому в этот процесс следует вмешиваться очень осторожно, если мы верим (а я верю), что развитие техники — это основа нашего растущего благополучия и увеличивающейся продолжительности жизни. Несомненно также, что после томительно долгой Великой рецессии легко быть пессимистом. С учетом этого страхи вполне обоснованы, и экономисты высказывают больше опасений, чем когда-либо.

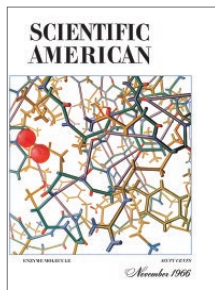
Какие есть позитивные факторы, способные стать противовесом всему этому пессимизму? Один из них состоит в том, что демократия в конце концов преодолет все трудности, что слои населения, не имеющие в данный момент адекватного представительства во власти, используют демократические процедуры, чтобы избрать более отзывчивых к их желаниям лидеров. Это будет трудно, на этом пути встречаются угрозы демократии, но это не невозможно.

Второй и самый яркий луч надежды посылает нам история, с которой я начал: надежда на то, что люди формируют свои обстоятельства в соответствии со своими потребностями, по крайней мере в перспективе. Речь ведь идет не о какой-нибудь планете-убийце, которая сближается с Землей и грозит уничтожить ее. Общественное устройство можно изменить, и его нужно будет изменить. Я уверен: если с этим ничего не делать, то ориентация на поиск ренты в современных ее масштабах и крайняя опасность национального и международного неравенства, которое она порождает, способны нас погубить. И все же я оптимист, потому что стремление к счастью сегодня так же сильно, как и в XVIII в. ■

Перевод: С.В. Гогин

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Тейлор Л. Рост неравенства // ВМН, № 7, 1987.
- Rent Seeking. David R. Henderson in The Concise Encyclopedia of Economics. Second edition. Liberty Fund, 2007. www.econlib.org/library/Enc/RentSeeking.html
- Growing Unequal? Income Distribution and Poverty in OECD Countries. Organization for Economic Co-operation and Development, October 2008. www.oecd.org/els/soc/growingunequalincomedistributionandpovertyinoecdcountries.htm
- The Great Escape: Health, Wealth, and the Origins of Inequality. Angus Deaton. Princeton University Press, 2013.



НОЯБРЬ 1966

Технологии в Китае. Из-за развернувшейся в Китае критики советского руководства в августе 1960 г. СССР отозвал из этой страны своих технических специалистов и рабочих. Заводы остались без квалифицированных кадров.

Столкнувшись с необходимостью готовить собственных специалистов, китайское правительство придумало новый лозунг: «Самостоятельное развитие». С 1960 г. Китай в основном полагался на собственные силы в подготовке инженеров, технических работников и ученых. Китай стал сдержанным и весьма подозрительным в контактах с другими странами. Здесь считали, что страны, с которыми велась торговля, хотят поживиться за счет Китая. И не без основания: как оказалось, часть оборудования, закупленного Китаем в коммунистических странах, было устаревшим.



Экономический эксперимент.

Хотя еще слишком рано выносить определенное суждение об успехе эксперимента по переходу на летнее время, который многие европейские страны предприняли прошлым летом, однако имеющиеся данные благоприятны. Генеральный консул США сообщает, что жители Вены при новом режиме работы потребили газа на \$142 тыс. меньше. В Англии к новому графику отнеслись в целом удовлетворительно, и даже фермеры, которые поначалу противились ему, смирились.

Электрический крем.

Взбивалка для крема с электрическим приводом — новейший призвание в постоянно растущей армии электрических устройств. Она состоит из загрузочного бункера емкостью в один галлон, снабженного вращающимся цепом или мутовкой. Последняя сообщается посредством зубчатой передачи с двигателем мощностью в 1/8 л.с., который подключается шнуром к ближайшей электрической розетке.



НОЯБРЬ 1916

Добыча соли. Китайский Цзылюцзин — место, где расположены богатейшие и наиболее многочисленные соляные колодцы в провинции Сычуань и во всем Китае. Подъезжая к Цзылюцзину по дороге, соединяющей его с ближайшим речным портом Чунцином,

сначала думаешь, что попал в район нефтедобычи: со всех сторон возвышаются буровые вышки, скрипят блоки, покрякивают погонщики буйволов. Методы добычи, которые здесь используются, совершенно очевидно стали прообразами тех, что применяются при бурении скважин и на нефтеразработках, и принципиально ничем от них не отличаются, поэтому проникаешься огромным уважением к изобретательности китайцев, ведь они используют эту методику уже более тысячи лет.

Сталь, сплавы и необходимость. Получение металлических сплавов, хоть дело и совершенно новое, но привлекает к себе особое внимание из-за необходимости экономить железо. В будущем наибольшую экономию можно будет получать от использования сплавов, включающих редкие металлы. Они дают резкое повышение прочности вкупе с сокращением массы использованного материала. Производители молибдена сегодня утверждают,



НОЯБРЬ 1866

Нефть или китовый жир? Журнал *Engineering* сообщает об испытаниях, проведенных на участках железной дороги между Бостоном и Вустером и между Бостоном и штатом Мэн: эксперимент должен был определить, что лучше использовать в качестве смазки —

нефть или ворвань. На каждую из линий было поставлено по исправному вагону, при этом для смазки одной колесной пары вагона использовался только китовый жир, а для другой — только нефть. После 33 570 км пробега все оси и подшипники показали одинаковый уровень износа, но расход нефти был на 20% меньше. Теперь на железной дороге используется только нефть. Эта смазка самого отменного качества, ничуть не уступающая чистому китовому жиру, продается по 50 центов за галлон (а китовый жир стоит \$2,85).

5

СМОЖЕМ ЛИ МЫ КОНТРОЛИРОВАТЬ НАШЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЕ БУДУЩЕЕ?

Стивен Холл

КРАСНАЯ ЧЕРТА

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Новые технологии редактирования генов вскоре можно будет использовать для лечения мужского бесплодия, внося изменения в генетический материал сперматозоидов. Эти изменения будут передаваться будущим поколениям, видоизменяя тем самым геном человека.
- Ученые пытаются успокоить общественность, которая полагает, что такие технологии неэтичны. На самом деле они пока нереализуемы, хотя есть и те, кто считает, что мы подошли слишком близко к «красной черте».
- Никак не решаемая проблема бесплодия десятилетиями подготавливала почву для принятия новой технологии.



1 2 3 4 5 6 7 8



9 10 11 12 13 14 15



16 17 18 19 20 21 22 23



24 25 26 27 28 29 30



31 32 33 34 35 36 37 38



39 40 41 42 43 44 45 46 47 48



49 50 51 52 53 54 55 56



57 58 59 60 61 62 63



ОБ АВТОРЕ

Стивен Холл (Stephen S. Hall) — научный журналист, автор шести книг, в числе которых книги о рекомбинантной ДНК и противораковой иммунотерапии. Лауреат одной из литературных премий. Ведет семинар по научной журналистике в Нью-Йоркском университете.



Кайл Оруиг (Kyle Orwig) страстно мечтал провести эксперимент, который, по его словам, позволил бы «покончить с современным человеком и создать новый вид — человека будущего». Оруиг, профессор Питтсбургского университета, занимается исследованиями биологии сперматозоидов, в частности выяснением того, как специализированные стволовые клетки, находящиеся в яичках, опосредуют их выработку. Иногда завершить этот процесс не позволяет генетический дефект, что приводит к мужскому бесплодию. Планируемый Оруигом эксперимент основан на применении технологии редактирования генов. Для этого нужно устранить дефект в опосредующих выработку сперматозоидов стволовых клетках (речь идет пока о мышах) и трансплантировать их бесплодному самцу мыши, от которого они были взяты. В случае успеха подход можно будет распространить на мужчин, страдающих бесплодием.

Все выглядит довольно просто — в конце концов, Оруиг уже 20 лет занимается трансплантацией грызунам подобных стволовых клеток. Но последствия таких манипуляций могут быть весьма серьезными. Эксперимент, который собирается провести Оруиг, подводит человеческое общество вплотную к «красной черте» в современной биологии: изменению генома человека как вида, которое будет передаваться из поколения в поколение.

Если бы были доказаны безопасность, эффективность и этичность модификации клеток зародышевой линии, ученые получили бы в свое распоряжение инструмент беспрецедентной мощи. С его помощью можно было бы, например, устранять из геномного пула человечества гены склонности к тем или иным заболеваниям. Но он же открывает широкие возможности для манипуляций с наследственностью и «улучшения» нашего вида, что возвращает нас к мрачным временам пропаганды евгеники начала XX в., достигшей апогея в гитлеровской Германии.

Оруиг, широкоплечий, со стриженной ежиком головой орегонец, одновременно добродушный и решительный, не собирается пересекать «красную черту», хотя своими экспериментами предвещает такой переход. Показав, что бесплодную мышь можно вылечить одним из современных генетических методов, он надеется привлечь внимание к тому, что редактирование человеческих генов — это не какая-то отдаленная перспектива, как считают некоторые, а дело ближайшего будущего, имеющее конкретные медицинские

последствия. Вот почему Оруиг сказал недавно одному из своих коллег: «Давайте просто сделаем это и отправим некоторые болезни, преследующие представителей нашего рода, в небытие. Покажем, что это возможно».

Дискуссии по поводу модификации клеток зародышевой мыши приобрели особенно острый характер в последние два года в связи с разработкой высокоэффективного инструмента редактирования генов, CRISPR/Cas9-метода, который позволяет вносить изменения в ДНК любого организма — в том числе и человека — с беспрецедентной точностью и легкостью. В апреле 2015 г. китайские исследователи сообщили о первой попытке редактирования генов человеческого эмбриона. Заголовки статей — «Редактирование эмбриона вызвало небывалые дебаты» (*Embryo Editing Sparks Epic Debate*) в *Nature*, «Евгеника, затаившаяся в тени CRISPR» (*Eugenics Lurk in the Shadow of CRISPR*) в *Science* — яркое свидетельство смятения в научных кругах. Панические статьи в массмедиа о возможности редактирования генов породили страх перед «дизайнерами младенцев» и «всесилием генетики».

Однако «скромный сперматозоид» как объект вмешательства в геном вызывает гораздо меньше опасений. Многие эксперты полагают, что генетические модификации на доэмбриональном уровне — на половых клетках, которые, сливаясь, образуют зиготу, — более простая и гораздо менее опасная процедура. Впрочем, модифицировав данные клетки, вы, по существу, модифицируете геном человека, поскольку изменения, которые вы внесли,

включаются в генетический текст будущего эмбриона. Оруиг принадлежит к немногочисленной группе биологов, проводящих эксперименты по модификации и трансплантации сперматогониальных стволовых клеток, тех самых тестикулярных клеток, которые опосредуют выработку сперматозоидов.

Репродуктивная медицина прочно занимает свою нишу в клинической практике. Лечение бесплодия — это также большой бизнес. Если Оруиг продемонстрирует в опытах на животных, что есть простой генетический трюк, позволяющий решить столь болезненную для сотен тысяч мужчин проблему бесплодия, это немедленно отразится на индустрии оплодотворения *in vitro* (IVF), оборот которой только в США составил в прошлом году \$2 млрд (а по всему земному шару, вероятно, в десять раз больше).

Прежде чем тот или иной метод лечения получит добро на применение, необходимо доказать его результативность и безопасность. Научное сообщество потребует предъявить такие доказательства еще до того, как создание человеческого эмбриона с отредактированными генами будет находиться на начальной стадии. На животных подобные эксперименты уже проводятся, и до «красной черты» может оказаться не так далеко. Это может случиться в Китае, где уже сделаны пробные шаги на пути к редактированию человеческого (правда, нежизнеспособного) эмбриона. Или в Англии, где правительство легализовало одну из разновидностей модификации клеток зародышевой линии — митохондриальную заместительную терапию, а в феврале 2016 г. одобрило проведение экспериментов по генному редактированию на человеческих эмбрионах. А может быть, все произойдет в какой-нибудь частной клинике, где осуществляется оплодотворение *in vitro*.

«Это никакое не теоретизирование, — говорит Оруиг. — Вот она — мышь, с которой мы все это проделали, и до человека не так уж далеко. Все, что нужно, у нас уже есть».

Сохраняйте спокойствие и продолжайте в том же духе

Может показаться, что нынешние дебаты по поводу модификации клеток зародышевой линии не представляют собой чего-то принципиально нового в истории молекулярной биологии, однако они строятся на совершенно ином фундаменте. Попытки переписать язык наследственности были впервые предприняты в начале 1970-х гг., когда появилась возможность вырезать сегменты из молекулы ДНК и встраивать их в другие ДНК с помощью бактериальных ферментов. Так появился метод рекомбинантных ДНК. Это открытие вызвало большую тревогу у молекулярных



1

Генное редактирование: сначала биологи попытались модифицировать гены человеческого эмбриона (1), но гораздо лучшей мишенью оказались сперматозоиды (2)



2

биологов по всему миру — генетически модифицированные микроорганизмы (опыты проводились на них) могли выйти за пределы лабораторий, и последствия такого «побега» стали бы непредсказуемыми. В 1974 г. было принято беспрецедентное решение ввести мораторий на эксперименты по созданию рекомбинантных ДНК, а в 1975 г. в Асиломаре, штат Калифорния, состоялась историческая конференция с участием ведущих ученых. Выдающиеся молекулярные биологи, в частности Дэвид Балтимор (David Baltimore), работавший в то время в Массачусетском технологическом институте, обсуждали проблему безопасности новой технологии. Результатом стало введение на федеральном уровне директив, задающих рамки для подобных исследований. Асиломарскую конференцию по праву считают водоразделом в развитии человечества: Майкл Роджерс (Michael Rogers) написал по этому поводу статью «Конгресс, открывающий ящик Пандоры» (*The Pandora's Box Congress*) в *Rolling Stone*, и к тому времени, когда директивы вступили в силу, биотехнология стала одной из самых быстроразвивающихся областей науки XX в.

Общественность в целом приветствовала решение научных кругов сделать перерыв в безудержной гонке за результатами исследований рекомбинантных ДНК, но многие ученые полагали, что страх перед подобными исследованиями

преувеличен. Джеймс Уотсон (James D. Watson), один из создателей модели ДНК, заявлял, что все это — «настоящая истерия».

Со времен Асиломарской конференции противники манипуляций с ДНК не раз проводили шумные протестные митинги. Когда в 1977 г. Национальная академия наук организовала дебаты по вопросам генной инженерии, оппозиционеры встретили участников плакатами в духе высказываний Адольфа Гитлера: «Создадим совершенную расу!» Один из митингов по поводу клонирования человека, состоявшийся в 2001 г., напоминал цирковое представление. Врачи одной из клиник, занимающихся оплодотворением *in vitro*, поклялись клонировать человеческих младенцев. Телевизионщики преследовали их везде, где только можно, вплоть до душевых. Текст на обложке одного из номеров журнала *Wired* за 2001 г. гласил: «Человек будет клонирован в ближайшие 12 месяцев».

Такая обстановка вовсе не способствовала спокойной работе биологов, они опасались введения моратория, подобного Асиломарскому, который замедлит прогресс. И что в итоге? Еще один митинг. В декабре 2015 г. Национальная академия наук и Медицинская академия организовали международный симпозиум в Вашингтоне (при участии Лондонского королевского общества и Академии наук Китая). Балтимор признал, что изменение наследственности человека по-прежнему «немыслимо» по причине сложности и неэффективности инструментов генной инженерии первого поколения. «С годами, однако, немыслимое часто оказывается возможным», — добавил он. — И уже сегодня мы близки к тому, чтобы попытаться приблизить это будущее». И продолжил: «Вопрос еще и в том, каким образом мы как сообщество воспользуемся такой возможностью и захотим ли мы этого вообще?»



ИСЧЕЗНЕТ ЛИ СЕКС?

«Нет, но секс с целью зачатия ребенка, возможно, утратит свои позиции. Примерно через 20–40 лет появится возможность получать яйцеклетки и сперматозоиды, используя стволовые клетки. Не исключено, что это будут стволовые клетки кожи. Это даст возможность проводить предимплантационную диагностику большого числа эмбрионов или без труда модифицировать их геном, если будущие родители захотят получить отредактированный эмбрион, а не отобранный из множества других».



Генри Грили (Henry Greely) — руководитель Центра права и биологических наук Стэнфордского университета.

Всякий, кто просидел, как я, все три дня на симпозиуме, ответил бы: мы пока не знаем, но у нас есть достаточно времени, чтобы все обдумать. В докладе на пленарном заседании Эрика Ландера (Eric Lander), известного молекулярного генетика, который работает в Институте Брода при Массачусетском технологическом институте и Гарвардском университете, особо подчеркивались два момента: технические трудности применения новой технологии на практике и отсутствие острой необходимости в ней в ближайшем будущем. «Очень хорошо, что, прежде чем вносить изменения в генный пул человечества, мы примем все меры предосторожности», — подчеркивает Ландер.

Организаторы симпозиума тщательно избегали всего, что касается Асиломарской конференции. Балтимор процитировал одну из аккуратных формулировок организаторов, подчеркивающую, что было бы «безответственно» внедрять в практику метод редактирования клеток зародышевой линии человека прямо сейчас. В преддверии симпозиума он настоятельно советовал организаторам избегать всяческих упоминаний об ограничении разработок или моратории. «Ни слова об этом!» Фундаментальные исследования могут и должны проходить беспрепятственно, но общественности не стоит волноваться об их неминуемых последствиях: редактирование клеток зародышевой линии на практике ни в коем случае не будет применено, если в этом не возникнет необходимости, если оно будет сочтено неприемлемым или опасным.

Не все видят развитие событий таким образом. Организаторы Вашингтонского симпозиума, говоря о перспективах, сопровождали свои высказывания словами «когда и если вообще когда-либо». Но в частных беседах то и дело звучало одно и то же словечко: «неизбежно».

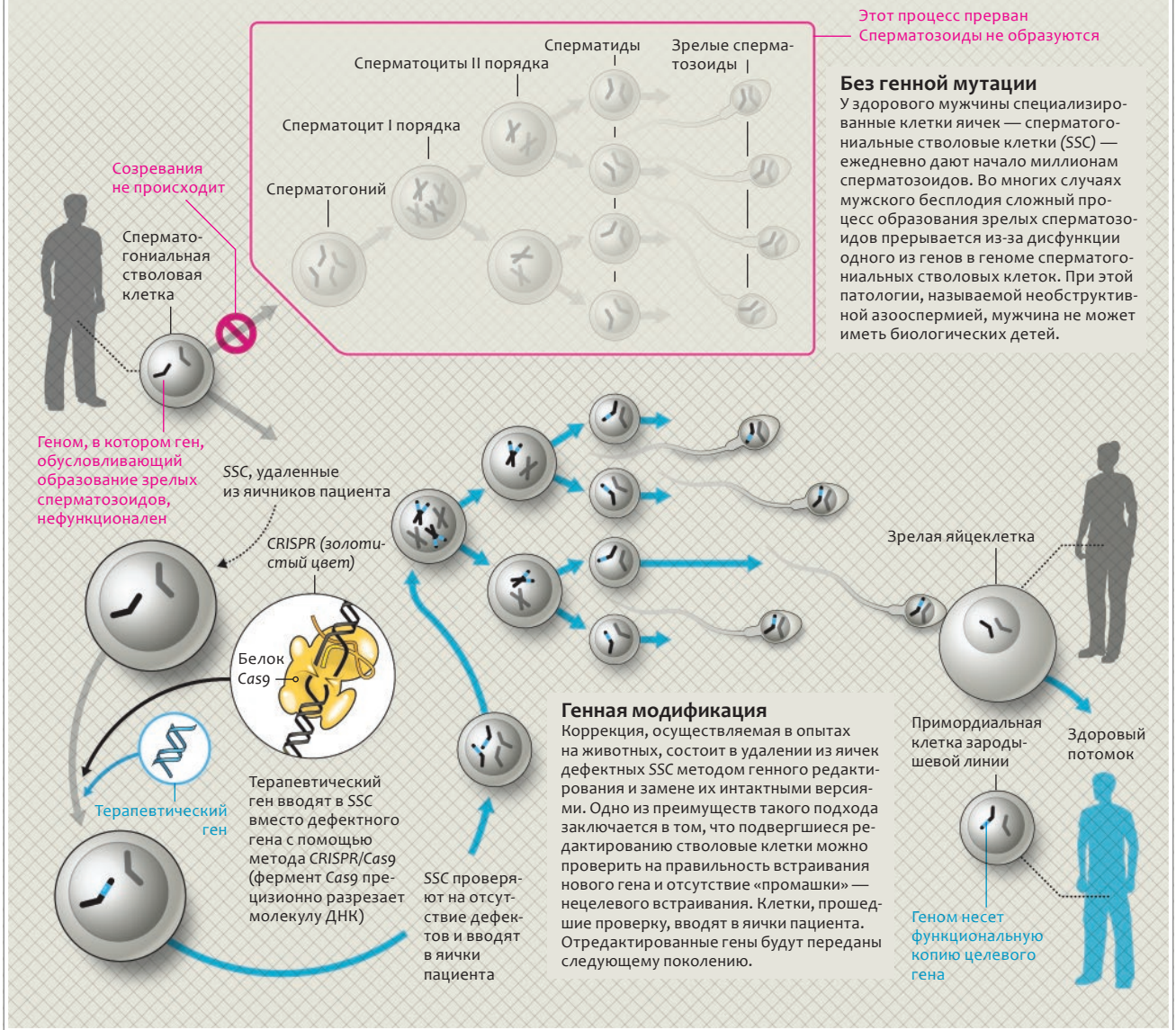
Кое-что о своевременности

Некоторые биологи рассматривают Вашингтонский симпозиум как попытку «закрепить статус-кво». По крайней мере, так считает Джордж Черч (George Church) из Гарвардской медицинской школы. «Прежде всего, они хотят успокоить общественность, — заявляет он. — И неважно, что говорится; мы идем к определенной цели. Я вовсе не хочу будоражить людей, точно так же у меня нет желания успокаивать их. Моя цель — информировать их о положении дел. И общество должно задумываться о возможности редактирования генома человека уже сейчас, поскольку наука близка к тому, чтобы перейти "красную черту"».

Несмотря на опасения международного научного сообщества, связанные с проведением экспериментов по редактированию человеческого эмбриона, Черч и другие отмечают, что создание подвергшихся редактированию половых клеток *in vitro* (метод получил название «гаметогенез *in vitro*», IVG), далеко продвинувшееся за последние два года, прошло без всякой шумихи.

Как модифицируют клетки зародышевой линии

Китайские ученые сообщили о попытках генного редактирования человеческого эмбриона в исследовательских целях. Кроме того, они изучают возможность модификации генов половых клеток (сперматозоидов и яйцеклеток), которая приведет к изменениям в их геноме, передаваемым следующему поколению. Один из способов такой модификации заключается во внесении изменений в гены стволовых клеток, которые опосредуют образование сперматозоидов. Это позволит излечивать мужское бесплодие и патологии, обусловленные дефектами в единственном гене. (В 2015 г. китайские исследователи применили такой подход для устранения мутации, вызывающей катаракту у мышей.)



«С точки зрения технологии метод можно применять хоть сейчас, — говорит Гленн Коэн (I. Glenn Cohen) из Гарвардской юридической школы. — Гаметогенез *in vitro* ближе к "красной черте", чем любой другой метод». А Ина Добрински (Ina Dobrinski) из Университета Калгари, занимающаяся редактированием генома крупных животных, в частности свиней, добавляет: «Теоретически мы готовы. Но практически пока никто даже не подступался к этому по этическим соображениям».

Итак, редактирования клеток зародышевой линии человека не избежать, несмотря на этические

проблемы (и запрет во многих странах). Но как именно это может произойти? Я обратился с данным вопросом к Черчу, «титованному футуристу», и он с готовностью согласился ответить.

Черч считает, что Рубикон в области манипуляции с клетками зародышевой линии уже перейден, поскольку соответствующие эксперименты на сперматозоидах не поднимают этических проблем, как это было бы с эмбрионами или даже яйцеклетками (с этим согласен и специалист по биоэтике Коэн). Он полагает также, что спусковым крючком в столь быстрых изменениях будут

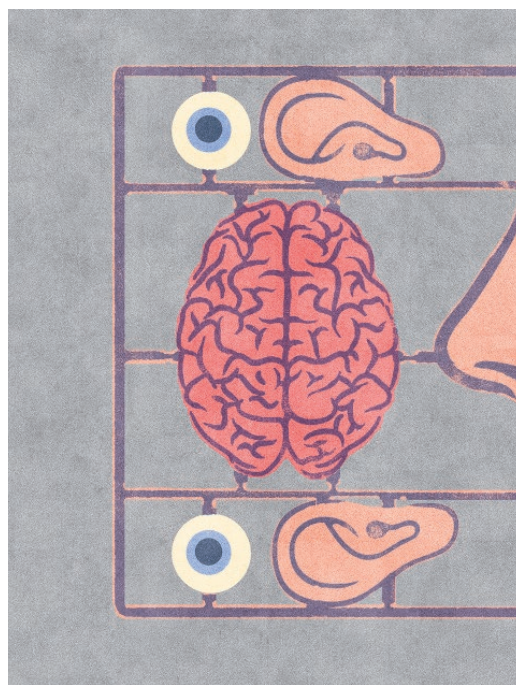


СМОЖЕМ ЛИ МЫ КОГДА-НИБУДЬ ЗАМЕНЯТЬ ЛЮБЫЕ ОРГАНЫ И ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ?

«В 1995 г. Джозеф Ваканти (Joseph Vacanti) и я написали для *Scientific American* статью об успехах в создании искусственной поджелудочной железы, тканей человеческого тела на основе пластиков (например, искусственной кожи), электронных устройств, позволяющих слепому человеку видеть. Все эти начинания в той или иной степени воплотились в жизнь — в виде реальных продуктов или объектов клинических испытаний. Вполне вероятно, что через несколько столетий практически любой орган человека можно будет заменить его искусственным аналогом. Создание или регенерация тканей головного мозга, чрезвычайно сложно устроенного и недостаточно изученного органа, потребует напряженных усилий. Есть надежда, однако, что прогресс в этой области будет достигнут достаточно быстро, что поможет больным с такими диагнозами, как болезнь Паркинсона или Альцгеймера».



Роберт Лангер (Robert Langer) — профессор Института Дэвида Коха при Массачусетском технологическом институте.



считаться вовсе не *CRISPR*-технологии, а генная терапия, поскольку она уже на старте: Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (*FDA*) США одобрило проведение клинических испытаний метода с применением соматических (не принадлежащих к зародышевой линии) клеток. «Генную терапию уже испытали на себе больные дети младшего возраста, на очереди совсем маленькие дети, затем младенцы и т.д.», — говорит Черч.

Так, в получившей широкую известность публикации осенью прошлого года сообщается, что британские исследователи использовали генное редактирование для внесения изменений в иммунные клетки младенца, страдающего лейкозом. И переход к генной терапии на уровне клеток зародышевой линии произойдет, по мнению Черча, без привлечения человеческих эмбрионов. Ее первым объектом станут обычные сперматозоиды — наиболее простые и многочисленные из всех видов клеток тела человека. Генное редактирование сперматозоидов избавит супружеские пары от душевных терзаний по поводу уничтожения *IVF*-эмбрионов, которые, по результатам скрининга, несут варианты генов, связанных с опасными для жизни заболеваниями. «Я думаю, половина жителей США испытывали бы дискомфорт, зная, что часть их эмбрионов будет уничтожена, но по поводу генетически модифицированных сперматозоидов подобные чувства вряд ли возникнут, — замечает Черч. — Никаких мертвых эмбрионов не будет».

Наиболее очевидными мишенями для применения генного редактирования выступают, по мнению Черча, заболевания, обусловленные дефектом

в единственном гене (например, болезнь Тея — Сакса), и мужское бесплодие. «В последнем случае можно проводить манипуляции на сперматогониальных стволовых клетках, — говорит Черч, имея в виду специализированные зрелые стволовые клетки яичек, которые вырабатывают сперматозоиды — мириады несмышленных яйцеголовых пловцов. — Большинство людей ничего не знают о сперматогонии. Они не смогут даже произнести это слово. Есть множество способов убедиться в функциональности отредактированных сперматозоидов. Вы берете один из них, не способный перемещаться, вводите соответствующие стволовые клетки и получаете отличного пловца. Все это происходит *in vitro*, без участия яйцеклеток. А затем вы передаете материал в клинику, где будущий отец, посмотрев на свое детище, немедленно захочет испытать его в деле. И попробуйте остановить его!»

Теперь по поводу своевременности. Черч говорит: «Наверное, вскоре появится множество клинических способов решения проблемы мужского бесплодия, в том числе генная терапия». Но как скоро это произойдет? «Через год-другой, — полагает он. — И противостоять этому будет очень трудно».

Во время своего выступления на симпозиуме в Вашингтоне Оруиг продемонстрировал слайд с подписью: «Генная терапия клеток зародышевой линии технически осуществима уже сегодня». По его словам, один из членов оргкомитета симпозиума подошел к нему в кулуарах и сказал: «Я ручаюсь, что генная терапия клеток зародышевой линии уже на подходе». Эти слова не вошли в коммюнике симпозиума, но они воодушевили Оруига.

Один крошечный шаг к «красной черте»

Несколькими ступеньками вниз по коридору от кабинета Оруига находится комплекс помещений, где живут сотни мышей. Чтобы войти туда, нужно надеть халат, маску и бахилы — не для того, чтобы не подхватить какую-нибудь заразу, а потому, что вы можете заразить животных. Во многих клетках обитают так называемые голые мыши — розовые грызуны со сморщенной кожей, напоминающие мошонку с глазками и лапками. У таких мышей иммунная система не отторгает трансплантированные клетки организмов других видов — например, человеческие сперматогониальные стволовые клетки, несущие мутации. Это облегчает исследование мужского бесплодия.

Если, по словам Черча, «все пройдет хорошо в опытах на животных», то дорога к модификации клеток зародышевой линии пройдет через такие помещения, как эти. CRISPR лишь ускорит продвижение, а первые эксперименты по модификации сперматозоид-образующих клеток были проведены более 20 лет назад, в 1994 г., когда биолог из Пенсильванского университета Ральф Бринстер (Ralph Brinster), наставник Оруига, осуществил свои пионерские опыты на мышах.

У мужского бесплодия есть несколько причин: непроходимость семявыводящих путей, нарушения в чрезвычайно сложном процессе образования сперматозоидов и неполноценность сперматозоидов. Но часто последние вообще не образуются. Эта патология, называемая необструктивной азооспермией, присутствует, по данным Оруига, у примерно 350 тыс. мужчин, проживающих в США. За ее развитие отвечают несколько генов, в их числе — *tex11* и *sohlh1*; именно этот случай и стал предметом исследований Оруига.

План его действий таков: он берет мышью, несущую нефункциональную версию одного из этих генов, удаляет из яичек сперматозоид-образующие стволовые клетки и устраняет дефект с помощью новой технологии редактирования генов. Когда измененные стволовые клетки получены *in vitro* в достаточном количестве и проверены на функциональность, их вводят в яички того грызуна, у которого они были взяты. И, по крайней мере в опытах на животных, не нужны никакие изошранные молекулярные тесты: если ген отредактирован правильно, то Оруиг узнает об этом через месяц-другой, когда оплодотворенная самка даст потомство.

«Мы занимаемся трансплантацией стволовых клеток уже 25 лет, и в наших руках побывало множество видов животных — мыши, крысы, хомячки, овцы, козы, свиньи, собаки, обезьяны, — говорит Оруиг. — Это весьма представительный ряд, и за все время нашей работы ни с одним из животных ничего плохого не произошло».

Может показаться, что подобные манипуляции мало чем отличаются от обычных экспериментов на животных, но редактирование

сперматозоид-образующей стволовой клетки означает перманентную модификацию клеток зародышевой линии, поскольку сперматозоиды будут скорректированы и у следующего поколения. Любая потенциальная возможность лечения мужского бесплодия означала бы переход за «красную черту». И хотя Оруиг не собирается совершать подобный шаг в стенах своей лаборатории в Питтсбурге, успешные доклинические испытания на мышах и приматах могут послужить стимулом к этому для частного сектора — именно там, по мнению Оруига, это и произойдет. «Редактирование сперматозоидов будет финансироваться негосударственными фондами, — уверен он. — Точно так, как это происходит при обычных формах терапии».

На пути к применению данной технологии в клинике неизбежно возникнут технические трудности. Начать с того, что нужно найти способ поддерживать сперматогониальные стволовые клетки в культуре в течение достаточно длительного времени для того, чтобы отобрать пригодные для трансплантации экземпляры, — а это непростая

В соответствии с запретами, введенными Конгрессом в 1990-х гг., Национальные институты здравоохранения не могут спонсировать исследования, в ходе которых происходит разрушение человеческих эмбрионов

задача. Но все же иммунные стволовые клетки — гораздо более подходящие объекты, чем эмбрионы, динамичные и быстро изменяющиеся структуры. Китайские ученые, которые попытались отредактировать эмбрион CRISPR-методом, обнаружили у него «неблагоприятные мутации» и «мозаицизм»: одни эмбриональные клетки прошли редактирование успешно, другие — нет.

Вот почему будущие эксперименты Оруига на мышах так беспокоят официальные органы. В соответствии с запретами, введенными Конгрессом в 1990-х гг., Национальные институты здравоохранения не могут спонсировать исследования, в ходе которых происходит разрушение человеческих эмбрионов. «Человеческая» версия опытов Оруига, проводимых на мышах, могла бы обойти запрет, но попала бы под новое ограничение, которое палата представителей ввела спустя две недели после Вашингтонского симпозиума. В абзаце из двух предложений, затерявшихся в 2009-годовом законе, Конгресс вставил формулировку, запрещающую FDA принимать к рассмотрению любые медицинские инновации, основанные

на использовании эмбрионов, подвергшихся редактированию; о явном запрете на редактирование половых клеток речь не шла, но профессор права Генри Грили (Henry Greely) из Стэнфордского университета полагает, что «FDA займет следующую позицию: отредактированные сперматозоиды — нечто большее, чем минимальным образом модифицированные человеческие клетки, которые можно рассматривать как некий лекарственный препарат или биологический продукт, на которые никакие запреты не распространяются». По его мнению, урегулирование всех этих вопросов займет не меньше десяти лет.

Отсюда не следует, что, проводя свои эксперименты на мышах, Оруиг нарушает закон, — просто он делает крошечный шаг на пути к модификации клеток зародышевой линии. Переход «красной черты» может произойти в какой-нибудь из частных IVF-клиник, которые не раз за время своего существования открывали запретные двери к новым репродуктивным технологиям. «Это простая в применении технология, нужно только, чтобы какой-нибудь смельчак объединил свои усилия с таким же смельчаком из IVF, — и будьте уверены, остальное произойдет очень быстро, — говорит Джордж Дэли (George Daley) из Бостонской детской больницы, занимающийся биологией стволовых клеток. — Пик уже пройден, и общество начинает размышлять об этом прорыве в репродуктивной технологии».

Пересекая границы

«Общественное мнение» по поводу редактирования клеток зародышевой мишени сложно и противоречиво. Большинство американцев не принимают идею редактирования ни эмбрионов, ни клеток зародышевой линии — о чем свидетельствуют результаты недавних опросов, опубликованные в *New England Journal of Medicine*. Но, как это ни парадоксально, они не против редактирования генов взрослых «в целях предотвращения наследственных заболеваний у детей». (Роберт Блендон (Robert J. Blendon), один из авторов публикации, говорит, что любое вмешательство в геном взрослых, благоприятное для следующего поколения, включая манипуляции с клетками зародышевой линии, получило бы горячую общественную поддержку.) По данным тех же опросов, многие участники формулируют вопросы, используя лексику, которую с большой натяжкой можно назвать научной. Другими словами, в то время как на симпозиуме в декабре 2015 г. было решено не торопиться с публичными слушаниями по поводу редактирования клеток зародышевой линии, неясно, понимает ли публика саму тему обсуждения. И пока она попытается найти общий язык с учеными, те продолжат гонку за лидерство.

Во время нашего разговора Оруиг сидел за компьютером и просматривал репринт научной статьи. «Просто замечательная работа», — сказал он, имея в виду публикацию в февральском номере

журнала *Cell Stem Cell*, один из авторов которой — Ци Чжоу (Qi Zhou) из Китайской академии наук. Цель эксперимента — разработка способа получения клеток зародышевой линии *in vitro*.

Авторы уже могут создавать стволовые клетки, которые опосредуют получение сперматозоид-образующих клеток, в чашке Петри. С помощью методов, применяемых сегодня в клиниках IVF, их можно вводить в яйцеклетки и получать фертильных мышей мужского пола. Дэли так отзывается об этом достижении: «В сочетании с CRISPR вы тут же оказываетесь в дивном новом мире».

В антиутопии Олдоса Хаксли «О дивный новый мир» (1932) действие разворачивается в едином стандартизированном технократическом обществе. Что-то в этом роде происходит в современном мире: редактирование клеток зародышевой линии в какой-то одной стране означает, что это рано или поздно произойдет везде. «Контроль в каждом государстве осуществляется по-своему, но наука не знает границ», — говорит доктор права из Гарварда Коэн. Даже если бы в США приняли закон, запрещающий генетические манипуляции с клетками зародышевой мыши, для его реализации пришлось бы построить стену гораздо выше той, что предлагает возвести Дональд Трамп.

«Если "дивный новый мир" наступит через 100 лет и если что-либо где-либо пересечет "красную черту", всяким дискуссиям придет конец, — говорит Коэн. — Со временем эти новые люди начнут спариваться, производить потомство и пересекать границы между государствами. В конце концов они неизбежно окажутся в США и изменят генный пул страны».

Прощаясь со мной, Оруиг взглянул на монитор компьютера. Некий репортер прислал ему письмо с комментариями по поводу еще одного эксперимента, подбирающегося к «красной черте»: группа китайских биологов только что предприняла попытку отредактировать человеческий эмбрион (нежизнеспособный) так, чтобы он стал невосприимчивым к ВИЧ-инфекции. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- The Pandora's Box Congress. Michael Rogers in *Rolling Stone*; June 19, 1975.
- CRISPR Germline Engineering — The Community Speaks. Katrina S. Bosley et al. in *Nature Biotechnology*, Vol. 33, pages 478–486; May 2015.
- Experimental Methods to Preserve Male Fertility and Treat Male Factor Infertility. Kathrin Gassei and Kyle E. Orwig in *Fertility and Sterility*, Vol. 105, No. 2, pages 256–266; February 2016.
- Complete Meiosis from Embryonic Stem Cell-Derived Germ Cells *in Vitro*. Quan Zhou et al. in *Cell Stem Cell*, Vol. 18, No. 3, pages 330–340; March 3, 2016.

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





ПОБЕДИМ ЛИ МЫ СТАРЕНИЕ?

Билл Гиффорд

ЖИТЬ ДО 120

В марте этого года представители компании *Guinness World Records* («Мировые рекорды Гиннеса») совершили путешествие в Хайфу (Израиль), где посетили ушедшего на покой кондитера по имени Израэль Криштал и сообщили ему, что в возрасте 112 лет и 178 дней он стал старейшим мужчиной на планете.

Билл Гиффорд (Bill Gifford) — автор книги «Желторотые птенцы: вечно оставайтесь молодыми» (*Spring Chicken: Stay Young Forever*), посвященной вопросам старения.



Криштал прожил необыкновенную жизнь. В 1903 г., в год его рождения, средняя ожидаемая продолжительность жизни представителей мужского пола в Польше составляла всего 45 лет. Он помнит, как ребенком бросал конфеты в посетившего Польшу императора Австро-Венгрии Франца Иосифа, а став взрослым, открыл собственную кондитерскую фабрику неподалеку от Лодзи. Пережив две мировые войны, он почти год провел в разных концлагерях, в том числе и три месяца в Освенциме. Жена и двое детей Исаэля Криштала были убиты. После вторичной женитьбы наш герой эмигрировал в Израиль, где занялся кустарным производством кондитерских изделий. Сегодня у него около 20 праправнуков. Родившийся в эпоху газовых фонарей, долгожитель завершает свой век в эпоху смартфонов и социальных сетей.

«Достижение господина Криштала поистине замечательно», — отметил в официальном заявлении один из руководителей *Guinness World Records* Марко Фригатти (Marco Frigatti). И в самом деле: средняя продолжительность жизни мужчин в развитых странах приближается сегодня к 80 годам. И лишь два человека из каждых 10 тыс. людей доживают до 100 лет, причем подавляющее большинство из таких долгожителей — женщины. В свои 112 с небольшим лет Криштал близок к тому, чтобы побить официально зарегистрированный рекорд продолжительности жизни у мужчин. Абсолютный же мировой рекорд долгожительства принадлежит пока француженке Жанне Кальман, умершей в 1997 г. в возрасте 122 лет.

А что если бы и «средний человек» умирал сегодня не в 80–85 лет, а доживал бы, подобно Кришталу, до 100 и более лет? Конечно, призрачные обещания невероятного долголетия и даже бессмертия давались еще во времена алхимиков. До сих пор, к сожалению, особого оптимизма такие посулы не вызывают. Некоторые ученые, однако, убеждены в том, что Криштал и подобные ему долгожители и в самом деле стареют значительно медленнее «обычных» людей. Как показывают предварительные результаты проводимого в настоящее время

исследования, периоды экстремального ограничения потребления человеком калорий — подобные тем, что испытал в своей жизни Криштал, — оказывают влияние на продолжительность жизни наших клеток. Это исследование предлагает более надежные способы продления их жизни — но не благодаря диетам, а с помощью лекарств.

Похоже, на механизмы, устраняющие повреждения внутри клеток нашего организма и таким образом способствующие продлению нашей жизни, оказывают влияние с полдюжины лекарств и пищевых добавок, которые уже получили одобрение для использования людьми в иных целях. Ученые уже показали, что некоторые из этих препаратов (в том числе и противораковые) увеличивают среднюю и максимальную продолжительность жизни у мышей и других лабораторных животных. В этом году предполагается провести первое клиническое испытание популярного противодиабетического препарата метформина с целью проверки его способности замедлять процесс старения у людей.

Это свойство лекарственных препаратов уже побуждает некоторых известных ученых говорить о том, что значительное продление жизни вполне может стать реальностью даже для нынешнего поколения людей. «О вечной жизни и остановке старения люди наслушались столько бредней, что уже не верят, что такое вообще возможно, — говорит Мэтт Кэберлейн (Matt Kaeberlein), ведущий биogerонтолог из Вашингтонского университета. — Но, судя по состоянию современных исследований в этой области, мне кажется, что в ближайшие 40–50 лет вполне возможно увеличение продолжительности жизни людей на 25–50%».

«Наши работы вызвали огромный резонанс и интерес; возникает ощущение, что в ближайшее время произойдет нечто грандиозное, — сообщает Нир Барзилай (Nir Barzilai), руководитель клинического испытания метформина и директор геронтологической программы в Медицинском колледже им. Альберта Эйнштейна. — Я думаю, мы получим хорошие результаты. А следующие препараты будут еще лучше».

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Диеты и прочие стратегии, призванные замедлить старение, дали многообещающие результаты в опытах на простых организмах и даже мышах, но не смогли сколь-либо заметно продлить срок здоровой жизни людей и других приматов.
- В этом плане, однако, заслуживают внимания внутриклеточные механизмы, активируемые диетическими ограничениями.
- На эти механизмы воздействуют некоторые лекарства от диабета и рака, которые сегодня проходят клиническую проверку как потенциальные антивозрастные средства.

Регулятор старения

В 1970-х гг. ученые обнаружили в образцах почвы острова Пасхи вещество, которое останавливало рост грибных клеток. В честь острова, чье туземное имя звучит как Рапа-Нуи, они назвали его рапамицином. Позднее ученые выяснили, что рапамицин способен взаимодействовать с внутриклеточным ферментом, существенным для роста и деления клеток. Поскольку эти формы активности в конце концов и приводят

к ослаблению клеточных функций, блокада этого фермента удлиняла срок жизни клеток. Похоже, фермент, получивший название механистической мишени рапамицина, или *mTOR* (от англ. *mechanistic target of rapamycin*), выступает своего рода регулятором, «включающим» и «выключающим» старение клеток и, таким образом, способным продлевать срок жизни животных.

Когда TOR «включена»

Белок (фермент) *mTOR* входит в состав двух различных комплексов; один из них, *mTORC1*, работает как сенсор окружающей среды клетки. Когда питательные вещества в избытке и легко доступна энергия для роста, *mTORC1* заставляет клетку работать на «повышенных оборотах». Этот комплекс помогает клетке поглощать глюкозу для выработки энергии, факторы роста, запускающие процессы репликации, и аминокислоты, из которых клетка синтезирует белки.

Когда TOR «выключена»

Рапамицин ингибирует комплекс *mTORC1*, не давая ему обнаруживать глюкозу и факторы роста, даже в том случае, если они находятся в окружающей клетку среде. В результате клетка ведет себя так, словно организм переживает период бескормицы, и снижает свою активность, чтобы сэкономить жизненные ресурсы. Многие функции клетки в это время угнетены.

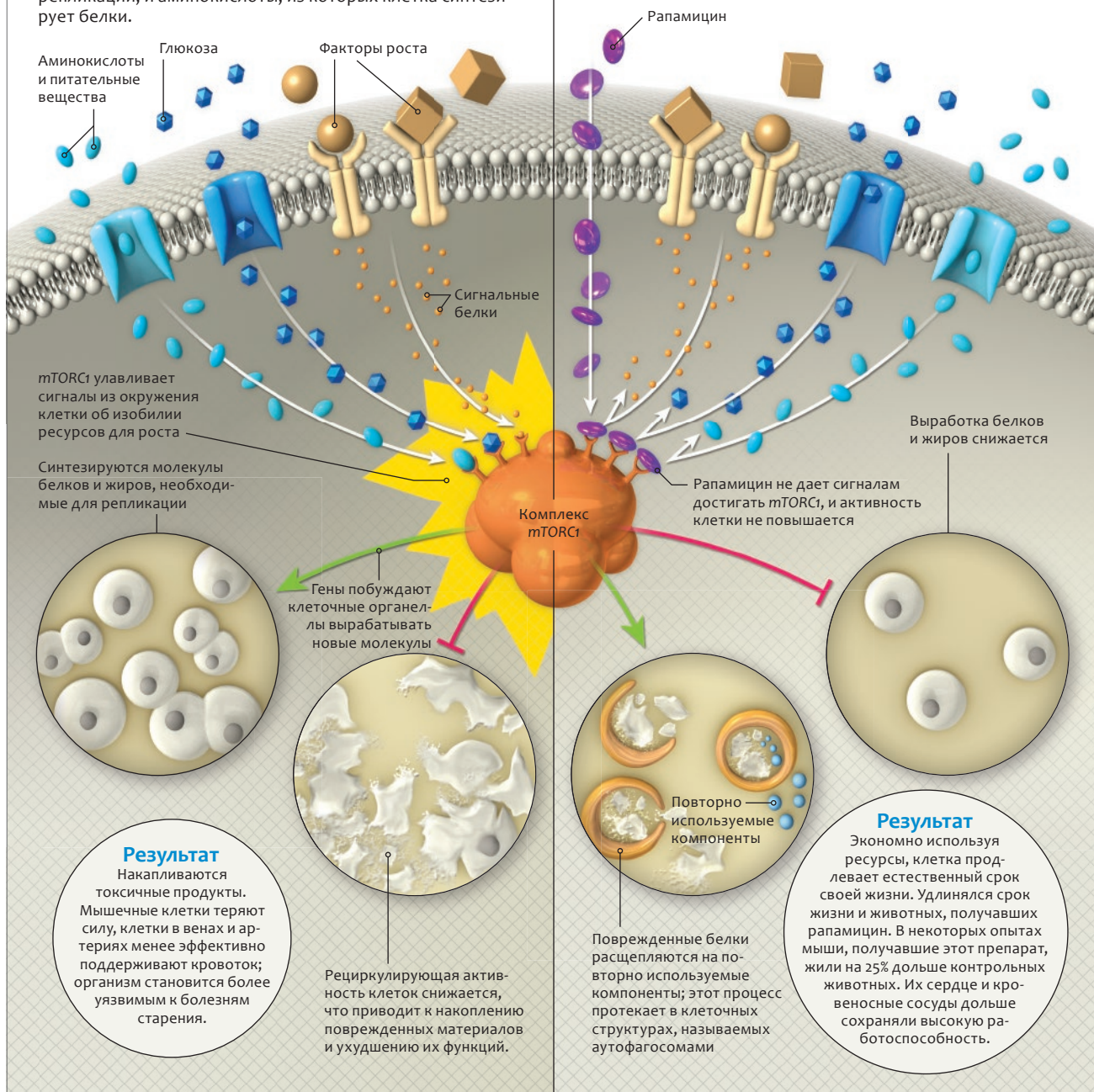


Illustration by Emily Cooper



ДОСТИЖИМО ЛИ ВСЕОБЩЕЕ РАВЕНСТВО В ДОСТУПНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ?

«За последние 25 лет мировое сообщество добилось огромных успехов на пути к равенству в сфере здравоохранения, но этот прогресс еще не достиг наиболее отдаленных уголков планеты. В чащобах дождевых лесов, где люди отрезаны от транспортных коммуникаций и сотовой связи, отмечаются самые высокие показатели смертности и самое низкое качество медицинской помощи. По оценке Всемирной организации здравоохранения, 1 млрд жителей планеты ни разу в жизни не видели медицинских работников. Отчасти решить эту проблему можно за счет медицинской подготовки самих жителей отдаленных сообществ. Такие медицинские работники могут даже бороться с эпидемиями лихорадки Эбола и других опасных болезней и обеспечить людям первую помощь в отсутствие специальных медицинских учреждений. В настоящее время наша организация *Last Mile Health* при поддержке правительства Либерии уже разместила более 300 медицинских работников в 300 общинах девяти регионов этой страны. Но сделать всю работу в одиночку мы не сможем. Если мировое сообщество всерьез намерено обеспечить всеобщий равный доступ к услугам здравоохранения, оно должно материально поддержать медицинских работников, вынужденных добираться до самых отдаленных уголков мира».



Радж Панджаби (Raj Panjabi) — соучредитель и исполнительный директор организации *Last Mile Health* («Последняя миля здоровья»), консультант Гарвардской медицинской школы.

Не только голодание

Старение тесно связано с нашим аппетитом. Еще в 1930-х гг. ученые обнаружили, что недокорм способен продлевать жизнь мышам, крысам и других лабораторных животных — в некоторых опытах на 40%. Даже такой далекий от науки человек, как Израэль Криштал, считает, что своим долголетием он отчасти обязан эпизодам голодания во время и после Второй мировой войны. В интервью газете *Haaretz* долгожитель заявил: «Я ем, чтобы жить, а не живу ради того, чтобы есть. Много ли нужно человеку? Излишества до добра не доведут».

К счастью — или несчастью — эксперименты с экстремальным ограничением потребления калорий обезьян (ближайших родственников человека в мире животных) дали очень неоднозначные результаты. В одном исследовании низкое потребление калорий вызывало положительный эффект, но в другом хорошо спланированном испытании было обнаружено, что точно такое благотворное влияние на продолжительность жизни животных оказывала и обычная диета из более натуральных продуктов с низким содержанием сахара независимо от ее калорийности. Да и в любом случае



много ли найдется людей, которые захотят пожизненно обречь себя на диету, требующую 25-процентного сокращения калорийности?

Эксперименты, проведенные на низших организмах, показали, однако, что недостаток питательных веществ инициирует целый каскад полезных для клеток специфических процессов. Эти процессы возникли в процессе эволюции, чтобы помочь организмам переживать длительные периоды бескормицы. Теоретически активация этих биохимических путей лекарственными препаратами могла бы дать такой же благотворный эффект, что и голодание, но без сопутствующего последнему дискомфорта. Один из примеров — использование АМФ-активируемой протеинкиназы (АМФК) — фермента, контролирующего энергетический баланс клетки. Недосток питательных веществ, возникающий, например, при интенсивных физических нагрузках или ограниченном потреблении калорий, приводит к активации АМФК, которая начинает транспортировать в клетку глюкозу (источник энергии) и повышает чувствительность клетки к гормонам, способствующим этому транспорту (например, инсулину). Кроме того, АМФК помогает клетке расщеплять жиры для выработки еще большего количества энергии. Во время физической активности АМФК стимулирует образование новых митохондрий — «энергетических станций» клетки. Все эти процессы улучшают здоровье организма.

Получены убедительные доказательства того, что старение напрямую связано со скоростью метаболизма — комплексом процессов, с помощью

которых организм превращает пищу в энергию. В 1993 г. Синтия Кеньон (Cynthia Kenyon) из Калифорнийского университета в Сан-Франциско обнаружила, что мутации в одном-единственном гене, *daf-2*, способны удвоить продолжительность жизни червя *Caenorhabditis elegans*. Этот ген связан и со скоростью метаболизма. Но о генетических механизмах старения ученые знают пока сравнительно мало, а потому в настоящее время они предпочитают изучать внутриклеточные «антивозрастные» процессы иной природы.

Один из наиболее перспективных механизмов, противодействующих старению, был открыт совершенно случайно. В 2001 г. биолог Вальтер Лонго (Valter Longo) из Университета Южной Калифорнии отправился на уик-энд, забыв «накормить» свои подопытные дрожжевые клетки. Каково же было удивление ученого, когда он обнаружил, что полная «голодовка» в течение нескольких дней пошла клеткам только на пользу: она значительно продлила им жизнь. Лонго выяснил, что причина этого феномена коренится в каскаде молекулярных процессов, центральное звено которого составляет внутриклеточный белок (фермент), названный «механистической мишенью рапамицина» (*mTOR*). Такое же название получил и сам этот каскад реакций.

Первоначально каскад *mTOR* был обнаружен несколькими годами ранее благодаря препарату рапамицину, впервые полученному из почвенных бактерий. Ученые обнаружили, что рапамицин способен оказывать влияние на основные процессы, регулирующие рост и выживание клеток. Активация *mTOR* «взбудораживает» клетку, заставляя ее вырабатывать новые белки, расти и в конце концов делиться. Напротив, блокада *mTOR* (например, под влиянием рапамицина или кратковременного голодания) замедляет или останавливает клеточный рост и деление. Вот почему рапамицин оказался эффективным иммунодепрессантом, широко используемым для предотвращения отторжения пересаженных органов и лечения рака.

Исследование Лонго выявило и критическую роль *mTOR* в процессах старения. Когда питательных веществ не хватает, *mTOR* ингибирован и клетка переходит на более экономный режим



ИЗМЕНИТ ЛИ НАУКА О МОЗГЕ УГОЛОВНОЕ ПРАВО?

«Судя по всему, головной мозг работает по принципу причинности: его состояние меняется как функция предшествующих событий. Впрочем, для уголовного законодательства это обстоятельство, похоже, никакого значения не имеет. С одной стороны, у всех млекопитающих и птиц имеются нервные сети, обеспечивающие самоконтроль и изменяющиеся в результате условно-рефлекторного обучения (вознаграждения за правильный выбор поведения) — особенно в социальном контексте. Уголовное законодательство тоже печется об общественной безопасности и благосостоянии. Даже если бы мы научились распознавать нервные сети, уникальные, например, для серийных насильников детей, выпускать на свободу этих преступников все равно было бы нельзя, поскольку, скорее всего, они возьмутся за старое. В отношении бостонского священника Джона Джогана суд мог бы вынести заключение: "Он невиновен, так уж устроен его мозг, а потому пусть идет домой", но результатом такого приговора, несомненно, стал бы самосуд. А когда на место веками совершенствовавшегося уголовного законодательства приходит жестокая расправа, жизнь быстро принимает уродливые формы».



Патрисия Черчлэнд (Patricia Churchland) — профессор философии и нейробиологии в Калифорнийском университете в Сан-Диего.

работы: она утилизирует старые белки для выработки новых, активирует механизмы самоочистки и ремонта повреждений и «затаивается», чтобы переждать бескормицу. Деление клеток замедляется. Все это повышает шансы животного на выживание до следующей кормежки.

Изменение уровня активности организма и в самом деле влияет на выживание. В 2009 г. в журнале *Nature* было опубликовано сообщение группы ученых, что рапамицин продлевает жизнь

Эксперименты, проведенные на низших организмах, показали, что недостаток питательных веществ инициирует целый каскад полезных для клеток специфических процессов

лабораторным мышам. Результаты этого исследования произвели сенсацию: до сих пор увеличить продолжительность жизни млекопитающих не удавалось ни одному другому препарату. К тому же в эксперименте участвовала не одна-единственная группа мышей, а три группы генетически разнородных животных. И зверьки всех трех групп жили дольше не просто в среднем: возрастала максимальная продолжительность их жизни, а это, по мнению некоторых биологов, прямо указывает на то, что препарат замедляет сам процесс старения.

Мыши, получавшие рапамицин, дольше выглядели здоровыми и молодыми, чем грызуны, не получавшие препарат. Их сухожилия и кровеносные сосуды дольше сохраняли гибкость и эластичность. Даже печень этих мышей была в лучшем состоянии, чем у контрольных животных. До глубокой старости они сохраняли и высокий уровень физической активности. Что еще важнее, рапамицин продлевал средний и максимальный срок жизни мышей даже в том случае, если они начинали получать его только в 20-месячном возрасте. По человеческим меркам это все равно что назначение 70-летним старикам лекарства, способного продлить их жизнь до 95-летнего возраста.

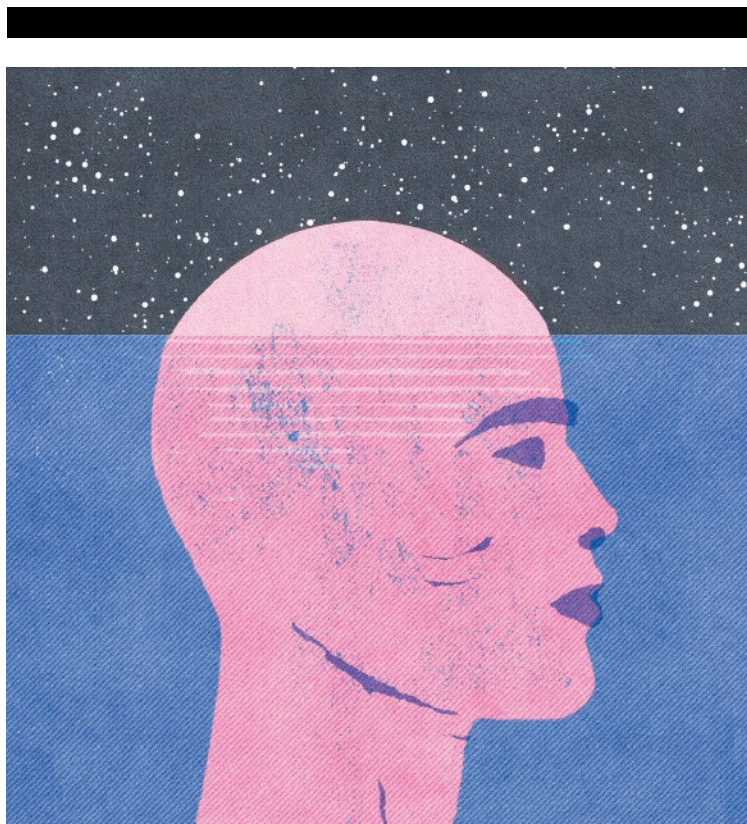
Эти результаты были подтверждены и другими учеными. Было показано, например, что мыши, получавшие на протяжении всей зрелой жизни

рапамицин, жили на 25% дольше контрольных животных — то есть примерно на столько же, на сколько смогло бы продлить их жизнь ограничение калорийности диеты. Люди, конечно же, не животные, но рапамицин по крайней мере показал, что существует реальная возможность замедлить старение и приостановить развитие связанных с ним болезней.

Рапамицин, однако, не лишен недостатков. Он может вызывать нежелательные побочные эффекты — например, воспаление и язвы в полости рта и увеличение подверженности инфекционным заболеваниям. У самцов лабораторных мышей отмечалось также сморщивание семенников. Для раковых больных и пациентов с пересаженными органами эти эффекты рапамицина вполне приемлемы, но они могут сделать препарат непригодным для использования в качестве антивозрастного средства здоровыми людьми. Лекарство может оказаться хуже болезни. А что если давать его здоровым людям иными способами или в меньших дозах? Быть может, и в этом случае он сможет пролить им жизнь?

Чтобы ответить на этот вопрос, Мэтт Кэберлейн и его коллега Дэниел Промислоу (Daniel Promislow) недавно приступили к необычному клиническому испытанию — изучению эффектов низких доз рапамицина у домашних собак среднего возраста. Наши четвероногие друзья, по мнению ученых, вполне могут выступать в качестве дублеров людей: «Они живут в такой же окружающей среде, что и мы, и в старости болеют такими же болезнями», — говорит Кэберлейн. Согласно предварительным данным ученых, у собак, всего в течение нескольких недель получавших рапамицин, эхокардиография выявила улучшение функций сердца. «Мы отчетливо видим, что сердце у этих собак сокращается лучше, чем у животных, не получающих рапамицин, — говорит Кэберлейн. — А ослабление кровотока, возможно, выступает одной из главных причин ухудшения состояния других тканей тела».

По словам Кэберлейна, одно из свойств рапамицина, оправдывающее его использование в качестве антивозрастного средства, — то обстоятельство, что в небольших количествах он действует скорее как иммунный модулятор, а не депрессант. В низких дозах, похоже, он даже усиливает некоторые иммунные функции. Одно из небольших клинических испытаний, проведенных компанией *Novartis* с использованием препарата «Афинитор» (один из рыночных аналогов рапамицина, применяемый для лечения некоторых



ПОСТИГНЕМ ЛИ МЫ ПРИРОДУ СОЗНАНИЯ?

«Некоторые философы, мистики и прочие *confabulatores nocturni* (“ночные сказители” по Борхесу) неустанно твердят о невозможности постижения истинной природы сознания. И тем не менее нет никаких оснований верить этим высказываниям. Зато есть все основания с уверенностью глядеть в недалекое завтра, когда ученые придут к рациональному, объективному и предсказуемому пониманию сознания и его места во Вселенной».



Кристоф Кох (Christoph Koch) — президент и директор по безопасности Института Аллена по изучению мозга, член консультативного совета журнала *Scientific American*.

форм рака), показало, что пожилые люди, принимавшие это лекарство, лучше реагировали на противогриппозную вакцину. А это, возможно, означает, что в некоторых случаях рапамицин усиливает иммунный ответ. И еще один любопытный факт: в одном из голландских исследований было установлено, что для здоровых 90-летних стариков характерен пониженный уровень активности *mTOR*.

Долголетие и болезни

Продолжительность нашей жизни увеличилась, но на ее завершающем этапе мы по-прежнему сильно подвержены болезням и недееспособности. Как в 2002 г. показали демографы Джеймс Вупел (James W. Vaupel) и Джим Эппен (Jim Oerppen), начиная с 1840-х гг. ожидаемая продолжительность жизни в популяциях наиболее долго живущих людей увеличивалась более или менее линейно (сегодня первое место в этом списке занимают японские женщины). В настоящее время люди живут дольше, чем когда-либо прежде за всю историю человечества. Между тем продолжительность здоровой жизни людей росла далеко не так быстро. Это означает, что продолжительность периода болезни и недееспособности в конце жизни по сути дела увеличивалась. Фактически мы живем все дольше и дольше, а единственное, что меняется при этом, — характер болезней, жертвами которых мы становимся. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и рака падает, но все больше людей страдают от болезни Альцгеймера. Этим недугом или какими-либо иными формами когнитивных расстройств болеет каждый девятый американец старше 65 лет, причем риск этих болезней резко возрастает после 80 лет.

«Рост заболеваемости болезнью Альцгеймера, конечно, поразителен, но именно этого и следует ожидать, если вы продлеваете жизнь людей до такого возраста — 80–90 лет, в котором эта болезнь — обычное явление, — говорит Джей Ольшански (S. Jay Olshansky), демограф из Иллинойского университета в Чикаго. — Если мы и дальше пойдем по этому пути, мне кажется, ситуация только ухудшится. Альтернатива одна — замедлить старение и "сжать" возраст высокой заболеваемости и смертности до как можно более короткого периода времени». Ольшански не встречался с Кришталом, но гиннесовский рекордсмен, похоже, как раз из тех стариков, которых имеет в виду демограф. В свои 112 лет Криштал пребывает в совершенно ясном рассудке и блестяще остроумием во время беседы. Он сумел противостоять всем смертельным недугам старости — и не только раку и болезням сердца, но и болезни Альцгеймера

и диабету, которые в совокупности ответственны примерно за половину всех смертей в развитых странах. Ученые обнаружили, что у столетних долгожителей, подобных Кришталу, период болезней в конце жизни нередко гораздо короче, чем у людей, умирающих в возрасте 70–80 лет. «Удачный препарат против старения, — говорит Ольшански, — должен имитировать этот эффект, а не просто продлевать жизнь за счет здоровья и хорошего самочувствия».

Вплоть до последнего времени, однако, разработка подобных препаратов наталкивалась на непреодолимое препятствие: Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (*FDA*) США не считает старение болезнью. А потому ни один препарат, способный воздействовать на процесс старения как таковой, не смог бы получить одобрения на его использование. С точки зрения *FDA* такой подход вполне оправдан: поскольку объективных способов «измерения» этого процесса (таких, например, как анализ крови) не существует, определить, стареет

В настоящее время люди живут дольше, чем когда-либо прежде за всю историю человечества. Между тем продолжительность здоровой жизни людей растет не так быстро. Фактически мы живем дольше, но при этом меняется характер болезней, жертвами которых мы становимся

ли человек быстрее или медленнее, чем «положено», попросту невозможно. А потому как узнать, работает ли антивозрастной препарат или нет? Такая официальная установка полностью отбивала у фармацевтических компаний какое-либо желание вкладывать средства и в изучение старения, и в создание лекарств, которые могли бы замедлить этот процесс.

Дело сдвинулось с мертвой точки лишь в 2015 г., когда *FDA* дало добро на проведение клинического испытания с целью проверки потенциальных антивозрастных свойств метформина. В Великобритании этот препарат был разрешен к использованию в качестве лекарства от диабета II типа еще в 1950-х гг., а в США — лишь в 1994 г. С тех пор его принимают здесь миллионы пациентов, а его доступные дешевые дженерики стали назначаться врачами всего мира настолько часто, что Всемирная организация здравоохранения провозгласила

его одним из важнейших лекарств современности. Метформин повышает чувствительность клеток к инсулину — гормону, усиливающему приток сахара (глюкозы) в клетки.

Поскольку этот препарат принимает огромное количество людей, ученым удалось выявить любопытные закономерности. Так, в ряде эпидемиологических исследований было обнаружено, что пациенты, принимающие метформин, реже заболевают раком. В других работах было показано, что метформин оказывает благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему. Более того, проведенное в 2014 г. обследование британских пациентов показало, что пожилые диабетики, принимающие метформин, живут на 18% дольше, чем их сверстники, не страдающие диабетом. Эти больные жили и дольше диабетиков, принимавших от диабета лекарства иного класса — препараты сульфонилмочевины. А это значит, что долголетие больным диабетом даровал именно метформин, а не просто контроль уровня сахара в крови.

Чем старше мы становимся, тем больше стареющих клеток накапливается в нашем теле. Главная проблема состоит в том, что стареющие клетки трудно изолировать, а еще труднее убить их. Они необычайно выносливы, жизнеспособны и способны выкрутиться из любого тяжелого положения

Как именно работает метформин, ученым пока не совсем ясно. Механизмы действия этого препарата, полученного из используемого с незапамятных времен в траволечении козлятника лекарственного, обсуждаются учеными уже несколько десятилетий. Точно известно одно: он активизирует АМФК и связанные с ней благоприятные метаболические изменения. Кроме того, метформин, похоже, влияет на инсулин и даже оказывает некоторое ингибирующее действие на *mTOR*.

Потенциальная способность метформина продлевать жизнь привлекла внимание Нира Барзилаи. Будучи руководителем крупного исследования 100-летних долгожителей из числа евреев-ашкенази, Барзилаи знал, что высокий уровень глюкозы в крови и диабет отмечаются у этих людей крайне редко; по сути дела, сверхэффективную утилизацию глюкозы можно рассматривать в качестве маркера долгожительства. Метформин,

по мнению ученого, изменяет наш метаболизм таким образом, что он начинает походить на метаболизм столетних долгожителей. «Помимо противодиабетического действия этот препарат оказывает и антивозрастное влияние», — говорит Барзилаи. В качестве профилактического средства он принимает метформин и сам: оба его родителя страдали диабетом. Ученый, кажется, едва удерживается от того, чтобы посоветовать всем, кому за 50, серьезно задуматься о приеме препарата (самоу Барзилаи сейчас 60). «Похоже, метформин — настоящее суперлекарство, — говорит ученый. — Не исключено, что он влияет на множество процессов, связанных со старением».

Проверка на людях потенциальных антивозрастных свойств препаратов наталкивается и еще на одно препятствие — фактор времени. Для проведения таких исследований требуются десятилетия — буквально весь срок жизни испытуемых. В испытании, одобренном в 2015 г. и получившем название *TAME* (от англ. *Targeting Aging with Metformin* — «Целенаправленное воздействие на старение с помощью метформина»), используется иной подход. Вместо простого сравнения продолжительности жизни здоровых испытуемых, принимающих и не принимающих этот препарат, ученые собираются изучить развитие болезней, связанных со старением, у каждого участника испытания.

Один из признаков старения заключается в том, что у человека нередко возникают два или несколько хронических патологических состояний (например, высокое артериальное давление и диабет или болезнь сердца и какое-нибудь когнитивное расстройство). Эта так называемая коморбидность (одновременное присутствие двух или нескольких заболеваний) — главная беда старческого возраста. В испытании *TAME* ученые планируют давать метформин пожилым пациентам, у которых уже имеется один старческий недуг (например, диабет или высокое кровяное давление). В течение пяти-семи лет ученые будут следить за состоянием этих людей и сравнивать его со здоровьем испытуемых контрольной группы, не принимающих препарат; благодаря этому они смогут определить, возникают ли у них другие болезни, связанные со старением, и насколько быстро они развиваются. Если метформин и в самом деле замедляет процесс старения, он должен предотвратить или отсрочить и развитие коморбидности.

Если испытание *TAME* окажется успешным и *FDA* выразит готовность к тестированию других препаратов с потенциальными антивозрастными свойствами, в этом направлении двинутся, по мнению Барзилаи, и фармацевтические

компании — причем не только традиционные производители лекарств, но и такие коммерческие предприятия, как, например, проект *Calico*, вице-президент которого — не кто иной, как первооткрыватель гена *daf-2* Синтия Кеньон. А инвестиции в этот проект, направленный на поиск препаратов, способных продлить здоровую жизнь людей, могут превысить, согласно некоторым заявлениям, \$1 млрд, то есть сумму, близкую к общему бюджету Национального института старения США.

Таблетки от старения

Список потенциальных лекарств от старения уже начинает пополняться. Так, было показано, что срок жизни самцов мышей значительно продлевает другой противодиабетический препарат — акарбоза. Как и метформин, акарбоза уже получила официальное разрешение на использование людьми, а потому в самое ближайшее время вполне может подвергнуться клиническому испытанию в качестве средства от старения. Неплохие результаты в этом отношении показало и еще одно лекарство — гормон альфа-эстрадиол.

Представители новой и, возможно, еще более перспективной группы кандидатов на роль антивозрастных препаратов не воздействуют на метаболические пути, а очищают организм от так называемых стареющих клеток, которые утратили способность к делению, но окончательно еще не погибли. Они накапливаются в организме и выделяют белки цитокины, способные повреждать соседние клетки. По мнению Джеймса Керклэнда (James L. Kirkland), директора Центра по изучению старения им. Роберта и Арлин Когод при Клинике Майо, их истинная функция состоит в противораковой защите организма — способ, который изобрело наше тело для уничтожения потенциально злокачественных клеток. Кроме того, стареющие клетки играют важную роль в заживлении ран, поскольку вырабатываемые ими цитокины контролируют деятельность иммунной системы. К сожалению, их токсические эффекты не ограничиваются непосредственным окружением, способствуя развитию характерного для стареющего организма слабого воспаления и парадоксальным образом повышая риск рака в окружающих тканях. Керклэнд и некоторые другие ученые считают эти клетки ключевым фактором процесса старения.

Что еще хуже, чем старше мы становимся, тем больше стареющих клеток накапливается в нашем теле. А что если бы мы смогли избавиться от них? Керклэнд и его сотрудники, в том числе и молекулярный биолог из Клиники Майо Ян ван Дерсен (Jan van Deursen), показали, что удаление стареющих клеток из организма генетически модифицированных мышей, похоже, продлевает срок их здоровой жизни. Главная проблема в том, что стареющие клетки трудно изолировать (они

разбросаны среди здоровых клеток), а еще труднее убить их. «Они необычайно выносливы, жизнеспособны и способны выкрутиться из любого тяжелого положения», — сетует Керклэнд.

Группа ученых из Клиники Майо, Исследовательского института Скриппса и других научных учреждений проводила поиск препаратов, способных уничтожать стареющие клетки путем индукции апоптоза («самоубийства клеток»). В 2015 г. ученые сообщили, что они нашли три таких препарата, в их числе два лекарства от рака (дезатиниб и навитоклак) и природный флавоноид кверцетин. Кверцетин — антиоксидант, содержащийся в яблочной кожуре, каперсах и многих других продуктах.

В одном из экспериментов животным «выводили из строя» одну ногу: их подвергали облучению, вызывавшему атрофию мышц (подобную той, что развивается в результате старения). Облучение, кроме того, приводило к резкому возрастанию числа стареющих клеток в пораженных мышцах — такая же ситуация наблюдается у раковых больных после радио- или химиотерапии. После короткого курса лечения упомянутыми препаратами функции ноги у животных почти полностью восстанавливались. По мнению Керклэнда, этот эффект возникал в результате того, что препараты убивали значительно больше стареющих, чем каких-либо иных клеток. «Одна-единственная доза препарата значительно повышала выносливость животного на бегущей дорожке, и этот эффект сохранялся в течение семи месяцев», — говорит Керклэнд. — Мы уверены, что это явление — следствие очистки организма от стареющих клеток».

Возможно, они должны умирать, чтобы мы продолжали жить. ■

Перевод: В.В. Свечников

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Стипп Д. Новый путь к долголетию // ВМН, № 3, 2012.
- Rapamycin Fed Late in Life Extends Lifespan in Genetically Heterogeneous Mice. David E. Harrison et al. in *Nature*, Vol. 460, pages 392–395; July 16, 2009.
- mTOR Signaling at a Glance. Mathieu Laplante and David M. Sabatini in *Journal of Cell Science*, Vol. 122, pages 3589–3594; October 15, 2009.
- Rapalogs and mTOR Inhibitors as Anti-aging Therapeutics. Dudley W. Lamming et al. in *Journal of Clinical Investigation*, Vol. 123, No. 3, pages 980–989; March 1, 2013.
- Can People with Type 2 Diabetes Live Longer than Those Without? A Comparison of Mortality in People Initiated with Metformin or Sulphonylurea Monotherapy and Matched, Non-Diabetic Controls. C.A. Bannister et al. in *Diabetes, Obesity and Metabolism*, Vol. 16, No. 11, pages 1165–1173, November 2014.





ЗАХОТЕЛИ БЫ МЫ ЖИТЬ ВЕЧНО, ЕСЛИ БЫ ЭТО БЫЛО ВОЗМОЖНО?

Хиллари Роснер

СПИШШШКОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ

Недавно я спросила у нескольких друзей про бессмертие. Представьте себе, что завтра станет возможным перенести содержимое вашего мозга на другой носитель и вы будете вечно существовать в виде гибрида человека и робота. Вы согласитесь на это? Я задала вопрос семейной паре из Сан-Франциско, образованным родителям двух маленьких девочек. Муж, 42-летний медик, доктор наук, не раздумывая ответил: «Да». Он сказал, что исследования, которыми он сейчас занимается, возможно, принесут свои плоды в течение нескольких следующих веков, и он бы хотел посмотреть, что из этого получится. «Плюс я хочу увидеть, каким станет мир через 10 тыс. лет». Жена, 39-летний доктор наук, специалист по истории искусств, тоже отвечала однозначно: «Ни за что, смерть — это этап жизни. Я хочу узнать, как это — умереть».

ОБ АВТОРЕ

Хиллари Роснер (Hillary Rosner) — независимый журналист из Колорадо. Ее статьи публикуются в таких изданиях, как *National Geographic*, *New York Times* и *Wired*. В 2010 и 2013 гг. Роснер получила премию Фонда Кавли для научных журналистов.



Я подумала, что решение жены может заставить мужа задуматься, но дипломатично решила закончить разговор. Однако это вовсе не тема для беседы за ужином. По мнению некоторых футурологов, нам рано или поздно придется столкнуться с вопросами такого типа, поскольку мы приближаемся к постбиологическому обществу, когда смерть будет преодолена или, по крайней мере, мы сможем в значительной степени ее контролировать.

Лучшую версию такого воображаемого будущего представил Рэй Курцвейл (Ray Kurzweil). В 2005 г. вышла и стала бестселлером его книга «Сингулярность уже близко» (*The Singularity Is Near*), в которой он предсказал, что искусственный интеллект скоро будет «обладать всеми человеческими знаниями и умениями». Технологии сканирования головного мозга, работающие с наноразрешением, в итоге позволят «постепенно сделать наши разум, индивидуальность и навыки небиологической составляющей нашего интеллекта». А тем временем миллиарды нанороботов внутри наших тел будут «уничтожать вредных микробов, исправлять ошибки в ДНК, удалять ядовитые вещества и выполнять многие другие задачи для укрепления нашего физического здоровья. В итоге мы сможем жить бесконечно долго и не стареть». Нанороботы будут создавать «виртуальную реальность внутри нервной системы». Мы все больше и больше будем находиться в виртуальном мире, который будет неотличим от той бледной вселенной, которую мы могли бы назвать настоящей реальностью.

Учитывая прогресс в области генетики, нанотехнологий и робототехники, а также экспоненциальную скорость развития технологий, Курцвейл определил дату сингулярности — момента, когда небиологический разум сумеет настолько обогнать весь человеческий интеллект, что произойдет «глубокое и коренное изменение способностей человека». Это должно произойти в 2045 г. Небольшая группа увлеченных людей сегодня продолжает считать эту дату актуальной, и дополнительную надежду им дают достижения в области искусственного интеллекта, а именно — глубинное обучение.

Большинство ученых, однако, полагают, что киборгами мы сможем стать еще очень не скоро. Профессор Принстонского нейробиологического института Себастьян Сеунг (Sebastian Seung) утверждает, что, вероятно, мозг никогда не получится загрузить в компьютер.

Мозг содержит около 100 млрд нейронов, связанных с помощью синапсов; все эти связи вместе образуют коннектом. Некоторые нейробиологи считают, что в нем заключена наша личность. Даже если технический прогресс будет таким, как предсказывает Курцвейл, в мозге слишком много связей, которые надо выявить и скопировать. И возможно, что коннектом — это только начало: нейроны способны взаимодействовать друг с другом не только через синапсы, и такие внесинаптические взаимодействия могут оказаться важными для работы мозга. Если это так, то при переносе содержимого мозга нужно копировать не каждую связь или каждый нейрон, а каждый атом.

Возможность появления киборгов вызывает достаточно большие опасения и серьезные споры среди философов. Даже если наши технологии не достигнут уровня, предсказанного Курцвейлом, улучшение нашего мышления и наших тел происходит в сходном направлении и порождает вопросы о том, что именно делает нас людьми.

Я спросила Дэвида Чалмерса (David John Chalmers), философа и одного из руководителей Центра исследований мышления, мозга и сознания Нью-Йоркского университета, написавшего о том, как лучше всего переносить содержимое мозга, чтобы сохранить свою личность, предполагает ли он, что у него будет возможность жить вечно. Чалмерс, которому сейчас 50 лет, ответил, что так не думает, но «безусловно, это станет возможным в следующем столетии».

Рональд Сэндлер (Ronald Sandler), специалист по экологической этике, возглавляющий факультет философии и религии в Северо-Восточном университете, рассуждая о появлении киборгов в будущем, сказал: «Возникает много острых вопросов. Размышления об удаленных перспективах могут вам пригодиться для встречи с тем, что появится уже в ближайшем будущем». И, конечно, если есть хоть малейшая вероятность, что тем, кто живет сейчас, надо будет когда-нибудь выбирать между смертью или бессмертием в форме киборга, наверное, лучше начать размышлять об этом уже сегодня.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Некоторые ученые считают, что когда-нибудь можно будет достичь бессмертия, перенеся наши нейронные связи в тела роботов, другие думают, что это невозможно.
- Тем не менее философы обсуждают, как это изменило бы наши человеческие свойства.
- Это важная дискуссия, поскольку даже если такого «бессмертия» достичь не удастся, развитие и улучшение человека может привести к тем же вопросам.

Поэтому, оставив в стороне вопрос о технической возможности, надо остановиться и обсудить более важные вопросы. Хочу ли я этого? Если содержимое моего мозга и сознания будет перемещено в киборга, то кем я буду? Буду ли я по-прежнему любить свою семью и друзей? В конце концов, останусь ли я человеком?

Один из вопросов, над которым размышляют философы, — как мы будем относиться друг к другу. Сохранится ли золотое правило нравственности и в постчеловеческом мире? Несколько лет назад Сэндлер с соавторами написали статью «Трансгуманизм, человеческое достоинство и моральный статус» (*Transhumanism, Human Dignity, and Moral Status*), в которой утверждали, что «усовершенствованные» люди сохранят моральные обязательства в отношении обычных людей. Он сказал мне, что «даже если вы будете каким-то образом усовершенствованы, вы все равно должны будете заботиться обо мне». С этим сложно поспорить, но еще труднее поверить, что так оно и будет.

Другие философы обосновывают необходимость «морального улучшения», то есть использования медицинских или биомедицинских средств, чтобы сделать наши принципы более благородными. Если мы собираемся получить мощные интеллект и способности, нам нужно убедиться, что зло не доберется до власти. Недавно философы Джулиан Савулеску (Julian Savulescu) и Ингмар Перссон (Ingmar Persson) написали, что наши научные знания «позволят нам напрямую влиять на биологические или психологические основы человеческой мотивации с помощью либо лекарств, либо генной инженерии и искусственного отбора, либо внешних устройств, влияющих на мозг или процессы обучения. Мы сможем использовать данные методы, чтобы преодолеть моральные и психологические недостатки, угрожающие человечеству».

В мае 2016 г. в газете *Washington Post* была опубликована заметка «Скоро мы будем использовать

науку, чтобы сделать людей более нравственными» (*Soon We'll Use Science to Make People More Moral*), написанная специалистом по биоэтике и заместителем проректора Массачусетского университета в Бостоне Джеймсом Хьюзом (James Hughes). Он выступал за моральное усовершенствование, говоря, что это должно быть добровольно, а не принудительно. «Благодаря науке мы все сможем найти свои собственные пути достижения счастья и добродетели с помощью технологий», — писал Хьюз. Он возглавляет Институт этики и новых технологий, где работает коллектив прогрессивных ученых, занимающихся трансгуманизмом. Хьюзу 55 лет, он бывший буддистский монах и он сказал, что хотел бы оставаться живым достаточно долго, чтобы достичь просветления.

Еще один важный вопрос — про наше обращение с планетой. Вечная жизнь, неважно каким образом полученная, должна изменить наше отношение не только друг к другу, но и к окружающему миру. Станем мы больше или меньше беспокоиться об окружающей среде? Будет ли мир природы полезен или вреден для нас?

Сэндлер поясняет мне, что сингулярность — это конечный этап. Чтобы его достичь, потребуется огромное количество технологических изменений. Когда мы сможем переписывать человеческое сознание и легко переключаться между виртуальной и не виртуальной реальностью, мы изобретем почти все. «К тому моменту, когда сингулярность будет достигнута, наши взаимоотношения с природой уже кардинально изменятся», — говорит Сэндлер.

В нашем нынешнем состоянии простых смертных мы остаемся крайне зависимыми и уязвимыми от природы, хотя нам хотелось бы верить, что это не так. Но в будущем такая зависимость изменится. Если нам не нужно дышать с помощью легких, зачем нам беспокоиться о загрязнении воздуха? Если нам не нужно выращивать пищу, мы фактически станем независимы от земли вокруг нас.



СМОЖЕМ ЛИ МЫ КОГДА-НИБУДЬ КОЛОНИЗИРОВАТЬ КОСМОС ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЗЕМЛИ?

«Это зависит от того, что понимать под словом "колонизировать". Если говорить просто о посадке роботов, то мы уже это сделали. Если имеется в виду, что люди живут за пределами Земли длительное время, хотя при этом и не размножаются, то это может произойти в ближайшие 50 лет. (В ограниченной степени возможно даже размножение, приматы и тут остаются приматами.) Но если речь идет о том, чтобы создать автономную среду, где люди могут жить неопределенно долго, получая лишь незначительную помощь с Земли (а именно это называется "колония", по аналогии с европейскими колониями за пределами

Европы), тогда я бы сказала, что это произойдет в очень отдаленном будущем, если вообще возможно. Сейчас мы слабо понимаем, как нужно создавать устойчивые закрытые экосистемы, перенося туда организмы или небиологические элементы («Биосфера-2» — тому пример), и я предполагаю, что проблемы, связанные с поддержанием экосистемы, окажутся гораздо более сложными, чем предполагают большинство сторонников колонизации космического пространства. Помимо поддержания постоянного состава воздуха, там еще есть большое количество технических проблем, которые необходимо решить. Мы до сих пор не колонизировали подводное пространство на Земле. Заселить место, где почти нет атмосферы, будет значительно сложнее».



Катарин Конли (Catharine Conley) — специалист по планетарной защите в NASA.

Аналогичным образом в мире, где виртуальность неотличима от реальности, от цифровой модели природы можно получить ту же пользу, что и от пребывания на открытом воздухе. Наше отношение к настоящей природе поменяется. Она больше не будет физической, осязаемой. Такой переход может сильно повлиять на наш мозг, возможно даже и на его компьютерную версию. Есть исследования, в которых показано, что взаимодействие с природой оказывает на нас глубокое положительное влияние. Связь с ней, вероятно, даже на бессознательном уровне, может быть основополагающим свойством человека. Если наша зависимость от природы ослабевает и физические аспекты взаимодействия с ней сокращаются, то «мы начнем заботиться о природе в первую очередь ради нее самой», говорит Сэндлер. Наши возможности решать проблемы окружающей среды, например управлять климатом, станут шире, чем мы сейчас можем себе представить. Но будем ли мы по-прежнему считать, что природа ценна сама по себе? Если да, то жизнь экосистем улучшится. Если нет, то у остальных видов и экосистем по-прежнему будут большие проблемы.

Наши взаимоотношения с окружающей средой зависят и от того, какими временными сроками мы оперируем. С геологической точки зрения вымирание видов, которое мы наблюдаем сегодня, может не иметь большого значения. Но в масштабах нашей нынешней продолжительности жизни это важно. Каким образом значительное увеличение продолжительности жизни «изменит ракурс, с которого мы будем задавать вопросы и размышлять об окружающей среде? — спрашивает Сэндлер. — От продолжительности жизни во многом зависит, какими будут разумные ответы на данные вопросы». Будем ли мы больше заботиться об окружающей среде потому, что нам жить здесь долго? Или мы будем заботиться меньше, поскольку будем смотреть шире, в масштабах существования планеты? «Совершенно невозможно представить себе, как это будет, но мы знаем, что наш взгляд на мир будет совсем, совсем другим», — говорит Сэндлер.

Если достаточно долго общаться со специалистами на эту тему, то вы попадаете в фантастический мир. Вы обнаруживаете, что ведете вроде бы нормальные разговоры о совершенно абсурдных

вещах. «Если бы была генная терапия для создания свойств наподобие тех, что у Людей Икс, которые могут стрелять лазером из глаз или перемещать сознание», — в какой-то момент произнес Хьюз, говоря о том, что люди, желающие получить такие свойства, должны будут пройти специальное обучение и получить лицензию.

«Вы привели эти примеры просто для пояснения или верите, что это станет реальностью?» — спросил я. «Когда трансгуманисты говорят о подобных вещах, мы, как правило, стараемся чрезмерно не шокировать новичков, — уклончиво ответил он. — Но когда вы преодолеете четвертый уровень шока, вы сможете говорить о том времени, когда мы все будем состоять из нанороботов».

Если мы полностью состоим из нанороботов, то о чем нам беспокоиться? В конце концов, тревожность — это, пожалуй, одно из наших чисто человеческих свойств. Будет ли оно актуально при бессмертии? Останусь ли я собой, если мне больше не надо будет беспокоиться о здоровье, оплате счетов, о том, на что я буду жить, когда стану слишком старой и слабой. Или я буду просто спокойным, слишком удовлетворенным... роботом? В конце концов, о чем я буду мечтать? Не потеряю ли я все свои амбиции? Я имею в виду, что если я живу вечно, то написание великого романа может подождать и до следующего века, верно?

«Останусь ли я собой?» Чалмерс считает, что «это будет актуальным практическим вопросом, а не только философским». На интуитивном уровне кажется невероятным, что я останусь собой, если содержимое моего мозга будет перемещено, даже если это произойдет, как описывает Чалмерс: находясь в сознании, я буду постепенно, нейрон за нейроном, заменять на микросхемы сначала 1%, потом 5%, затем 10% и далее до 100% — как в истории про корабль Тесея, в котором одну за другой заменяли доски на новые, более крепкие. Остался он после этого тем же кораблем или нет? Если он стал другим, то в какой момент?

Хьюз видит большую проблему в том, что «ты существуешь настолько долго и переживаешь так много изменений, что для тебя больше нет смысла в том, чтобы жить дальше. Действительно ли я тот же, кем я был в пять лет? Если я проживу еще 5 тыс. лет, буду ли я тем же, кто я сейчас? В будущем мы сможем делиться своими



Аки Роберж (Aki Roberge) — астрофизик, занимается изучением экзопланет в Центре космических полетов им. Годдарда NASA.



БУДЕТ ЛИ НАЙДЕН ДВОЙНИК ЗЕМЛИ?

«По-моему, да. Мы выяснили, что планеты, вращающиеся вокруг других звезд, гораздо многочисленней и разнообразнее, чем думали ученые всего два десятилетия назад. И мы обнаружили, что вещество, необходимое для жизни на планете, вода, довольно обычно в космосе. Я бы сказала, что, по-видимому, природа способствует формированию большого разнообразия планет, среди которых есть и похожие на Землю. Нам только надо их найти».



БУДЕТ ЛИ КОГДА-НИБУДЬ НАЙДЕНО ЛЕКАРСТВО ОТ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА?

«Я не уверена, что это будет именно лекарство, но надеюсь, что в течение следующего десятилетия появится эффективный способ изменить течение заболевания. Сейчас мы начали испытания средства профилактики, проверяем возможность вмешательства на стадии, когда у людей еще не появилось симптомов заболевания. Нам не нужно вылечить болезнь Альцгеймера, нам всего лишь надо отложить развитие слабоумия на пять-десять лет. Подсчеты показывают, что если на пять лет отодвинуть самую ужасную и дорогостоящую стадию слабоумия, то система государственного медицинского страхования сможет на 50% снизить расходы на поддержку пожилых людей с деменцией. Но главное — многие пожилые люди смогут провести последние дни своей жизни на танцах, а не в доме престарелых».



Рейза Сперлинг (Reisa Sperling) — профессор неврологии в Гарвардской медицинской школе и директор Центра исследования и лечения болезни Альцгеймера.

воспоминаниями, так что потеряется важность самоидентификации и непрерывности развития личности». Это звучит несколько скучно.

Несмотря на то что рассказы о сингулярности несколько утопичны, в этом есть оттенок фатализма: для нас это единственный возможный путь — слиться с машинами или исчезнуть, или еще того хуже. А если я не хочу становиться киборгом? Курцвейл может сказать, что мой нынешний неполноценный и ограниченный биологический мозг мешает мне увидеть истинную привлекательность и возможности такого будущего. А поскольку перед мной открывается потрясающий выбор: любой тип тела, любые приключения в виртуальной реальности, неограниченные возможности для творческого самовыражения, возможность заселить космическое пространство, — на фоне этого мои нынешние биологические переживания до смешного примитивны. И вообще, что может быть фатальнее неизбежной смерти?

Тем не менее мне очень нравится быть человеком. Мне приятно осознавать, что я состою из той же материи, что и все другие организмы на Земле. Я даже питаю некоторую привязанность к моим человеческим слабостям. Мне нравится быть теплой и мягкой, а не жесткой и несокрушимой, как некоторые суперроботы в боевиках. Мне нравится теплая кровь, текущая по моим венам, и я не уверена, что действительно хотела бы заменить это на нанороботов.

Некоторые специалисты по этике утверждают, что счастье человека связано с тем, что наша

жизнь быстротечна, что мы уязвимые и зависимые друг от друга создания. В будущем, когда мы станем киборгами, в чем мы найдем ценность и смысл жизни? «Для меня смысл человека заключен не в наших ограничениях <...>, он в наших способностях выйти за их пределы», — пишет Курцвейл.

Это привлекательная точка зрения. Смерть всегда была одним из таких ограничений, так что может быть, преодолев ее, мы станем еще больше людьми? Но я не уверена, что, выйдя за этот предел, мы ими останемся. Конечно, сама смерть не определяет нашу человечность, ведь все живое умирает, но то, как мы воспринимаем и понимаем смерть и стремимся придать смысл нашей непродолжительной жизни, — это, безусловно, часть человеческой сущности.

Перевод: М.С. Багоцкая

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Сеунг С. Коннектом. Как мозг делает нас тем, что мы есть. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2016.
- Citizen Cyborg: Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future. James Hughes. Basic Books, 2004.
- The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Ray Kurzweil. Viking, 2005.
- Brain Cuttings: Fifteen Journeys through the Mind. E book. Carl Zimmer. Scott & Nix, 2010.
- When Computers Surpass Us. Christof Koch; Consciousness Redux, Scientific American Mind, September/October 2015.

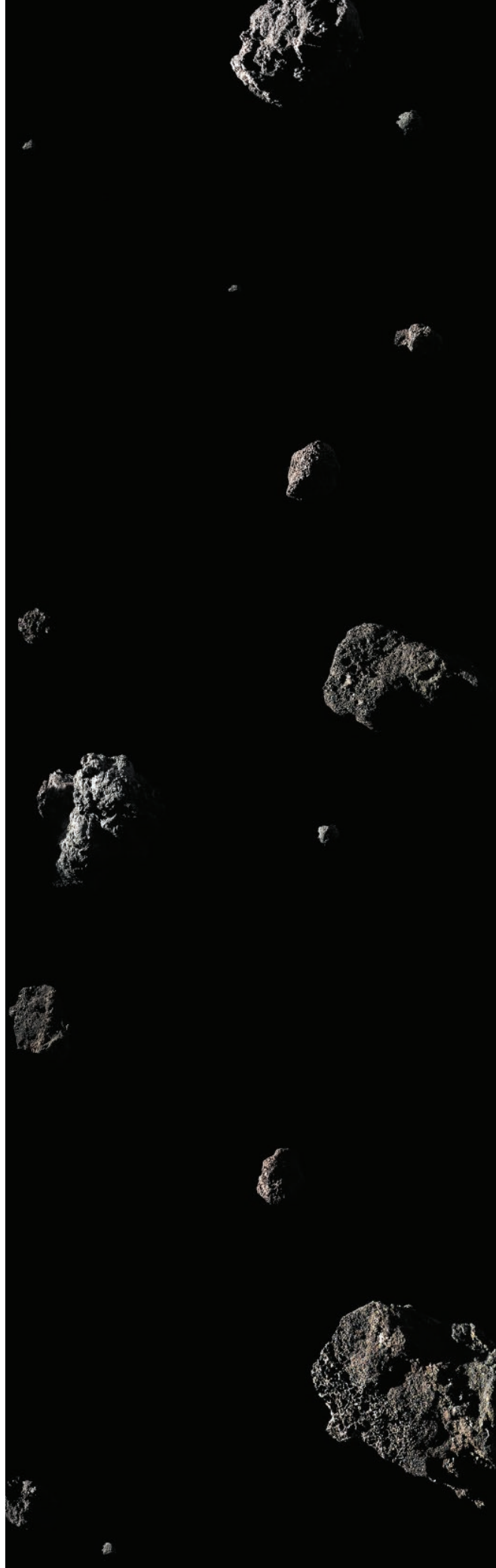


**СКОЛЬКО НАМ
ЕЩЕ ОСТАЛОСЬ?**

Дэвид Гринспун

**НОВЫЙ
ЭОН,
НОВАЯ
ЖИЗНЬ**

Photograph by Andrew Myers





Дэвид Гринспун (David Grinspoon) — главный научный сотрудник Планетологического института в Тусоне, штат Аризона. В 2012 и 2013 гг. состоял в штате впервые созданной кафедры астробиологии при Библиотеке Конгресса США и одновременно работал над книгой «Земля в руках человека» (*Earth in Human Hands*).



Наиболее жаркие споры по поводу антропоцена разгораются вокруг вопроса о том, в какую именно геологическую эпоху началось ощутимое влияние человека на экосистему Земли. Как астробиолога, который занимается изучением основных исторических переходных периодов в эволюции нашей планеты, меня прежде всего интересует другое: когда и как закончится антропоцен?

Эпохи — относительно короткие отрезки геохронологической шкалы истории Земли. Наибольший интерес представляют переходные периоды между самыми длинными фазами этой шкалы — временные интервалы, исчисляемые миллиардами лет. Они называются эонами и объединяют несколько эр. В эти переходные периоды мир претерпевал необратимые существенные изменения. Адским условиям, царившим на Земле при катархее (один из четырех эонов примерно 4,6 млрд лет назад), пришел на смену более спокойный и холодный архей (4 млрд — 2,8 млрд лет назад), возникли предпосылки для зарождения жизни. Во время протерозоя появились фотосинтезирующие организмы, которые привели к глобальным изменениям в составе атмосферы планеты, наполнив ее молекулярным кислородом. Это стало губительным для большей части существовавшей тогда биосферы, но привело к расцвету сложных многоклеточных форм жизни, продолжающемуся и сейчас, в эон под названием фанерозой.

Возможно, антропоцен — это начало очередного кардинального переходного периода, который ознаменуется принципиально новыми глобальными изменениями, когда когнитивные факторы — мышление, хозяйственная деятельность и инновации —

станут определяющими для существования нашей планеты. Я думаю, мы назовем этот пятый эон «сапиозой» — от словосочетания «разумная жизнь». Впервые в истории Земли состояние планеты будет определять сознательная геологическая сила.

Возможно, антропоцен — начало кардинального переходного периода, когда когнитивные факторы — мышление, хозяйственная деятельность и инновации — станут решающими для существования нашей планеты

Но для того чтобы отрезок времени можно было называть эоном, он должен длиться сотни миллионов лет, а то и более, и человечество должно существовать все это время. Протянем ли мы так долго?

Избежать вымирания

В этом и следующем столетиях перед нами стоят две основные задачи: стабилизация численности населения на планете и создание энергетических и сельскохозяйственных систем обеспечения, не наносящих вреда экосистеме. Несомненно,

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Антропоцен — эпоха, когда человечество играет роль доминирующей силы в глобальных изменениях, — только начался, и скорее всего он продлится до тех пор, пока существует человечество.
- Чтобы выжить, нам необходимо научиться противостоять таким угрозам, как рост численности населения, недостаток природных ресурсов, падения астероидов, изменение климата и даже постепенное угасание Солнца.
- В ходе продолжительного антропоцена Земля может вплотную подойти к принципиально новому периоду своей истории — измеряемому миллиардами лет эону сапиозою, при котором коллективный разум нашей цивилизации стабилизирует природные системы Земли и распространит биосферу на другие объекты Вселенной.



Фрэнк фон Хиппель (Frank von Hippel) — профессор Школы общественных и международных отношений им. Вудро Вильсона при Принстонском университете; соавтор Принстонской программы по науке и глобальной безопасности.



мы откажемся от ископаемого топлива, но как быстро это произойдет — зависит от изменения климата в XXI в. или от последствий войн, революций и острого дефицита продовольствия, как это было в XX в.

Глобальное антропогенное потепление побуждает нас к роли операторов планетарного масштаба, но это не единственная полномасштабная и долгосрочная проблема, которую нам придется решать. Так, в ближайшие столетия нам предстоит разработать эффективные средства защиты Земли от астероидов и комет. Уничтожить человеческую цивилизацию могут гораздо меньшие космические объекты, чем десятикилометровая каменная глыба, которая погубила динозавров. В скором времени нам придется каталогизировать наиболее опасные пролетающие вблизи Земли астероиды. Но темные кометы прорываются к нам из самых дальних уголков Солнечной системы практически неожиданно. И мы должны быть готовы отклонять траектории таких незваных гостей.



ПРИБЛИЗИЛИСЬ ЛИ МЫ ХОТЬ НЕМНОГО К ТОМУ, ЧТОБЫ ИЗБЕЖАТЬ ЯДЕРНОГО ХОЛОКОСТА?

«После 11 сентября одним из приоритетов в политике США стало уменьшение угрозы ядерного терроризма путем ужесточения требований к хранению высокообогащенных урана и плутония и максимального уменьшения их распространенности. Один ядерный теракт может унести жизни 100 тыс. человек. Со времен холодной войны минуло уже три десятка лет, однако в результате обострения ядерного противостояния между Америкой и Россией вероятность ядерного холокоста с тысячами взрывов и десятками и сотнями миллионов невинных жертв, которые погибнут мгновенно, остается.

Помня о Перл-Харборе, США сориентировали свои ядерные силы на предотвращение первого внезапного удара со стороны Советского Союза, направленного на уничтожение всех достижимых военных объектов. Мы не думаем, что такая атака возможна сегодня, но обе стороны по-прежнему имеют на вооружении межконтинентальные и баллистические ракеты как наземного базирования, так и размещенные на борту подводных лодок, способные нести порядка 1 тыс. боеголовок и находящиеся в состоянии автоматического запуска по сигналу систем дальнего обнаружения. Поскольку время полета баллистической ракеты до цели составляет всего 15–30 минут, решение, которое может привести к гибели сотен миллионов людей, должно приниматься за считанные минуты. Это существенно повышает вероятность непреднамеренного начала ядерной войны или запуска ракет в результате хакерской атаки.

Что касается политики сдерживания, то Соединенным Штатам достаточно их 800 боеголовок, размещенных на постоянной основе на борту недосыгаемых ни для каких ракет подводных лодок в морских глубинах. Однако в случае ядерной войны Стратегическому командованию вооруженных сил США и Ракетным войскам стратегического назначения РФ необходимо будет запустить свои уязвимые ракеты наземного базирования до того, как их уничтожит противник. Таким образом, холодная война, может быть, и закончена, но международная обстановка остается напряженной — и мы по-прежнему держим палец на спусковом крючке».

В долгосрочной перспективе — в течение десятков тысяч лет — нам придется научиться предотвращать естественные изменения климата, что уменьшит скорость происходящего сегодня резкого потепления. Фактически наша цивилизация развивалась в условиях продолжавшегося 10 тыс. лет лета, многовекового необычно теплого и стабильного климата. Но этому рано или поздно придет конец, если мы не будем ничего предпринимать. На протяжении десятков тысяч лет на Земле происходят смены периодов глобального оледенения и потепления. Очередной ледниковый период уничтожит большую часть нашего сельского хозяйства, следовательно — и нашей цивилизации, и будет сопровождаться исчезновением множества



КАКОВА ВЕРОЯТНОСТЬ ТОГО, ЧТО *HOMO SAPIENS* ВЫЖИВЕТ В БЛИЖАЙШИЕ 500 ЛЕТ?

«Я бы сказал, что шансы на это достаточно велики. Даже такие серьезные угрозы, как ядерная война или экологическая катастрофа в результате изменения климата, не столь экзистенциальны, чтобы полностью нас уничтожить. И нынешний предмет тревоги — рукотворные электронные создания, которые превзошли бы нас и решили жить самостоятельно, — можно обезвредить, просто отключив от розетки».



Карлтон Кейвс (Carlton Caves) — профессор физики и астрономии из Университета Нью-Мексико.

видов животных. Геоинженерные технологии искусственного охлаждения (или подогрева) планеты могли бы избавить сапиозой от губительных климатических изменений.

Большинство дискуссий в области геоинженерии концентрируются вокруг проблемы скорейшего предотвращения происходящих по нашей же вине климатических бедствий, но недостаток знаний о сложностях климата на Земле делает эти попытки весьма рискованными. Лучше рассматривать геоинженерию как долгосрочный проект для далекого будущего, когда мы будем знать о нашей планете гораздо больше и когда она окажется на грани существования в результате внутренних климатических флуктуаций или — в гораздо более отдаленной перспективе — по причине угасания нашей звезды — Солнца.

Подобные звезды с возрастом светят все ярче, следовательно, через несколько миллиардов лет наши океаны испарятся, как это произошло на Венере миллиарды лет назад. К счастью, до этого еще очень далеко. Если мы в ближайшей перспективе переживем экзистенциальную угрозу, у нас будет достаточно времени чтобы заняться этой проблемой. Может быть, нам как-то удастся «омолодить» Солнце, перевести Землю на более удаленную орбиту или частично заслонить ее от света. Кроме того, мы можем принять решение перебраться в другую, более молодую звездную систему.

Мир в наших руках

Если интеллект смог возникнуть как разумная геологическая сила здесь, на Земле, то, вполне вероятно, он может появиться и где-то еще. Заглянув во Вселенную поглубже, мы увидим, что существуют три вида миров: мертвый, живой и разумный.

Не исключено, что мы — единственный разумный мир в безбрежном безмолвном космосе. В таком случае в дополнение к обеспечению процветания жизни на Земле в будущем нам придется отвечать за судьбу всей разумной жизни во Вселенной. Это большая ответственность!

История дает основания полагать, что мы сможем справиться с этим. С незапамятных времен человечество не раз противостояло внешним угрозам. Нам удалось пройти через генетическое «бутылочное горлышко» примерно 75 тыс. лет назад, когда глобальное похолодание, так называемая вулканическая зима, привело к резкому сокращению человеческой популяции. Ранее, примерно 200–160 тыс. лет назад, в Африке появился человек современного типа, и произошло это после того, как в очередной ледниковый период вымерли почти все наши предшественники. Возможно, секрет жизнеспособности наших предков заключался в использовании языкового общения для создания новых форм социального сотрудничества.

Сегодня мы боремся за выживание человечества в период расцвета антропоцена. И если, несмотря

Не исключено, что мы — единственный разумный мир в безбрежном безмолвном космосе. В таком случае в будущем нам придется отвечать за судьбу всей разумной жизни во Вселенной. Это большая ответственность!

ни на что, мы выживем, то, возможно, научимся защищать биосферу Земли практически до бесконечности. В долгосрочной перспективе мы могли бы оказаться лучшим из всего, что когда-либо существовало на планете Земля. ■

Перевод: С.Э. Шафрановский

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Вернадский В.И. Биосфера. Л.: НХТИ, 1926.
- Раддиман У. Когда люди начали влиять на климат Земли? // ВМН, № 6, 2005.
- Lonely Planets: The Natural Philosophy of Alien Life. David Grinspoon. Ecco, 2003.
- Global Catastrophic Risks. Edited by Nick Bostrom and Milan M. Ćirković. Oxford University Press, 2008.
- The Anthropocene Is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene. Colin N. Waters et al. in Science, Vol. 351; January 8, 2016.



НАУКА
ТЕЛЕКАНАЛ

СМОТРИТЕ ОСЕНЬЮ НА ТЕЛЕКАНАЛЕ «НАУКА»

МЕГАНАУКА

**ГИГАНТСКИЕ УСТАНОВКИ
ГЛОБАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**



vk.com/tv_nauka



facebook.com/nauka20



youtube.com/c/naukatv



naukatv.ru

СПРАШИВАЙТЕ У ОПЕРАТОРОВ ПЛАТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ



ПОЗНАНИЕ

6+





**МОЖНО ЛИ ДОВЕРЯТЬ
СОБСТВЕННЫМ
ПРОГНОЗАМ?**

Ким Стэнли Робинсон

**ВЕЛИКОЕ
НЕИЗВЕСТНОЕ**

Я думаю, вы совершаете довольно распространенную ошибку, воображая, что писатель-фантаст что-то знает о будущем.

Иэн Бэнкс

ОБ АВТОРЕ

Ким Стэнли Робинсон (Kim Stanley Robinson) — популярный писатель, автор научно-фантастических романов, в их числе «2312», «Аврора» и «Марсианская трилогия», удостоенная премий «Хьюго» и «Небьюла».



Я стоял на сцене в Британской библиотеке вместе с Иэном Бэнксом в 2012 г., когда его спросили из зала, что может произойти в будущем, и он произнес в ответ эту фразу. Она вызвала всеобщий смех.

Нас всех интересует будущее. Мы пытаемся прогнозировать нашу личную жизнь, будущее человечества и даже всей Земли. Однако это никогда не удастся. Люди склонны верить, что существует способ мышления, позволяющий успешно делать предсказания, и часто возлагают надежды на научную фантастику. Но те из нас, кто пишет в этом жанре, по своему опыту знают, что нельзя быть ни в чем уверенным, когда дело касается прогнозов.

При планировании нашей собственной жизни мы строим прогноз, предсказывая результат тех действий, которые мы могли бы совершить сейчас. И именно такой прогноз дает научная фантастика для общества в целом. Можно сказать, что это некоторый мысленный эксперимент, в котором оцениваются разные варианты развития, чтобы понять, как они будут выглядеть и что надо делать сейчас, чтобы потом получить такой результат. Это типично человеческое свойство: прежде чем действовать, строить прогнозы, чтобы принять определенное решение. Возможные варианты будущего, которые описывает научная фантастика, — это не только прогнозы, но и способ передать наше восприятие нынешнего времени. «Мне кажется, что время ускоряется». «Я работаю как робот». «Компьютеры захватывают власть». Метафорическое значение научной фантастики теряется, если воспринимать ее только как предсказание. Это было бы неправильно, поскольку научная фантастика всегда говорит о настоящем больше, чем о будущем. Она одновременно пытается

изобразить возможное будущее и описать наши сегодняшние ощущения. Эти две составляющие — как две фотографии в стереоскопе, и когда в сознании объединяются оба изображения, рождается третье измерение. В нашем случае это измерение — время. Благодаря научной фантастике тренируется воображение, а происходящие со временем изменения становятся более заметными.

Для того чтобы извлечь из прогнозов какую-либо пользу, необходимо не просто одно предсказание, а целый спектр, потому что нет никакого единого будущего, которое сейчас уже подготовлено. Если учитывать наше положение в настоящий момент, дальше может произойти все что угодно, от массового вымирания до возникновения утопической устойчивой цивилизации. В таком неопределенном состоя-

нии описание набора возможных перспектив само по себе интересно и полезно. Но с учетом того, насколько широк их диапазон, существует ли какой-либо способ сузить его и описать те варианты будущего, которые могут случиться с большей вероятностью?

Часто для этого смотрят, какими были тенденции в недавнем прошлом, и предполагают, что все будет продолжать развиваться с той же скоростью, что и раньше. Такую стратегию иногда называют линейной экстраполяцией. Ее часто изображают в виде диаграммы, и некоторым людям кажется, что это информативно, достоверно и обнадеживающе, поскольку означает, что мы описываем что-то, что может быть выражено графически и проанализировано статистически. При экстраполяции в будущее проводят прямую линию, направленную вверх или вниз, в зависимости от ситуации. Это простой способ, и некоторая его достоверность обусловлена физическими свойствами инерции. Но очень немногие явления в биологии и человеческой культуре на самом деле меняются

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Писатели-фантасты предсказывают будущее не лучше других. Оно все-таки непознаваемо.
- Люди часто пытаются просто экстраполировать современные тенденции вперед в будущее, но общество и технологии обычно изменяются не в постоянном темпе. Другие методы предсказания также неэффективны.
- Однако в научной фантастике прогнозы играют другую важную роль: в них отражены темы, которые вызывают беспокойство в настоящее время.

так равномерно. Поэтому использование линейной экстраполяции для предсказания будущего, скорее всего, приведет к ошибкам.

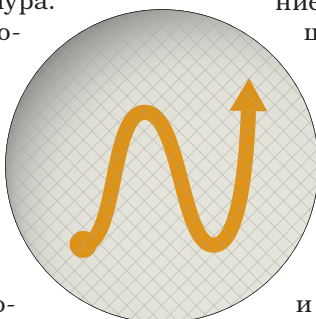
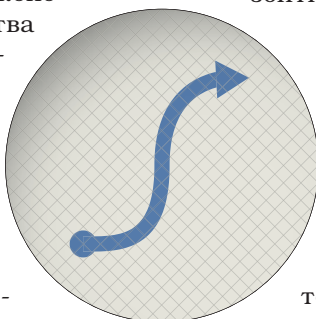
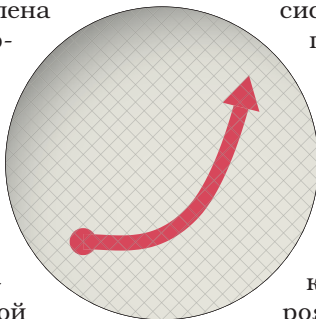
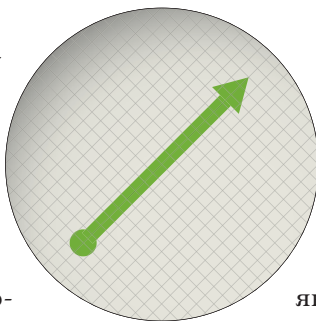
Как только люди пытаются привести модель в соответствие имеющимся данным, сразу оказывается, что нужно что-то менять или дополнять в линейной экстраполяции. Иногда напрашивается модель экспоненциального роста, кривая которой направлена в бесконечность и напоминает по форме хоккейную клюшку или правую половину буквы U. Например, именно в соответствии с такой закономерностью увеличивалась численность населения на протяжении всей истории. До недавнего времени казалось, что она стремится к бесконечности.

Другой тип динамики — асимптотическая кривая, скорость роста которой со временем уменьшается. Такая закономерность наблюдается для производства пищевых продуктов после зеленой революции, а также для ряда других явлений.

На хорошо известной логистической кривой наблюдается ускорение в начале и дальнейший выход на плато. Так бывает, если первоначально успешность какого-либо процесса приводит к высокой скорости изменений, но по мере расходования различных ресурсов эти изменения могут замедлиться и скорость роста падает. Именно так развиваются многие биологические процессы, поэтому данная закономерность широко используется для оценки динамики популяции. Классический пример такой кривой роста можно получить, изобразив график изменения численности оленей, заселяющих новый остров.

Рассмотрим в этом контексте закон Мура. Там предполагается постоянная скорость изменения количества транзисторов в компьютерных микросхемах с течением времени. Но на самом деле это лишь самый прямой фрагмент большой кривой, от которой отрезали участок медленного начального роста и выход на плато в конце. Если продолжить ось времени в обе стороны, закон Мура превратится в логистическую кривую и станет всего лишь результатом наблюдений в некоторые определенные годы.

Часто для прогнозирования будущего изображают цикл, или синусоидальные колебания, которые представляют в виде колоколообразной кривой, поскольку обычно кажется, что рост сменяется



Кривые разной формы могут описывать будущие изменения. Как выбрать правильную динамику?

падением, однако на самом деле эти процессы чередуются. За ростом следует падение, затем рост возобновляется. Кроме того, может вообще не быть выраженной закономерности, например из-за существования точек излома (тогда это описывает теория хаоса), или же могут внезапно появляться новые свойства (данной областью занимаются исследователи сложных систем). Эти два подхода невозможно использовать для точного предсказания будущего, они применяются, чтобы попытаться смоделировать внезапные быстрые изменения, например для прогнозирования землетрясений. С помощью данных методов можно постараться определить, что случится в будущем, но вы не узнаете, когда это будет, либо получите лишь вероятностную оценку, когда может произойти событие.

Существуют и другие закономерности и модели, которыми можно воспользоваться для прогнозов, но тут нам пора остановиться и вспомнить, что если мы пытаемся предсказать ход развития человечества, то, хотя каждый из происходящих одновременно процессов можно описать методами, про которые рассказано выше, предварительный прогноз будет неточным. Процессы идут с разной скоростью и часто пересекаются друг с другом. Получается, что выявление закономерностей и их графическое изображение можно ограниченно использовать для предсказания будущего. Практически невозможно делать количественные предсказания или утверждать что-либо с определенной уверенностью. В реальности прогнозирование сводится к тому, чтобы изучить прошлое, внимательно рассмотреть, что происходит сейчас с планетой, биосферой и человечеством, а затем — угадывать.

Научная фантастика занимается именно угадыванием, и поскольку она честно это признает, то никогда не говорит: «Вот то, что произойдет, а теперь заплати мне \$10 тыс. и соответствующим образом перестрой свой бизнес-план», как делают футурологи, или как там они себя называют на своих визитках. Разницу несложно заметить, поскольку научная фантастика возьмет с вас за визит не \$10 тыс., а только \$10 и скажет лишь: «Такое может случиться, взгляни, это интересно». Время от времени научная фантастика начинает заниматься

футурологией — и получается саентология и многое другое, как смешное, так и ужасное. Но чаще всего, делая свои так называемые предсказания, научная фантастика остается скромной и забавной, поскольку знает, что, вероятно, они не сбудутся.

При таком положении дел, играя в предсказания, остается только попытаться выявить в человеческой и земной истории процессы со столь большой инерцией, что определяемые ими события становятся в некотором роде неизбежными и можно уверенно утверждать: «Скорее всего, это случится». Такой подход называют поиском доминант. Отличный пример использования этого и других удачных методов предсказаний можно найти в статье Айзека Азимова, в которой он в 1964 г. изложил свои прогнозы на 2014 г.

Азимов великолепно играл в эту игру: он был очень умным, чрезвычайно хорошо образованным и в естественно-научной, и в гуманитарной областях. Он понимал, что предсказание — это не более чем занимательное упражнение. Поэтому он с удовольствием откликнулся на предложение от *New York Times* сделать около 50 конкретных прогнозов о том, что произойдет в ближайшие полвека. В 2014 г. его статья опять была напечатана, меня попросили написать к ней комментарий, и я был счастлив это сделать. Мне стало очевидно, что, когда речь идет о конкретных прогнозах в области технологического и исторического развития, он оказался прав чуть более чем в половине случаев. Некоторые из его предсказаний сегодня кажутся очевидными, другие прозорливыми, третьи ошибочными. Но, что касается крупнейшего вопроса, который можно сформулировать так: «Что станет главным изменением в ближайшие полвека?», его прогноз поразителен: он указал на демографическую проблему. Численность людей в 1964 г. была около 3 млрд, но многие проблемы здравоохранения были решены, так что младенческая смертность заметно снизилась, и в то же время происходила зеленая революция, обещающая дать гораздо больше пищи. Кроме того, население в среднем в то время было относительно молодым.

Все это вместе превращало идущую демографическую волну в некую доминанту того времени: если численность населения быстро растет, будет увеличиваться нагрузка на планету. Азимов увидел и объяснил эти факторы. Он указал, что прогресс в любой области окажется под угрозой без повсеместного «разумного и гуманного» контроля рождаемости, для которого, насколько писатель-фантаст мог судить, нужно было бы, в частности, улучшить положение женщин.

В этом направлении изменения происходили почти так, как предсказал Азимов. Кроме того, если мы попытаемся найти аналогичную доминанту для нашего времени, она в некоторой степени возникает из того, о чем говорил писатель в 1964 г. Климатические изменения уже начались,

и от них зависит наше будущее: так или иначе мы ощутим их на себе независимо от того, что делаем сегодня. И если прирост населения может быть разным в зависимости от социальных изменений и даже резко снижаться, как это уже произошло в некоторых странах, то изменения климата запускаются очень легко, и они обязательно наступят.

Тем не менее мы не можем предсказать, ни насколько сильными будут эти изменения, ни какое влияние они окажут в каждом конкретном месте; это зависит от множества факторов, в том числе от того, что мы делаем сейчас. Поэтому давать более конкретные прогнозы после выявления доминанты не стало проще, но можно утверждать, что многое происходящее будет связано с нашими попытками остановить изменение климата. По крайней мере, можно выделить некоторые группы предположений. Мы будем использовать возобновляемые источники для получения энергии, мы будем слабо распространяться вглубь суши, но продвинемся в заселении океанов и т.д. И поскольку мы знаем о доминирующем факторе, то не будем делать неправдоподобных прогнозов о том, чего не может быть в мире, где произошло изменение климата.

В связи с этим надо напомнить об одном важном принципе: чего не может произойти, того не произойдет. Кажется, про это вполне очевидное правило или контрправило иногда забывают, поскольку для нашей культуры характерен так называемый сциентизм, представляющий собой разновидность магического мышления. Мы отмахиваемся от многих проблем: «Наука найдет выход!» Такая формулировка, при которой науке отводится роль действующего лица, может служить признаком магического мышления. Но наука — это не магия, и некоторые процессы, которые мы запускаем сейчас, например закисление океана, невозможно повернуть вспять в ближайшие несколько столетий, тысячелетий или вообще когда-нибудь. Поэтому правило «чего не может произойти, того не произойдет» выступает важным ограничителем при вычислениях, когда мы играем в предсказание будущего. А еще данный принцип помогает оценивать определенные крупномасштабные предсказания, которые весьма часто встречаются в наше время, например «Человек полетит к звездам». Эту старую фразу нужно еще раз внимательно обдумать, поскольку осуществить такое оказалось значительно сложнее, чем считалось в то время, когда возникла сама идея. Большая, чем предполагалось, зависимость нашего микробиома от жизни на Земле, космическое излучение и другие свежие открытия означают, что длительное пребывание в космическом пространстве, по-видимому, невозможно. Таким образом, предсказание того, что человек полетит к звездам, оказывается плохим.

Еще одно распространенное предсказание в наши дни — это «сингулярность». Утверждается, что скоро искусственный интеллект поумнеет

настолько, что окажется сильнее человеческого: устремится к звездам, покроет планету компьютерами, подчинит нас и захватит мир. Довольно известные люди, в том числе Илон Маск (Elon Musk) и Стивен Хокинг (Stephen Hawking), предупреждают, что надо опасаться возможности такого развития событий. Но лидеры бизнеса и физики предсказывают будущее не лучше остальных; в сущности, они играют в научно-фантастическую игру, в которой все равны. Эти люди — несомненные гении в своей области, но когда наряду с другими своими заявлениями на разные темы они начинают предсказывать будущее, то могут и промахнуться. Предсказания хорошо удавались Альберту Эйнштейну и Ричарду Фейнману и не очень — Джеймсу Уотсону и Эрнсту Геккелю. Азимов делал это явно лучше, чем все они, поскольку он понимал правила игры. Поэтому авторитетность человека в какой-то другой области не означает, что его прогнозы заслуживают большего доверия.

С другой стороны, предсказание сингулярности интересно, поскольку служит сюжетом для научно-фантастической истории. И действительно, она появилась в 1981 г. в повести писателя фантаста Вернора Винджа «Истинные имена». Вспомните, в начале статьи я говорил, что научная фантастика часто отражает наши нынешние переживания. Это верно и здесь, и таким образом понятие сингулярности реабилитируется. Как прогноз оно несостоятельно, поскольку не учитывает многие особенности мозга, компьютеров, намерений, свободы воли и исторического развития. Но если посмотреть с точки зрения метафоры, то искусственный интеллект олицетворяет собой науку. Наука — это тот искусственный интеллект, которого мы боимся: она коллективная, абстрактная, механистичная, выходящая далеко за рамки восприятия отдельного человека. Науке известно то, чего не смог бы узнать и воспринять отдельный человек. И все же это мы изобрели науку и позволили ей развернуться. Поэтому когда люди говорят, что «наступит момент, когда искусственный интеллект возьмет верх над человечеством», таким образом они выражают свои чувства и страхи по поводу того, что наука и технологии развиваются столь быстро, что выходят из под нашего контроля. В этом смысле сингулярность, возможно, уже и наступила.

Когда гениальные и знаменитые люди предупреждают нас об опасности искусственного интеллекта и возможности прохождения точки сингулярности, мы можем закатыть глаза (я так делаю) или читать это как метафору (что, по-видимому, полезнее), но кроме того понимать это так: нам надо сохранять контроль над происходящим и самим делать выбор. Любая технология — всегда набор средств, появившихся в результате человеческого выбора. Когда мы не делали этого выбора и казалось, что он «произошел сам», на самом деле это означает, что мы строили свои умозаключения на основе устаревшей информации, старых

предположений и непроверенных утверждений, которые кажутся сами собой разумеющимися.

Другими словами, сингулярность — это другое название для слепой веры в науку или представления, что с помощью нее мы найдем выход из любой ситуации, хотя на самом деле мы должны и в дальнейшем принимать осознанные решения об использовании науки и технологий в нашем развитии.

Итак, предсказание: я предполагаю, что будет усиливаться международное обсуждение стоящих перед нами научных, природоохранных и политических вопросов. Неравенство в нашей экономической системе, нарушение биосферы, от которой мы зависим, возможность шестого массового вымирания живых организмов на Земле, на этот раз по нашей вине — все это будет хорошо известно всему человеческому населению. Станет очевидной необходимость изменений в технологических и социальных системах, чтобы избежать катастрофы и создать справедливый и устойчивый мир. И когда жизнь заставит, мы начнем выкручиваться. Изменятся правила жизни, в том числе те, которыми определяется наша экономическая система. Капитализм в том виде, в котором он существует сейчас, это как плутониевый завод в Челябинске-65 на фоне современных технологий: грязный, грубый, глупый и разрушительный. Поэтому мы будем менять законы капитализма, пока он не превратится в устойчивую систему.

Сейчас, конечно, можно было бы спрогнозировать плохое будущее, сказать, что мы наделаем ошибок, передеремся, станем причиной массового вымирания, сами окажемся на грани вымирания и спустя десятилетия вылезем, щурясь, из подземных ходов с посттравматическим синдромом и поврежденными мозгами. Это возможно, но вероятность такого развития событий основана на предположении, что люди глупы, трусливы и слабо способны к сотрудничеству. Возможно, в этом есть некоторая доля истины, но все зависит от нас.

То, что мы в настоящее время знаем о человечестве, о приспособлении к серьезным климатическим изменениям и многим другим неблагоприятным факторам, подсказывает, что плохие черты слишком слабы, чтобы иметь решающее значение. И большинство из нас верят, что искусственный интеллект в виде науки — полезная сила, которую мы контролируем. Поэтому, если на сегодня проводите прямолинейную экстраполяцию, то... Нет, погодите. Я уже говорил, что это не очень хороший метод. Вместо этого, оценивая все те тенденции, которые мы можем наблюдать, я предположу, что наши интеллект и желание делать добро для наших детей выльются в создание цивилизации, которая будет в стабильных отношениях с биосферой. И я предсказываю, что потом будет еще интереснее. ■

Перевод: М.С. Багоцкая

ЛЮДВИГ ФАДДЕЕВ:

«МАТЕМАТИКА – ЭТО ЯЗЫК ВСЕХ НАУК»



В рабочем кабинете, Отделение математических наук РАН

Медаль имени Людвиг Фаддеева

В прошлом номере журнала мы сообщали, что в честь выдающегося российского физика и математика академика **Людвиг Дмитриевича Фаддеева** престижные научные организации мира, среди которых Американское физическое общество и Европейская комиссия по малочастичным системам (*European Research Committee for Few-Body Problems in Physics*), учредили международную медаль. Об этом было объявлено на 23-й международной конференции по квантовой теории нескольких частиц. Событие приурочено к 55-летию с момента публикации научного труда Л.Д. Фаддеева «Теория рассеяния для системы трех частиц». Мы анонсировали материал, посвященный этому выдающемуся событию. Предлагаем вашему вниманию интервью со знаменитым ученым.

— **Людвиг Дмитриевич, поздравляю вас! Уникальное событие произошло.**

— Спасибо большое. Для меня это неожиданно. Могу гордиться. И самое интересное, что эта работа была мной написана 55 лет назад. Тем не менее, представляете, десятки, может быть, даже сотни людей продолжают этим заниматься. И вот сейчас решили сделать эту медаль. Поначалу это было ближе к ядерной физике. Но на самом деле это не только ядерная физика, это атомная физика. А теперь, когда появились новые частицы, приходится заниматься уже ими. В общем, это тематика, которой пока еще нет. Но в результате я стал таким профессиональным математическим физиком, то есть занимаюсь вопросами математическими, которые имеют отношение к теоретической физике.

— **Вы понимали тогда, что вы сделали?**

— Ну, я считал, что это хорошая работа. Правда, это надо было еще доказать. Мне повезло — меня очень быстро признали за границей. Ну а дома как всегда...

— **Не поняли?**

— Не сразу. Но потом дали Сталинскую премию.

— **И вы стали директором института?**

— Нет. Я долго «рос», а это была моя докторская диссертация. В 1976 г. я в конце концов согласился стать директором. У меня была такая политика — брать только лучших студентов с физического и математического факультетов. В результате в конце 1980-х гг. у меня был фантастический институт, в котором было все. Вся математика была представлена людьми возрастом около 40 лет. И, представляете, 40 докторов наук из нашего института уехали. Из 70 — 40! Конечно, это была огромная потеря. В конце 1980-х гг. это был один из лучших институтов мира. Но мы продолжаем существовать, учим новую молодежь.

— **Вы общаетесь со своими уехавшими учениками?**

— Конечно. По электронной почте, как все...

— **А где они сейчас работают?**

— В Америке, во Франции, в Англии, Швейцарии, Германии. Например, Евгений Константинович Склянин, мой ученик, избран членом Лондонского королевского общества. Кстати, я тоже член Королевского общества. Вообще, я иностранный член 12 лучших академий мира.

Действительно, при жизни ученого очень редко делают медали его имени. Например, при жизни сделали медаль Макс Планку. И дали ему первому. Она у меня тоже есть. Знаете, роскошная медаль, 300 граммов чистого золота. У меня все премии есть. Кроме одной.

— **Понятно какой... Ваши родители были математиками. Они вас научили любить эту науку?**

— Нет. Просто такая была атмосфера в доме, такая семья, где люди работали. И было очевидно,



С внучкой М.А. Евневич на вручении Премии Шао, Гонконг, 2008 г.

что я тоже буду работать в науке. Никто меня не заставлял, никуда не направлял. Но в результате, поскольку отец был математик, я пошел в физику. Мой отец одновременно был профессиональным музыкантом. И у моей матери была мечта, что я буду дирижером. Так что я должен был учиться музыке, становиться дирижером. Я был бы хорошим дирижером, но началась война, и мне не пришлось...

— **Людвиг Дмитриевич, ваши последние научные работы и та, что была написана 55 лет назад, — это одно направление?**

— Нет, абсолютно другое. Сейчас их пока мало читают, потому что у меня свой язык, свой подход. Одна из моих последних статей называется «Нулевые моды для квантовой модели Лиувилля».

— **Да, это сложно. Сколько человек в мире вас понимает?**

— Ну, сейчас порядочно. У нас большая компания. Но, повторю, у меня свой подход, отличный от других.

— **Вы в этой компании лидер?**

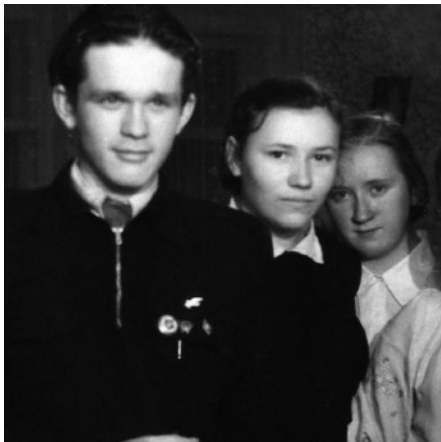
— Нет, я сам по себе. Я одинокий человек. Все мои ученики уехали. Впрочем, недавно появился новый ученик, и я этому очень рад. Он из Самары, молодой, красивый, учится на четвертом курсе. Мы начали с ним работать.

— **Как его зовут?**

— Александр Иванов.

— **Молодежь сейчас интересуется физикой?**

— Сейчас дело вот в чем. В 1990-х гг. была мощная тенденция всем уходить в экономику, в менеджмент... Сейчас многие возвращаются в математику. Надежда России — на провинцию, именно там это снова возникнет. У меня во всяком случае есть такая надежда. Хотя сейчас академию наук бьют абсолютно незаслуженно. Мы получили пощечину, но что делать, мы терпим и стараемся развиваться, идти вперед.



Студенчество, СПбГУ, 1950-е гг.



Молодой профессор СПбГУ, 1960-е гг.



В Триесте с И.М. Лифшицем и И.М. Халатниковым, 1968 г.

Эта реформа меня очень подкосила, как и многих других, и до сих пор мы не знаем, как с ней быть. На последнем собрании академии я сказал, что ФАНО надо превратить в управление делами академии наук. Такое четкое сделал предложение. Думаю, это правильно. Ученые нужны, потому что они дают обществу новые знания, а новые знания всегда найдут себе применение.

— **Вас называют основоположником целой научной школы.**

— Моя работа по трем частицам была моим первым большим научным результатом. Но с тех пор я много раз менял тему. И действительно можно считать, что целый ряд направлений в современной математической физике появился в результате исследований моих и моих учеников. И я этим очень горд. Математика убедительно показала, что она — основной рабочий инструмент современной физики.

— **Многие предъявляют к фундаментальной науке претензии, что ее сложно прогнозировать, непонятно, чем занимаются ученые. Что вы на это скажете?**

— Действительно, невозможно прогнозировать, мы выдумываем сами, никто нам не может приказать... Ко мне однажды, еще в советское время, пришел один человек из так называемого народного контроля. Говорит: «Какая вышестоящая организация дает вам задание?» Отвечаю: «Господь Бог на небе». И он ушел. Никто мне не может дать задание, я занимаюсь тем, чем хочу, и это, конечно, большое счастье. А то, что меня терпят, — тоже большое счастье.

Вот, кстати, образ мышления русских людей, математиков, близок к опыту математической физики. Когда мои ученики уехали за границу, они сразу там приобрели очень большое влияние, потому что делали то, что иностранцам было еще не совсем ясно.

— **Можно сказать, что математика и физика — двигатель всех остальных наук?**

— Я люблю говорить, что математика — это язык основных наук. Когда вы начинаете изучать фундаментальные основы, например, биологии или какой-либо другой науки, вы начинаете использовать математику. И это действительно язык современной науки. Я-то знаю, что такое математика.

— **А как вы узнали о медали?**

— Мне осенью пришло письмо, в котором сообщалось, что они собираются это сделать. Я отвечаю: «Ну, я не против». — «Если вы не против, мы будем делать». И вот буквально в самом начале августа, 11-го числа, меня пригласили на заседание, и я съездил. Это было небольшое европейское заседание. А медаль будут вручать на международной конференции, которая проходит раз в три года.

— **Что было на заседании?**

— Рассказали мою биографию, не очень полную, сказали, в чем мои научные заслуги, в честь которых создана медаль.

— **Вы были смущены?**

— Нет. Мне 82 года, я столько получал всего... Если перечислять все премии, это займет слишком много времени.

— **Я знаю, что вы не только ученый, но и музыкант, как ваш отец.**

— Нет, я любитель. Я очень хорошо знаю музыку, действительно хорошо. У меня есть роскошная музыкальная система, я ее слушаю. Мое музыкальное образование от отца, но у нас с ним разные любимые композиторы. Например, он больше любил Шумана, а я — Шуберга. Я люблю Берлиоза, а он его не особенно ценил. Что касается моего тезки Людвиг ван Бетховена, знаю его наизусть. Еще люблю Рихарда Штрауса...

— **Вы сами исполняете их произведения?**

— Я сейчас не играю. Но у меня хороший немецкий рояль *Steinway*. И если я действительно уже не смогу работать, может быть, начну играть.

— **Говорят, ученым иногда во сне приходят решения задач. У вас так было?**



С Эллиоттом Либом, Альпы, 1968 г.



«Мое музыкальное образование — от отца»



На горнолыжном курорте Лех, 2010 г.

— Конечно. Я сейчас в основном во сне об этом и думаю. Приходят в голову формулы, я их запоминаю, утром пишу. Мне кажется, очень многие люди знают, что такое думать во сне.

— **Как вы относитесь к современным наукометрическим показателям? К индексу Хирша?**

— Я главный враг всему этому. В какой-то газете написали: «Фаддеев — самый статусный враг Министерства образования и науки». Потому что я все время выступаю против того, чтобы эти индексы цитирования считались критерием оценки труда ученого. Особенно когда какие-нибудь институты дают деньги за работы, опубликованные за границей. Считаю, что это абсолютно неправильно.

— **А как правильно?**

— А никак не правильно, работу надо писать, и все. Если она хорошая, ее возьмут в хороший журнал. Но сейчас есть много журналов, которые берут работы за деньги, причем любые, не всегда хорошие. И все это переходит просто в коммерцию.

— **А кто будет оценивать качество работы ученого?**

— Тот, кто ученый, и больше никто. Настоящее качество работы может оценить только коллега. И, между прочим, за границей, в развитых странах типа Англии индекс цитирования уже не считается. И в Соединенных Штатах тоже. Наше отделение устраивало опрос, специально написали во все ведущие иностранные институты: оцениваете ли вы при приеме на работу индекс цитирования? Всюду был отрицательный ответ.

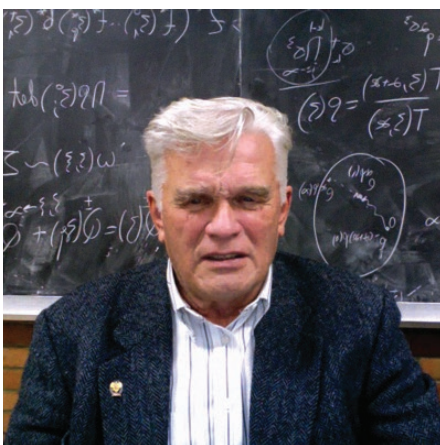
— **Но у вас самого один из самых высоких индексов в нашей стране...**

— Индексы считают несколько организаций, и у них получается по-разному. Мой индекс обычно получается в промежутке от 50 до 70. А мой друг Владимир Евгеньевич Захаров меня в этом превосходит. Вот такой у меня главный соперник.

— **Что бы вы пожелали нынешнему руководству академии наук?**

— Ничего не бояться и бороться за судьбу академии. ■

Беседовала Светлана Попова



Открытия в математике совершаются на обычной классной доске



Вручение Премии Шао, Гонконг, 2008 г.



Даже в дороге ученый думает о науке



НАУКА



рямое включение с Международной космической станции стало одной из изюминок фестиваля «Наука 0+», который уже в 11-й раз прошел в Москве в начале октября. За три дня на площадках фестиваля «Наука 0+» прошло более 3 тыс. мероприятий, участниками которых стали более 840 тыс. человек. Как обычно, самая напряженная жизнь кипела в МГУ им. М.В. Ломоносова — в Фундаментальной библиотеке и Шуваловском корпусе. Всего же участие в фестивале приняли более 100 площадок по всему городу: библиотеки, музеи, научные центры.

Поскольку тема нынешнего Фестиваля науки — развитие космонавтики, посетителям предлагали на минуту стать космонавтами и летчиками, испытав себя на специальных профессиональных тренажерах и симуляторах. Даже дети могли провести стыковку космического корабля со станцией или войти в пике как настоящий истребитель.

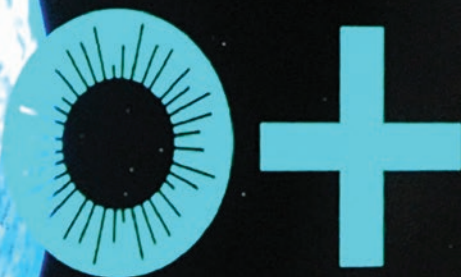
Детям, как обычно, на Фестивале науки было чем заняться. К их услугам были многочисленные площадки с оборудованием для химических и биологических экспериментов, возможность пообщаться с роботами и построить макет Луны.

Взрослым были предложены многочисленные лекции. На «Науке 0+» лекционная программа всегда хорошо представлена, но в этом году она

оказалась чрезвычайно насыщенной: более сотни разнообразных лекций выдающихся ученых — специалистов во всех областях науки от гуманитарных до естественно-научных. Первую лекцию, прозвучавшую на открытии, традиционно прочитал ректор МГУ В.А. Садовничий, и она закономерно касалась научных достижений российских исследователей, особенно специалистов из Московского университета, в области космонавтики. Он рассказал также о только что врученных Нобелевских премиях этого года. Специальным гостем фестиваля стал нобелевский лауреат по экономике профессор Джеймс Миррлис, который выступил с лекцией «Экономика в долгосрочной перспективе: рост, неравенство, регулирование».

Фестиваль

КОСМИЧЕСКОГО масштаба



«Поехали!»

Особый интерес к космическим исследованиям в этом году вполне объясним: исполнилось 55 лет со времени первого полета человека в космос. Полукруглая дата совпала с запуском Московским государственным университетом спутника «Ломоносов» (третьего на счету МГУ). И еще в этом году мы дождались серьезных открытий от спутника «Радиоастрон».

Кроме связи с МКС и космических тренажеров посетители выставки имели возможность пойти в мобильный планетарий, где показывали, как динамически развивалась Вселенная. Демонстрацию проводили в 3D-режиме — зрителям было легко представить себя посреди новообразованной галактики. Временами даже голова кружилась от наплывающих облаков космического газа, закручивающегося и слипающегося в планеты! Там же читали лекции о квазарах, черных дырах, гравитационных волнах и прочих вечных вопросах большого космоса. В программе были и практические темы: посетителям рассказывали, как устроены полеты в космос, что такое баллистика, по какому принципу работает жидкостный космический двигатель и как проводятся на МКС эксперименты. Дети и взрослые могли

наблюдать, например, как развиваются растения в условиях космоса. Оказывается, для жизнедеятельности им нужен инфракрасный свет.

А на площадке Экспоцентра дети могли представить себя на Марсе. Площадка «Марс-Тефо» — это красные палатки, в которых проходил квест для школьников (правда, задания были рассчитаны скорее на взрослых). Организаторы также показывали на этой площадке образовательный фильм про Красную планету.



«Научное шоу доктора Халла»
никого не оставило равнодушным

Обширна была лекционная программа



Министр образования и науки О.Ю. Васильева

В Ломоносовском корпусе можно было попасть в виртуальную реальность и около трех минут поехать по поверхности Луны. Для этого надо было ответить на вопросы викторины по космической тематике и получить приглашение.

Лазерный прицел

Одним из самых ярких впечатлений фестиваля стало лазерное шоу. Между тем лазер, вернее лазерный микроскоп, — один из очень важных инструментов, помогающих ученым исследовать микромир. С микроскопом в определенном смысле можно сравнить такое сооружение, как ускоритель, позволяющий физикам изучать поведение элементарных частиц. Как известно из классической оптики, чтобы увидеть структуру объекта, надо облучить его светом, длина волны которого существенно меньше этого объекта. Такое возможно при большом импульсе — отсюда стремление физиков разогнать лучи до больших скоростей, то есть построить длинные тоннели-ускорители. На фестивале можно было виртуально проникнуть в пространство самого большого ускорителя Европы — состоялось прямое включение из *CERN*.

Российские ядерщики тоже были представлены на «Науке 0+». Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ) устроил одну из самых занимательных площадок. Были показаны макеты ионного ускорителя для синтеза сверхтяжелых элементов и нейтринного телескопа, а также схема ускорительного комплекса *NICA*.

Жизнь как она есть

Гигантская улитка, занимающая целую ладонь, кого угодно приведет в восторг. Но и кроме нее на Фестивале науки было на что посмотреть

по части биологии. На стенде биофака МГУ были, например, растения и живые организмы Белого моря, к которым прилагался подробный рассказ о фауне и флоре этого региона. Именно там находится знаменитая биостанция МГУ, на которой воспитано не одно поколение известных биологов.

А на стенде института медико-биологических проблем — оранжерея растений, живущих в космосе. В программе были также рассказ о полезных и вредных микробах и возможность понаблюдать биологические срезы в микроскоп. В Ботаническом саду МГУ «Аптекарский огород», как обычно, устроили лекцию о том, как ученые наблюдают за растениями. В программу входило определение растений на карте парка — прямо на холоде. А потом в теплой оранжерее последовал рассказ о хищных растениях, о тропических обитателях и о суккулентах. Детям разрешили рассмотреть растения в микроскопы. Жаль, что микроскопов было мало, а детей куда больше.

Химические опыты

В МГУ проходило ставшее уже привычным москвичам «Научное шоу доктора Халла» — жидкий азот, вода, взрывающаяся белый порошок, и прочие фокусы, а в роли главного химика — преподаватель химии из британского Брайтонского университета. На одном из стендов выставки можно было попробовать получить пенопропилен своими руками. Посетителям также читали лекции про полимеры и ректификацию нефти.

Довольно много химических опытов, ориентированных на детей, было представлено на площадке Экспоцентра. МГТУ «Станкин» привез специальный аппарат для анализа воды на содержание различных веществ. Можно было, например, исследовать собственную бутылку с водой. А у одного из стендов в Фундаментальной библиотеке

МГУ показывали специальное огнеупорное покрытие из графита. Оно оказалось не просто огнеупорным — при нагревании специальным образом обработанный графит вспучивается и сам гасит огонь.

Не хлебом единым жив человек

Куда сходить — на лекцию по литературе или на рассказ о богах Египта? В этом году довольно много привлекательного было по части филологии, истории и лингвистики; например, одна из лекций предлагала новые технологии изучения иностранных языков.

Как и следовало ожидать, у детей больше интереса вызвали археологические раскопки. В один из корпусов МГУ историки завезли песок, и все желающие могли откапывать настоящие древние черепки из коллекции исторического факультета. На руки, разумеется, откопанное не выдавали. А на стенде Южного федерального университета ребята из Ростова-на-Дону учили детей раскапывать клады, а заодно рассказывали про историю своего региона, ну и про археологию в целом.

Кубик Рубика и прочие 3D-радости

Говорят, где-то в кулуарах фестиваля, а именно на площадке МЭИ, можно было встретить чемпионку по сборке кубика Рубика, который учил собирать кубик на скорость одной рукой и с закрытыми глазами. Жаль, что не удалось до него добраться, остается надеяться, что в следующем году у него будет отдельный стенд.

Во многих местах можно было посмотреть на 3D-принтеры, ставшие за последнее десятилетие довольно рядовым явлением. Можно было порисовать 3D-ручкой и выбрать из нескольких моделей самую удобную — если дожидаться своей очереди. Возможность добраться до нее зависела от организаторов: там, где время работы ручкой не ограничивали, стоять можно было часами.

Большой популярностью у посетителей выставки пользовался стенд РНИМУ им. Н.И. Пирогова, где можно было провести на манекене сердечно-легочную реанимацию, сделать операцию, почти как настоящий хирург, поставить диагноз пациенту и даже — ключевой номер программы! — наложить себе гипс. К счастью, инновационные материалы и скачок в методах лечения сломанных костей позволяют сейчас обойтись без гипсового панциря, но школьникам развлечение явно доставляло много радости. Кстати, благодаря многочисленным викторинам и конкурсам фестиваля все активные ребята уходили с разнообразными подарками, и, по их словам, футболку «Наука 0+» многие получали уже не в первый раз.



Дети с восторгом общались с роботом Теспьяном

Завершился фестиваль впечатляющим фейерверком: рассказы о нем дошли даже до тех москвичей, кто сам прийти не смог. И главное — мы в очередной раз увидели, насколько увлекательной и яркой может быть наука, если уметь ее показывать.

Подготовили Нодар Лахути и Мария Молина



Каждый, и ребенок, и взрослый, может найти занятие себе по душе

**ALFR.
NOBEL**



«Нобелевские премии

и сюрпризы природы»

Так называется новая книга профессора **Эрлинга Норрбю**, вирусолога с мировым именем, хранителя Нобелевского архива, в прошлом — генерального секретаря Шведской академии наук и председателя Нобелевской ассамблеи.

Свою книгу ученый представил в самый канун вручения Нобелевских премий 2016 г. 30 сентября в Москве в президиуме Российской академии наук вместе с лекцией «Возникновение главной догмы: от ДНК к РНК и белкам» (*The Emergence of the Central Dogma: DNA to RNA to Protein*). Он рассказал об основных тенденциях развития естественных наук, опираясь на уникальные исторические материалы и собственный исследовательский опыт. По мнению профессора Норрбю, именно в области молекулярной биологии в ближайшие годы можно ожидать главных нобелевских открытий.

— Профессор Норрбю, вы представляете науку и как исследователь, и как хранитель Нобелевского архива. Каковы ваши личные критерии значимости научного открытия?

— Прежде всего хочу пояснить, что Нобелевский комитет использует не только термин «открытие»; если говорить о естественных науках, например, то в области физики это могут быть «открытия и изобретения», что определяет совершенно иную трактовку. На протяжении более чем столетней истории существования Нобелевских премий велись постоянные дискуссии, что же понимать под открытием. Принимались во внимание разные критерии, и в конце концов пришли к следующему



Эрлинг Норрбю — иммунолог, лорд-камергер королевского двора Швеции и хранитель архива Нобелевского комитета

выводу: открытие — это нечто неожиданное, влияющее на будущее развитие науки, открывающее новую область знания. Я с такой трактовкой полностью согласен.

Возьмем медицину, где мы используем только термин «открытие». Это поистине необъятная область, где есть место и работам, подобным открытию двойной спирали ДНК, которое дало науке новое направление, повлиявшее на будущее и наук о жизни, и практической медицины. Но это могут быть и новые методы исследования, которые произвели революцию в практической медицине, например электрокардиограмма или магнитно-резонансная томография. Хотя медики часто жалуются, что Нобелевский комитет большей частью присуждает премии за фундаментальные работы в области биологии, которые далеко не сразу имеют выход в практику. Должен сказать, что в течение этих 100 с небольшим лет мои предшественники проводили очень тщательную работу по выявлению именно таких открытий и все-таки сумели найти ключевые вехи, определившие развитие науки на много лет вперед.

Однако условия со временем меняются, и отличительной чертой нашего времени стало переплетение областей, когда порой трудно определить, к какой сфере, а значит, к какой номинации относится работа. Уже упомянутая мной двойная спираль, а много позже — расшифровка генома человека действительно стали определяющими в развитии медицины. Но не только: дальнейшие исследования в этой сфере были отмечены премиями уже в области химии — например, изучение каталитических свойств РНК, способов передачи и считывания информации.

В 1997 г. одним из лауреатов Нобелевской премии по химии стал американский физик Пол Бойер, а присуждена премия была за открытие механизма синтеза АТФ, что повлияло на развитие наук о жизни в целом.

И, конечно, очень важный критерий — возможность развития в будущем новых технологий. Сегодня ваш персональный геном можно расшифровать всего за тысячу долларов, и это следствие всего нескольких открытий, сделанных в течение нескольких десятилетий.

— Вы перечислили действительно эпохальные открытия, но они случаются далеко не каждый год. Нобелевские эксперты обычно имеют дело с работами разного уровня, число которых с каждым годом растет. Какова динамика этого роста? И какие инструменты позволяют не утонуть в таком многообразии?

Число номинантов на Нобелевскую премию растет с каждым годом, и это отражает динамику развития науки. Допустим, в 1901 г. их было примерно от 80 до 100 в каждой номинации, а сейчас — 400–500. Всего мы рассылаем около 4 тыс. приглашений. Конечно, часть исследований повторяется; тот, кто прошел предварительный отбор, но не получил премию, может номинироваться снова. У нас существует отлаженная система отслеживания работ, которые не прошли отбор ранее, что позволяет сужать изначальную цифру номинантов. Потом в Нобелевском комитете начинаются активные дискуссии, какому из значимых исследований оказать предпочтение. Самые сильные работы могут сталкиваться еще с тремя-четырьмя такими же по значимости, они могут номинироваться повторно, и через год-другой такой ученый в конце концов получает премию.

— Расскажите, пожалуйста, подробнее о процедуре отбора, позвольте заглянуть в кухню...

Итак, все начинается после 31 января, когда комитет получает данные обо всех номинантах. На первой встрече комитета происходит краткий обзор, своего рода мониторинг работ: это исследование новое, это — старое, одно может иметь значение, другое — нет, этот ученый номинируется впервые и пр. Таких заседаний может быть несколько, и в итоге отбираются работы, достойные более детального рассмотрения. В мае начинается

тщательный анализ участвующих в конкурсе исследований рецензентами. Причем до 1966 г. это были только шведские рецензенты, а впоследствии начали привлекать международных экспертов, и сейчас они составляют большинство.

Это очень сложный и трудоемкий процесс: необходимо оценить не только конкретную работу, но и целую область, к которой она принадлежит, затем установить приоритет, кто был первым, поскольку часто статьи публикуются практически одновременно. Один рецензент может рецензировать как работу, так и целую область, и сказать, что в этой области самое важное. Плюс к этому нужно установить приоритет — кто был первым в открытии, поскольку иногда работы выходят практически одновременно и необходим тщательный анализ. Если работает целая лаборатория, приходится очень аккуратно выяснять реальную картину: был ли там лидер, который проводил большую часть исследований, кто установил суть открытия. Это очень тонкая и тщательная работа.

Все это происходит до августа, когда рецензенты обычно отправляются в отпуск и в большинстве своем используют это время для написания рецензий. Затем все отзывы собираются вместе и публикуются в едином альманахе объемом примерно 500 страниц. С этого момента начинают работать собственно члены Нобелевского комитета, которые анализируют все эти рецензии и отбирают две-четыре работы для каждой из областей, а затем уже приходят к окончательному решению.

К началу октября все закончено, решения приняты, готовятся пресс-релизы, и в этот период самой главной проблемой становится секретность, чтобы никто ничего не узнал заранее. Я каждый раз приятно удивляюсь, что нам удается избежать утечек информации.

— А что происходит на финальных заседаниях комитетов во время Нобелевской недели?

Открытие двойной спирали и расшифровка генома человека стали определяющими в развитии медицины

— Присутствовать на таких заседаниях — большая привилегия, для меня это незабываемый опыт. Это возможность еще раз проследить историю открытия, оценить его значение, убедиться в правильности выбора. Сначала председатель комитета кратко представляет всех кандидатов, что занимает примерно 45 минут, и за это время присутствующие погружаются в целую область науки. Следующий пункт — представление непосредственно лауреата и объяснение, почему выбрана

КНИГИ ЭРЛИНГА НОРРБЮ

- Первая книга Эрлинга Норрбю «Нобелевские премии и естественные науки» посвящена истории формирования у Альфреда Нобеля замысла учреждения Нобелевских премий и последующей деятельности Нобелевского фонда. В ней впервые обобщен многолетний опыт деятельности нобелевских учреждений по экспертизе и присуждению премий по физиологии или медицине, собраны материалы лекций, прочитанных автором, а также описан опыт участия в работе Комитета по номинации на Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Русскоязычное издание вышло под редакцией члена-корреспондента РАН В.Х. Хавинсона и иностранного члена РАН Михаэля Тендлера (Швеция).
- Вторая книга «Нобелевские премии и сюрпризы природы» посвящена самым значительным открытиям XX в. Эрлинг Норрбю рассказывает обо всех премиях, присужденных в области иммунологии, и подчеркивает роль, которую эти открытия сыграли в развитии человеческой способности контролировать инфекционные заболевания. На русском языке книга вышла под редакцией академика РАН

М.А. Пальцева, члена-корреспондента РАН В.Х. Хавинсона и иностранного члена РАН Михаэля Тендлера и была опубликована при поддержке Российской академии наук и фонда *GL Financial Group* (Швейцария).

■ На русский язык также переведена книга Ульфа Лагерквиста «Периодическая таблица и упущенная Нобелевская премия», выпущенная под редакцией Эрлинга Норрбю. В этом издании автор проследживает формирование химии как науки и некоторые важнейшие события в ее развитии. Центральное место в этом путешествии в историю занимает Д.И. Менделеев, автор периодического закона элементов.

■ 19 сентября 2016 г. в Швеции увидела свет третья книга профессора Норрбю, посвященная Нобелевским премиям по физиологии или медицине, врученным в период с 1963 по 1965 г. Помимо прочего, в своей новой книге Эрлинг Норрбю рассказывает о важном вкладе российских ученых в исследования по изучению холестерина и заболеваний кровеносных сосудов на заре XX в.

именно эта работа, раскрытие ее значения. Потом следует получасовой перерыв на обед и далее — пресс-конференция, где объявляются лауреаты.

Самое интересное происходит за эти полчаса: ответственный генеральный секретарь комитета должен сам обзвонить всех лауреатов, сообщить о присуждении премии и предупредить, что с ними в ближайшие 10–20 минут могут связаться журналисты. Для меня лично за время работы на этом посту с 1970 по 2003 г. это были невероятно драматичные моменты! Например, в три часа ночи приходилось звонить в Калифорнию, поднимать кандидата с постели, убеждать лауреата, что это не шутка, наблюдать самые разные реакции. Помню, как безуспешно пытался дозвониться в Санкт-Петербург академику Жоресу Алферову, который просто не брал трубку, и тогда я попросил коллегу, знающего русский язык, связаться с его секретарем и попросить, чтобы господин Алферов сам ответил на звонок...

— **Страны и политики меряются числом нобелевских лауреатов. А на самом деле отражает ли это уровень развития науки страны?**

— Думаю, отражает, поскольку мы отбираем работы высшего уровня. Кстати, статистика показывает, как ситуация объективно меняется со временем. Например, до Второй мировой войны большую часть премий получали ученые из Великобритании, Германии и Франции, а ученые из США — значительно реже. После войны ситуация коренным образом изменилась по целому ряду известных причин, и США вышли на лидирующие позиции. Сегодня 70% нобелевских премий в области естественных наук присуждаются американским ученым. Но замечу, что мы не принимаем во внимание национальность, пол, возраст, мы оцениваем лишь вклад в развитие науки и пользу для человечества.



Здание Шведской королевской академии наук в Стокгольме

Российская наука достигла высочайшего уровня, особенно в области физики, где у нее наибольшее число нобелевских лауреатов

— **Тем не менее у России есть некоторая обида на Нобелевский комитет, у нас за эти 100 с лишним лет сделано немало громких открытий, в историю науки вписано много имен российских ученых, создавших целые направления, научные школы, а нобелевских лауреатов очень мало. В чем, на ваш взгляд, причина, и что вы думаете об уровне российской науки в целом?**

— Я глубоко уважаю российскую науку и считаю, что она достигла высочайшего уровня, особенно в области физики, где, кстати, наибольшее число нобелевских лауреатов. Во многом этот успех определяется высоким уровнем базового образования. Наука ведь начинается в школе, продолжается в университете, когда очень важно найти руководителя, ученого, который стал бы авторитетом для будущего исследователя. Поэтому когда молодые люди спрашивают меня, что надо сделать, чтобы стать хорошим ученым, я всегда советую: найдите себе хорошего наставника.

Однако, к сожалению, история российской науки знала не только взлеты, но и падения, и именно исторические причины я назову главными, отвечая на ваш вопрос. В течение первой трети прошлого века в России в области биологических наук, химии работало очень много блестящих ученых, основоположников целых направлений. Но в середине века началось отрицание генетики, которое отбросило эту область на несколько десятков лет назад.

В моей области, вирусологии, я могу назвать великого ученого, Дмитрия Ивановского, который первым определил вирусы как болезнетворные организмы. Я начал заниматься вирусологией в 1950-х гг., а в 60-х гг. стал активно интересоваться представителями этой области науки, многие из которых были из России: Михаил Чумаков, Анатолий Смородинцев, Алиса Букринская. Кроме того, Россия была сильна



Профессор Эрлинг Норрбю и президент РАН академик В.Е. Фортвов на пресс-конференции в Москве

в области создания вакцин. И сейчас очень важно вдохновлять и поддерживать молодых людей, чтобы они восстановили эту традицию.

— **Почему же, невзирая на все сказанное, российские ученые остались за бортом?**

— Не забывайте о конкуренции, которая с каждым годом становится все жестче. Число исследователей возросло в разы, все больше стран

становятся конкурентоспособными, например Канада, я уже не говорю о странах Юго-Восточной Азии, где наука развивается очень быстрыми темпами.

— **Вы хранитель Нобелевского архива. Назовите, пожалуйста, самую большую ошибку Нобелевского комитета и самое крупное открытие.**

— Ошибок немного, можно вспомнить несколько открытий, которые позже не подтвердились или были опровергнуты, но если рассматривать историю с точки зрения несостоявшихся Нобелевских премий, я назову прежде всего русского химика Дмитрия Менделеева. Под моей редакцией вышла книга Ульфа Лагерквиста «Периодическая таблица и упущенная Нобелевская премия», где воссозданы все обстоятельства того, почему Менделеев не стал нобелевским лауреатом.

Но в целом, если внимательно изучить архивы (а они, как известно, рассекречиваются через 50 лет), можно увидеть, насколько аккуратны были эксперты в выборе исследований. Многие работали в Нобелевском комитете без перерыва в течение 20–30 лет, и все это время каждый из них должен был находиться на переднем крае науки, знать все о последних научных исследованиях и открытиях. Это вызвало появление потрясающих рецензий, обзоров, имеющих самостоятельную ценность, и они стали примерами того, как люди видели науку 50 лет назад.

ДОСТИЖЕНИЯ

Имя действительного члена Шведской королевской академии наук профессора Эрлинга Норрбю занимает особое место в ряду ученых, посвятивших свою жизнь изучению естественных наук. Эрлинг Норрбю — выдающийся ученый, специалист мирового уровня по вирусам, в 1977 г. возглавивший департамент в Каролинском институте (Стокгольм, Швеция). В 1990–1996 гг. Эрлинг Норрбю — генеральный секретарь Шведской королевской академии наук, в 1981–1987 гг. — член Нобелевского комитета и председатель Нобелевской ассамблеи. На протяжении более чем 20 лет принимал участие в выборе лауреатов Нобелевской премии в области физиологии или медицины. В настоящее время — лорд-камергер королевского двора Швеции и хранитель архива Нобелевского комитета.

Что касается наиболее ярких открытий, это, повторю еще раз, конечно же открытия двойной спирали и генетического кода, давшие начало всей области молекулярной биологии. Благодаря этому открытию мы сегодня пытаемся читать «книгу жизни», написанную природой, и уровень наших знаний позволяет нам вносить в эту книгу изменения и даже ее дописывать.

Физик мог бы рассказать другую, не менее фантастическую историю целой плеяды ярчайших открытий начиная с Альберта Эйнштейна (Нобелевская премия 1922 г.). Физика всегда была ярким примером прорывного направления. Ее цель глобальна — понять и объяснить, как устроена Вселенная. Вы только представьте себе: на маленьком участке Вселенной есть подвид живых существ, которые поставили задачу — объяснить функционирование и устройство окружающего мира, существующего почти 14 млрд лет!

— **Давайте перенесемся из прошлого в будущее. Назовите, пожалуйста, горячие точки, где будут сделаны нобелевские открытия в науках о жизни, в частности в области вирусологии, которой вы занимаетесь.**

— Я работаю в этой области начиная с 50-х гг. прошлого века и могу наблюдать, какие качественные изменения произошли в наших представлениях о природе вирусов. Вначале мы перешли от открытия существования вирусов к созданию противовирусных вакцин. Не всегда успешно. Например, вакцины против ВИЧ создать пока не смогли. Но зато смогли очень быстро обнаружить вирус Зика, надеюсь, скоро появится и вакцина. Вообще, развитие вирусологии — это история успеха.

В любом миллилитре речной воды — около 10 млн вирусных частиц. Почему они окружают нас, какова их функция? Это будет предметом будущих открытий в области вирусологии

Но если посмотреть на эту проблему шире, то часто задают вопрос: вирус живой или неживой? В своей третьей книге я пишу, что вопрос поставлен неверно. Правильно было бы спросить, участвуют ли вирусы в эволюции. И тут однозначным



Русское издание книги Эрлинга Норрбю было представлено в сентябре 2016 г. в Российской академии наук

ответом будет «да». Мне потребовалось 50 лет, чтобы понять этот тонкий момент, но посмотрите, в любой клетке присутствует вирус. В любом миллилитре речной воды — около 10 млн вирусных частиц. Почему они окружают нас, какова на самом деле их функция? Я думаю, это будет предметом будущих открытий в области вирусологии. В нашем теле — около 6–7 трлн клеток и в десять раз больше — микроорганизмов, в том числе и вирусов. Мы вообще должны принимать, если можно так выразиться, более «вирусоцентричный» подход к самой проблеме жизни, то есть воспринимать вирус не только как болезнетворный агент, но и как полноправного участника эволюции, способного переносить генетическую информацию на горизонтальном уровне. То, что мы можем сегодня сидеть здесь и обсуждать вирусы, происходит во многом благодаря существованию самих вирусов, поскольку эволюция живых существ была бы невозможна без их участия.

— **Как вы относитесь к вирусной теории возникновения рака и, с другой стороны, к потенциальной возможности при помощи вирусов бороться с ним?**

— Когда я напишу свою четвертую книгу, первая или несколько начальных глав будут посвящены именно проблеме взаимосвязи вирусов и рака. Эта проблема становится все более актуальной: напомним о Нобелевской премии 2008 г. по физиологии и медицине, которую разделили Харальд цур Хаузен («за открытие вирусов папилломы человека, вызывающих рак шейки матки») и Франсуаза Барре-Синусси и Люк Монтанье («за открытие вируса иммунодефицита человека»). Значение этих

открытий для борьбы с раком и СПИДом огромно, от них зависит спасение миллионов человеческих жизней.

Теория взаимосвязи вирусов и рака с годами очень трансформировалась. Когда-то все думали, что рак полностью зависит от онковирусов, но потом этот взгляд несколько изменился: 20–30% действительно вызываются различными типами вирусов, например ВПЧ (и от него уже, как известно, существует вакцина), но, прежде чем идти дальше, необходимо установить четкую связь между вирусом как причиной и раком как следствием, и такие исследования еще ведутся.

Что касается использования вирусов для лечения рака, это находится в стадии эксперимента и сейчас о практическом использовании речи не идет. Это, на мой взгляд, один из вызовов современной медицины.

— Сейчас в России много дискутируют о том, как должна быть устроена российская наука, какую модель взять за образец, проводятся попытки реформирования. Опираясь на ваши знания, можете ли вы что-то посоветовать? И какую модель лично вы считаете наиболее эффективной?

— Я много размышлял о том, какие среда и обстановка более всего способствуют совершению

открытий. У меня в мире есть несколько любимых мест. Это Рокфеллеровский институт, где инвестируют не в проекты, а в конкретных исследователей, работающих в определенных направлениях. Такой подход мне кажется наиболее эффективным. Другое место — конечно, Кембридж, где существует прекрасная лаборатория молекулярной биологии, которая долгие годы была оплотом этой области науки.

Как декан медицинского факультета я постоянно сталкиваюсь с проблемой — как устроить, наладить среду для полноценной работы людей. Вижу только два способа. Во-первых, нужно нанять лучших исследователей и обеспечить им условия: чтобы они были свободны, могли общаться друг с другом и при этом сталкивались с минимальным количеством бюрократических и административных барьеров. Во-вторых, необходимо объяснить политикам, что наука — это не та сфера, которая может быть полностью предсказана, и совершенно не очевидно, что данное исследование даст ощутимый практический результат в короткий период времени. Такой критерий к науке применять нельзя, она должна просто развиваться ради себя самой. ■

Беседовала Елена Кокурина

НОБЕЛЕВСКИЕ ПРЕМИИ 2016 ГОДА

■ Нобелевская премия в области физиологии или медицины досталась японскому ученому Есинори Осуми за открытие аутофагии — «самопоедания» клеток и изучение ее молекулярного механизма. (Аутофагия — процесс, при котором внутренние компоненты клетки попадают внутрь ее лизосом, если речь идет о млекопитающих, после чего подвергаются деградации.)

Японский биолог на протяжении 20 лет занимался исследованием разложения внутри клеток. Он выделил гены, отвечающие за аутофагию в дрожжах, и описал схожие процессы в клетках других организмов.

■ Лауреатами премии по физике стали ученые из США и Великобритании Дэвид Таулесс, Данкан Холдейн и Джон Костерлиц «за теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи».

Физики изучали «странные» состояния материи. Благодаря их исследованиям удалось лучше описать сверхпроводимость, сверхтекучесть и магнетизм двумерных материалов (атомарно тонких слоев).

■ Премия по химии присуждена Жан-Пьеру Соважу (Франция), Джеймсу Фрейзеру Стодарту (Великобритания) и Бернарду Феринге (Нидерланды)

за разработку и синтез молекулярных машин. В процессе исследований ученым удалось вывести молекулярные машины из состояния равновесия, в результате чего стало возможным контролировать их движения. Эти устройства представляют собой миниатюрную версию двигателей и могут стать основой для новых материалов, датчиков и систем хранения энергии.

■ Нобелевская премия по экономике присуждена американским ученым Оливеру Харту из Гарвардского университета и Бенгту Хольмстрему из Массачусетского технологического института за «вклад в теорию контрактов». «Современные экономики держатся на бесчисленном множестве контрактов. Новые теоретические инструменты, созданные Хартом и Хольмстромом, имеют важное значение для понимания реальных контрактов и институтов, так же как и потенциальных проблем в структуре формирования контрактов», — говорится в заявлении Нобелевского комитета.

■ Больше всего дискуссий вызвала Нобелевская премия по литературе, которая была присуждена 75-летнему американскому музыканту и автору-исполнителю Бобу Дилану. Он удостоен награды за «создание новой поэтической выразительности в рамках великой американской песенной традиции».

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

ОТ ТЕОРИИ

Все институты, входящие
в НИЦ «Курчатовский
институт», принимают
активное участие в работе
четырёх основных
экспериментов БАК —
ATLAS, CMS, ALICE и LHCb

Как представить себе бесконечную Вселенную? Как и из чего образовалась материя? Что такое антиматерия? На подобные вопросы ищут ответы ученые, которые занимаются фундаментальной ядерной физикой. Об этих и других тайнах мироздания мы поговорили с директором Института теоретической и экспериментальной физики НИЦ «Курчатовский институт» **Виктором Юрьевичем Егорычевым**.

— **Виктор Юрьевич, те, кому удалось побывать на территории вашего института, неизменно удивляются размерам и живописности этого места.**

— Территория нашего института находится в парковой зоне, в месте, которое раньше называлось усадьба Черемушки. Первая запись о нем относится к 1637 г. На территории есть замечательный пруд, великолепное первое здание с колоннами, где жила семья Меншиковых. Еще здесь есть домовый храм, сейчас мы его восстанавливаем.

— **С чего начинался ИТЭФ?**

— С советского атомного проекта. Постановление о создании института (тогда это была Лаборатория № 3 АН СССР) вышло в декабре 1945 г. В прошлом году мы отметили 70-летие. У истоков института стоял соратник И.В. Курчатова А.И. Алиханов. Основной целью, стоявшей перед Лабораторией № 3, которая вышла из недр Лаборатории № 2, как тогда назывался Курчатовский институт, было создание тяжеловодного реактора. Именно эта задача долгие годы была для института ключевой. Реактор был создан и запущен в течение трех лет, на базе этого прототипа впоследствии были построены промышленные тяжеловодные реакторы, в частности чехословацкий реактор «Мирный». Постепенно сфера деятельности института расширялась, и со временем основным направлением стала теоретическая физика. Основу теоретического отдела заложил Л.Д. Ландау, а затем его руководителем стал И.Я. Померанчук. В 1998 г. в институте была основана ежегодная международная премия им. И.Я. Померанчука. Премия присуждается за теоретическую работу. Каждый год ее лауреатами становятся два физика-теоретика —

иностранного и российского. Премия, как правило, присуждается в ноябре, так что в этом месяце мы будем награждать лауреатов 2016 г. Ими стали профессор Принстонского университета Кертис Каллан и сотрудник нашего института профессор Ю.А. Симонов.

В 2010 г. все вернулось на круги своя: ИТЭФ вновь вошел в состав Курчатовского института (ныне НИЦ «Курчатовский институт»).

В 2016 г. лауреатами премии им. И.Я. Померанчука стали профессор Кертис Каллан и Ю.А. Симонов

— **Какие еще исследования проводятся в вашем институте?**

— Кроме теоретической физики у нас сформировано большое направление физики ускорителей. На территории института был создан прототип Протвинского ускорителя У-7. Потом его модернизировали до У-10, увеличив энергию пучков с 7 до 10 ГэВ. Сам протвинский Институт физики высоких энергий, сегодня всемирно известный, первоначально был филиалом нашего института, а сейчас также входит в состав НИЦ «Курчатовский институт». Так что здесь мы наблюдаем своеобразную цепочку институтов, «вылупившихся» в свое время друг из друга, и можно сказать, что

родоначальник советского атомного проекта Курчатовский институт был своеобразным инкубатором почти всех ядерно-физических институтов страны. Как известно, есть время разбрасывать камни и время их собирать, так что в процессе создания Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» с 2008 г. для решения новых задач опять консолидируется ядерно-физический потенциал страны.

Кроме того, у нас есть большое направление, связанное с экспериментальной физикой. Это и эксперименты, которые проводились на нашем ускорителе, это и участие во многих международных проектах.

— **Каких именно?**

— Главным образом это участие в работе Большого адронного коллайдера в *CERN*, в строящемся близ Дармштадта (Германия) ускорительном комплексе *FAIR*, во многих нейтринных экспериментах. Нейтринные эксперименты характерны тем, что они не концентрируются в одном месте, а распределены по разным частям света — у нас в России, в ряде стран Европы, в Японии и в США.

Один из нерешенных теоретических вопросов в физике на сегодня — почему Вселенная состоит в основном из материи, а не из равных частей вещества и антивещества

Сейчас НИЦ «Курчатовский институт» совместно с МИФИ строит двухфазный нейтринный детектор РЭД-100 на жидком ксеноне. Мы принимаем участие также в работе на нейтринном детекторе, который находится на Калининской АЭС, — это группа профессора А.С. Старостина из нашего института. Мы участвуем и в германском эксперименте *GERDA*, и в итальянском эксперименте *OPERA*.

— **Расскажите, пожалуйста, подробнее об участии вашего института в работе БАК.**

— Все институты, входящие в НИЦ «КИ», принимают активное участие в работе всех четырех основных экспериментов БАК — *ATLAS*, *CMS*, *ALICE* и *LHCb*. Это уникальная ситуация. Более того, НИЦ «Курчатовский институт» изначально был одним из основных создателей уникальных детекторных комплексов. В основном это калориметры,

устройства, которые по количеству выделенной частицей энергии определяют ее тип. В детекторах *ATLAS*, *CMS* и *LHCb* используются различные типы калориметров. Интересна история с электромагнитным калориметром, установленном на детекторе *LHCb*. Он устроен по принципу шашлыка — в нем чередуются пластины свинцовых разнородителей и сцинтилляционные пластины. Первоначально он был разработан для ускорителя на площадке НИЦ «КИ» в Протвине. Теперь этот «шашлык» пробуют в *CERN*. Прежде, совместно с японскими коллегами, наши ученые работали в проекте по изучению вещества и антивещества, а также по изучению *CP*-нарушений. Такой же проект реализуется на детекторе *LHCb*, и мы в основном переключились туда.

— **Перед запуском Большого адронного коллайдера было много слухов, протестов. Вам было страшно при его запуске?**

— Ускоритель частиц на встречных пучках (кстати, базовый принцип был предложен и впервые реализован академиком Г.И. Будкером еще в 1965 г.), предназначенный для изучения продуктов их соударений, называется коллайдером. Самый мощный коллайдер — БАК. Но энергия космических лучей гораздо больше, чем та, которую он способен вырабатывать. И наша Вселенная, Земля в том числе, миллиарды лет подвергается воздействию космических лучей. Так что слухи про катастрофу — удачный пиар-ход, привлекающий к коллайдеру и *CERN* повышенное внимание. В чем-то нашей науке и научной журналистике на этом примере можно поучиться, как привлекать деньги на научные исследования, вот так «пугая» налогоплательщика.

— **Об эксперименте HERA-B пишут, что детектор был не просто инновационным, но превосходил Большой адронный коллайдер. Что это был за эксперимент?**

— *HERA-B* был пионерским по изучению *B*-физики на протонных машинах. Эксперимент, в котором участвовал наш институт, проводился в Германии, в Гамбурге. Для *HERA-B* нами был создан один из самых больших на тот момент в мире калориметров. Калориметры — это устройства, которые полностью поглощают частицу, чтобы измерить ее энергию. Целью эксперимента было изучение свойств материи и антиматерии. Объект изучения — частицы, состоящие из легкого кварка и тяжелого прелестного кварка. Опыт, приобретенный за время эксперимента *HERA-B*, оказал большое влияние на выбор трековых детекторов для экспериментов на Большом адронном коллайдере и на всю концепцию эксперимента *LHCb*.

— **Почему для научного мира имеет такое значение, что антиматерии крайне мало?**

— Не мало. Не видно значимого количества антивещества. Один из нерешенных теоретических

вопросов в физике на сегодня — почему Вселенная состоит в основном из материи, а не из равных частей вещества и антивещества. Для возникновения такого дисбаланса должны быть причины. Ответ на этот вопрос мы надеемся найти в процессе эксперимента *LHCb*.

— **Сейчас используют термин «новая физика». Что это такое?**

— Это термин, который обозначает физику вне стандартной модели.

— **Разве обнаружение в 2012 г. бозона Хиггса не подтвердило стандартную модель?**

— Стандартная модель предсказала существование бозона Хиггса. Однако есть ряд указаний на ограниченную применимость стандартной модели и на существование новой физики за ее пределами. Среди них как раз и неспособность объяснить существующее преобладание вещества над антивеществом.

— **Что изменилось для вашего института после его вхождения в НИЦ «Курчатовский институт»?**

— В 2008 г. был подписан указ президента РФ о пилотном проекте по созданию Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», куда вошли сам Курчатовский институт, Институт физики высоких энергий, петербургский Институт ядерной физики и наш Институт теоретической и экспериментальной физики. А в 2016 г. к нам добавились еще крупнейший материалведческий институт страны ЦНИИ КМ «Прометей» и Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ИРЕА). Так что все вместе мы представляем собой крупнейшую национальную лабораторию страны с экспериментальной базой мирового уровня, уникальным опытом исследований в самых разных областях: от ядерной медицины до выращивания белков в космосе, создания новых материалов для ядерных реакторов, сверхпроводимости, когнитивистики и т.д. Это все позволяет нам, конечно, вести междисциплинарные исследования на новом уровне, развивая и новую энергетику, природоподобные технологии, продолжая развивать фундаментальную ядерную физику.

— **Какие нынешние работы института вы считаете самыми важными?**

— Мы работаем по программе совместной деятельности институтов, входящих в НИЦ «КИ», которая утверждается правительством РФ каждые три года. В рамках этой программы мы развиваем ядерную медицину и лучевую терапию. Мы используем уникальные возможности существующих мегаустановок и разрабатываем новые на территории нашей страны. Это и грядущий энергетический пуск исследовательского нейтронного реактора ПИК в Гатчине, разрабатываемый проект специализированного синхротронного источника четвертого поколения. Я уже упоминал



Директор ИТЭФ НИЦ «Курчатовский институт» В.Ю. Егорычев

наши масштабные работы по нейтринной физике. У нас также есть очень сильный медицинский отдел, который занимался протонной терапией и в котором накоплен колоссальный опыт лечения онкологических больных. Без преувеличения, все методики подобного лечения, которые действуют сегодня в России, были разработаны и предложены именно в этом отделе.

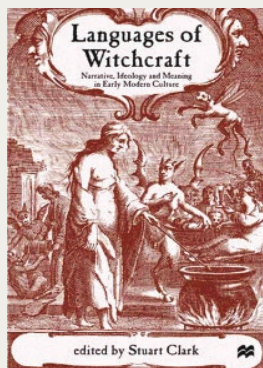
— **Правда ли, что если исследовать радиационный фон в любой стране мира, то самыми чистыми окажутся места, где находятся ядерные центры?**

— Правда. Здесь все контролируется и очень тщательно проверяется.

— **Какой миф о ядерной энергетике больше всего досаждал физикам-ядерщикам?**

— Пожалуй, основной — что фундаментальная наука не приносит плодов и только расходует деньги налогоплательщиков. На самом деле именно фундаментальная наука создает весь базис для развития самых современных технологий. Из фундаментальной науки вышли атомная и термоядерная энергетика, космические технологии, ядерная медицина и интернет. Именно с помощью фундаментальной физики уже создаются энерготехнологии нового поколения. Благодаря этому будет решена, наверное, главная проблема современности — проблема устойчивого энергетического развития. ■

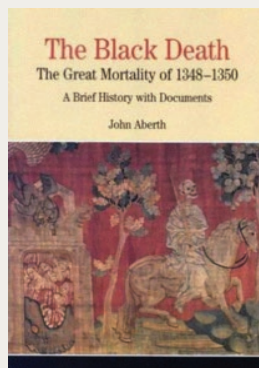
Беседовали Владимир Покровский и Оксана Черная



Стюарт Кларк. Языки колдовства. Нарративная идеология и ее значение в культуре раннего Нового времени (Stuart Clark. *Languages of Witchcraft. Narrative Ideology and Meaning in Early Modern Culture*)

Книга Стюарта Кларка, профессора истории Уэльского университета, представ-

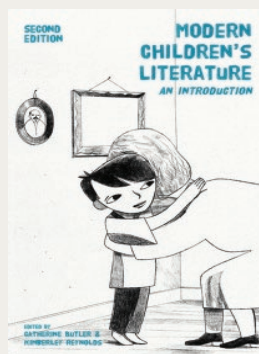
ляет собой попытку нового взгляда на традиционную проблему для историков, изучающих феномен европейского колдовства. Почему в одних странах борьба с колдовством приобрела столь масштабный размах, а в других его как бы и не замечали? Как человек раннего Нового времени мог осмыслить европейский опыт и те новации, которые появлялись в культуре? Для ответов на эти вопросы Кларк избрал не традиционные лекции или скучную для студентов форму монографии, а наиболее живой и непосредственный жанр эссе. Он постарался отразить последние тенденции в исследованиях колдовства и европейской культуры в целом. Основное внимание автор сосредоточил не на истории самой проблемы (об этом слишком много написано) и не на социальном анализе ее последствий, а на феноменологической стороне, прежде всего на том, какими культурными кодами колдовство передавалось и получало распространение. Главным образом его волнует язык понятий, реалий, жестов и лишь во вторую очередь — словесная составляющая. Стюарт показывает, что наиболее продуктивный подход для современного исследователя — умение понимать этот, казалось бы, навеки умолкнувший разговор с прошлым. В результате колдовство предстает менее поразительным, чем это было раньше. Автор анализирует системы доказательств, применявшиеся в разных странах, фольклорную составляющую обвинений. Не менее интересны наблюдения над пометками на колдовских книгах, показывающие, как современники их читали. Во второй части колдовство рассматривается через призму целительства и судебной медицины, что позволяет сравнить его восприятие в Германии и ранней Англии.



Джон Эберт. Черная смерть в 1348–1350 гг.: краткая история в документах (John Aberth. *The Black Death: The Great Mortality of 1348–1350: A Brief History with Documents*)

Книга декана медицинского факультета Кастлтонского государственного колледжа (штат Вермонт, США) посвящена публикации уникальной

подборки архивных документов об одной из самых разрушительных эпидемий чумы, которая опустошала европейский континент с XIV по XVI в. Автор предлагает современное издание более 50 документов — от медицинских описаний болезни, составленных различными врачами, до донесений священников и капитанов морских судов. В первой части Джон Эберт помещает обстоятельный обзор средневековых источников об этой болезни и истории ее появления в Европе. Исследователь ставит рядом европейские и арабские тексты, создавая своеобразную панораму мнений. Вторая часть книги, которую он считает основной, посвящена развитию болезни в различных странах Европы. Важно, что автор не замыкается в кругу медицинских проблем, а старается вписать их в социальный контекст времени. Он показывает, как отразилась чума в богословской традиции, какие ее проявления сильнее всего повлияли на общественное мнение. Заключительное приложение к книге содержит хронологическую таблицу, охватывающую период с 1347 по 1500 г., когда чума в Европе наконец пошла на убыль.

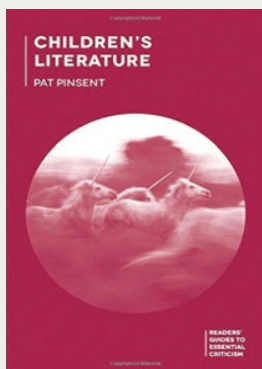


Кимберли Рейнолдс. Современная детская литература: введение (Kimberly Reynolds. *Modern Children's Literature: An Introduction*)

В настоящее время детская литература находится в центре внимания критиков и представителей разных специальностей — педагогов, социологов,

психологов, историков. Книга под редакцией английского профессора Кимберли Рейнолдс представляет собой второй выпуск коллективной монографии, задуманной как обзорное исследование основных проблем и возможных аспектов изучения англоязычной детской литературы 1920–1960-х гг. Важно, что большинство авторов соединяют ключевые британские, американские и австралийские тексты и книги, от обычных текстов и иллюстрированных книг для самых маленьких до электронных изданий последних лет. Наряду с ними в новом коллективном труде рассматриваются и методические пособия, материалы для работы с самыми маленькими читателями, приемы и организация игр с книгами. Две статьи посвящены особенностям построения и восприятия современных иллюстрированных книг, предназначенных для подростков.

Несколько глав посвящены фэнтези и историческим романам. Важно, что обзорное исследование сюжетов и основных тем соседствует с тщательным анализом языка и приемами изображения настоящего через прошлое. Авторы считают, что именно прошлое служит наиболее подходящей маской для разговора с подростком об острых проблемах современности. Завершают книгу подборка материалов, посвященных современной детской поэзии, и анализ электронных изданий, предназначенных для маленьких читателей.



Патриция Пинсент. Детская литература (Patricia Pinsent. *Children's Literature*)

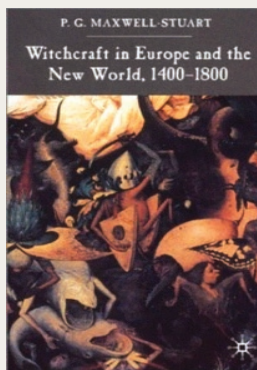
Книга ведущего научного сотрудника, профессора Национального центра по изучению детской литературы Нортгемптонского университета (Великобритания) Патриции Пинсент предназначена для магистрантов, имеющих обще-

гуманитарную подготовку. Она построена таким образом, чтобы максимально облегчить работу с ней и помочь найти нужную справку.

Первая часть книги представляет собой обзор истории детской литературы, охватывающий англоязычные, франкоязычные и германоязычные тексты. Важно, что автор не замыкается в истории своего предмета, а сразу же расширяет рамки своего подхода, показывая детскую литературу через призму восприятия ребенка-читателя и с точки зрения развития нарративной составляющей. Такой подход позволяет естественно перейти к главной части книги, посвященной истории основных жанровых образований. Пинсент выделяет сказки, фэнтези, визуальные тексты (тексты с картинками), поэзию и драматургию. В каждом из жанров она прослеживает основные

направления эволюции, показывает особенности поэтики, выявляет приемы сюжетопостроения и воздействия на читателя.

В третьей части, заключающей книгу, исследовательница сосредоточивает внимание на теоретических проблемах, вызывающих дискуссии специалистов и читателей. Прежде всего, это проблемы возрастной и половой ориентации текстов, отражение культурных реалий, приемы воссоздания вымышленного мира. Отдельно рассматриваются проблемы перевода и восприятия иноязычных текстов в разных культурных традициях. Полезным дополнением к книге стали теоретический глоссарий и обстоятельная библиография.



Питер Максвелл-Стюарт. Колдовство в Европе (Peter Maxwell-Stuart. *Witchcraft in Europe*)

Цель книги Питера Максвелла-Стюарта, научного сотрудника отдела истории Абердинского университета и почетного преподавателя кафедры истории Сент-Андрусского университета

(Шотландия), — предоставить студентам возможность понять, как люди в раннее Новое время сформировали идеи о Творце и Вселенной с точки зрения магии. Показанная им ментальная основа прошлого, основа теологии, философии, права, медицины и науки пронизывает все ключевые проблемы повседневной жизни. Колдовство рассматривается как конкретное проявление этого психического мира, следовательно, позволяет проиллюстрировать многие ключевые понятия, раскрыть «волшебный дух времени». Однако Максвелл-Стюарт рассматривает феномен колдовства не как богослов, а как историк, в центре внимания которого бесстрастные источники. Для него это книги демонологов, а прежде всего — полярно противоположные сочинения защитников колдовства и их противников. Это не столько отдельные работы и полемика по конкретным вопросам, сколько противопоставление мнений и позиций, которые оказываются гораздо более наглядными, чем текстовые выкладки. Данный прием позволяет показать отражение идей Реформации и доказывает постепенное падение интереса к рассматриваемому феномену. С другой стороны, Стюарт показывает, что именно книжный интерес во многом определил и такой феномен в преследовании колдовства, как печально известную Салемскую охоту на ведьм в США. ■

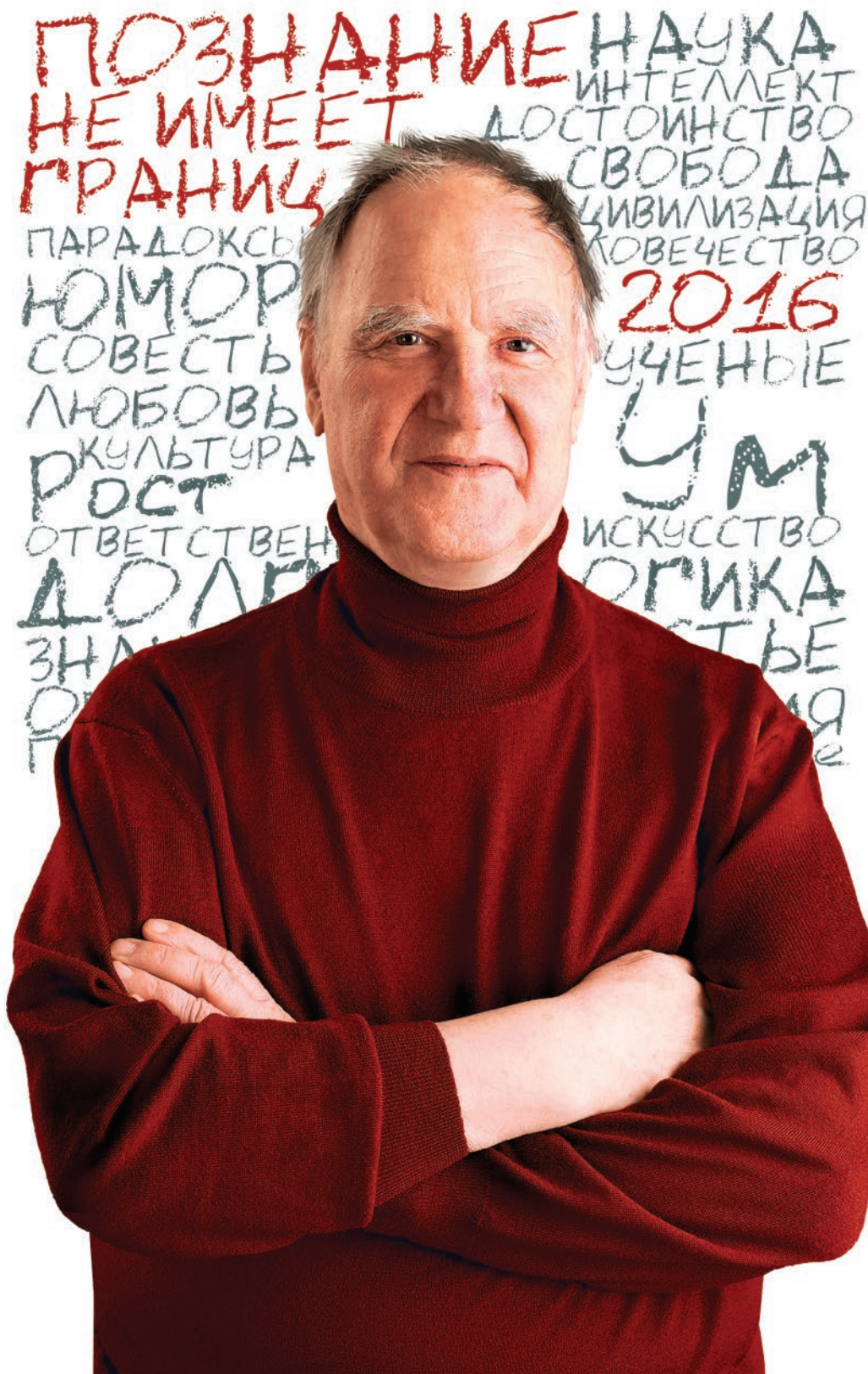
Подготовил Федор Капица



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия

<http://scientificrussia.ru>



Союзное государство: сотрудничество, технологии, инновации

В мире науки

Спецвыпуск
www.sci-ru.org
11 2016



**РОССИЯ
И БЕЛАРУСЬ:
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЕ
СОДРУЖЕСТВО**



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОДРУЖЕСТВО



Н ити всех союзных программ сходятся в одном месте: в самом центре Москвы, в Еропкином переулке, где расположен главный исполнительный орган Союзного государства — Постоянный Комитет Союзного государства, которым руководит государственный секретарь **Григорий Алексеевич Рапота**.

В начале нашего разговора Григорий Алексеевич сказал:

— Я рад, что такие темы, как наука и Союзное государство, развитие научных, технологических, инновационных связей между Российской Федерацией и Республикой Беларусь, между нашими учеными и нашими академиями, стали предметом обсуждения в спецвыпуске уважаемого журнала «В мире науки / *Scientific American*». Нам есть о чем рассказать и что показать, потому что российско-белорусское сотрудничество в научно-технической области — это один из очень заметных факторов нашего взаимодействия.

Вопрос первичности

— **Григорий Алексеевич, какое, по вашему мнению, место в союзном строительстве отведено науке?**

— Если за критерий брать наш бюджет, то на науку идет примерно половина. Все программы, которые мы ведем, так или иначе посвящены теме научного взаимодействия, научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам. Если в качестве критерия рассматривать время, которое мы отводим на связанные с наукой программы, думаю, около 75% уходит именно на них. Они идут не всегда просто, мы часто не можем использовать для реализации весь бюджет. Но это уже наши внутренние, организационные проблемы.

— Какие программы в приоритете?

— В приоритет я бы не ставил ни одной, потому что каждая важна в своей области. Они не пересекаются, у каждой свое направление. «Мониторинг-СГ» — это разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей

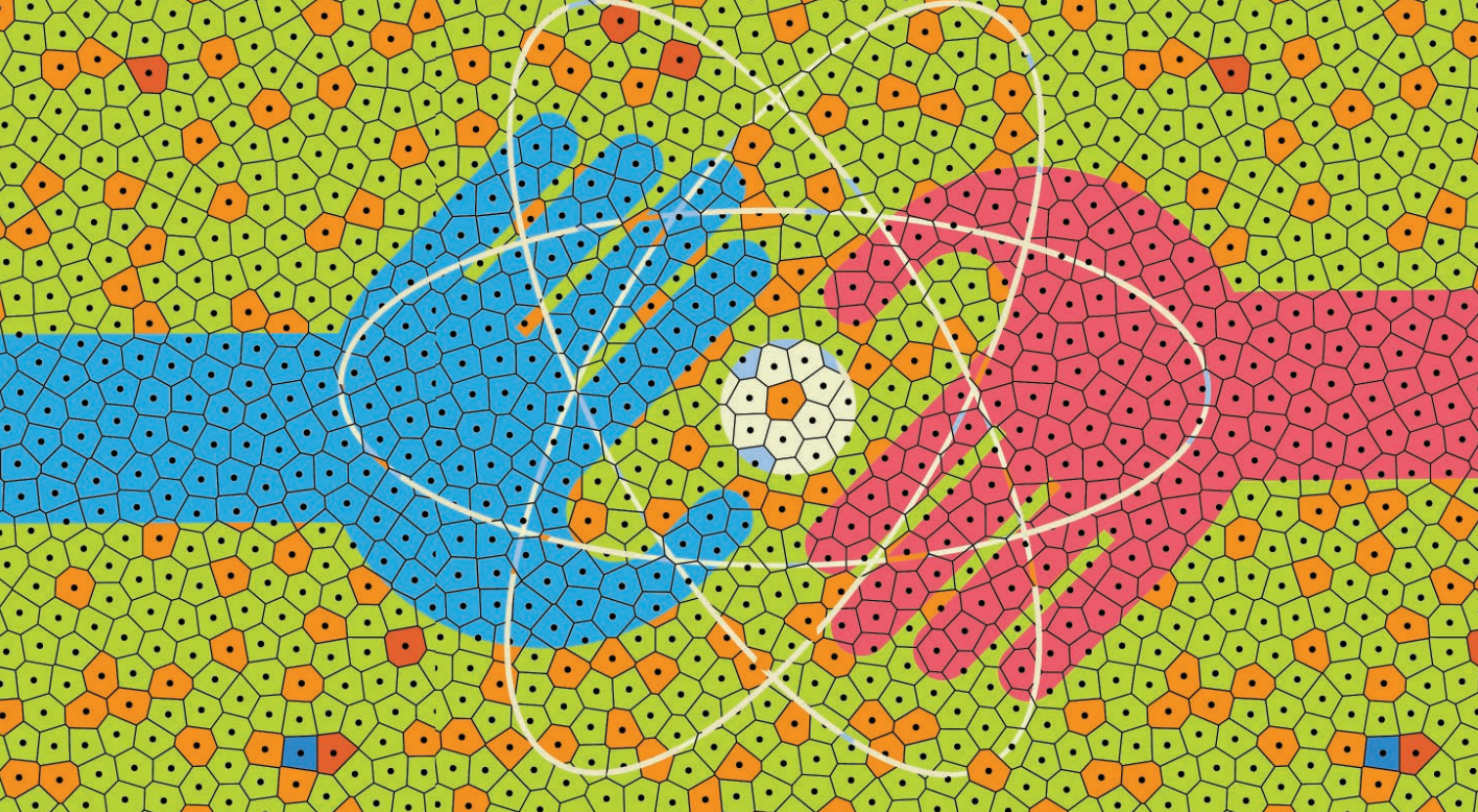
России и Беларуси информацией о дистанционном зондировании Земли. «СКИФ-Недра» — использование возможностей вычислительной техники, суперкомпьютеров СКИФ для геолого-разведочных работ. У нее, кстати, официальное

«Мониторинг-СГ» — это разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси данными дистанционного зондирования Земли

название такое: «Создание нового класса отечественных исследований и разработки информационно-вычислительных серверов для увеличения эффективности использования углеводородного сырья на основе высокопроизводительных специализированных программно-аппаратных комплексов».

— И не запомнишь такое...

— Полное название никто и не запоминает, упоминают короткое: «СКИФ-Недра» — и все. «Микросистемотехника» — тут название говорит само за себя: разработка нового поколения электронных компонентов. «Автоэлектроника» — это объемная программа с финансированием почти 2 млрд руб. на ближайшие четыре года. В ней задействованы десятки предприятий. Сейчас создано много



Пресс-конференция в НАНБ, участвуют государственный секретарь Союзного государства Г.А. Рапота и председатель президиума НАНБ В.Г. Гусаков

новых концепций. Крайне интересны программа «ДНК-идентификация» или, например, разработки спинальных систем в сфере медицины для детей с врожденными или приобретенными дефектами позвоночника. Ведутся совместные работы в сфере генной инженерии. Разве можно сказать, что из этого важнее? Все программы приоритетные.

— **Если они все так важны, как вы отбираете темы именно для Союзного государства из десятков предложенных?**

— Обязательное условие — то, что эти программы не реализуются на федеральном или на региональных уровнях, чтобы не было двойного финансирования. Это было бы нерациональным использованием средств. Это первое. Второе: они должны быть на уровне мировых исследований и в русле

мировых тенденций. Мы не можем заниматься программами, которые международное научное сообщество уже прошло. Надо идти вперед. Продвигаемая нами программа должна быть на гребне мировых научных исследований, только тогда она принимается и ей выделяется финансирование.

— **Но оценить программу на соответствие научным трендам под силу только специалистам. И, полагаю, такая оценка требует времени.**

— В частности поэтому они долго утверждаются. У нас некоторые программы выбраковываются именно в связи с неактуальностью задачи для мировой науки. Предлагают, казалось бы, очень хорошие вещи, нацеленные, например, на импортозамещение в той же медицине. Вот шла речь о гибридных технологиях, используемых при производстве искусственных клапанов сердца. Они есть в мире, стоят от \$30 тыс., а мы можем сделать свои, скажем, за \$3 тыс. Начинание хорошее, полезное, но, по мнению специалистов Минздрава, нет смысла проводить научно-исследовательские работы, если они уже проведены, надо просто внедрять и делать по той цене, которую мы считаем приемлемой. Эта программа не прошла у нас именно в силу этого обстоятельства. Были и еще программы такого рода.

Сила трения

— **Не так давно был создан межакадемический экспертный совет как раз для того, чтобы делать экспертизу программ и чтобы утверждение проходило быстрее.**

— Он еще не заработал в полную меру. Пока мы ведем дела с конкретными институтами, у которых есть хорошая мотивация, заинтересованность, компетенция. Но не хватает административного ресурса, который, по идее, должен быть сосредоточен в академии наук, а она и должна сказать: «Быть по сему!»

Мы сейчас формируем политику научно-технических исследований. Делается это на уровне замминистра образования, но надеемся, что к этому процессу активно подключится академия наук. В самом начале 2000-х гг. я был первым заместителем министра промышленности, науки и технологий, курировавшим науку, отвечал за военнотехническое сотрудничество. Это отдельная сфера. Но другой первый заместитель был ученым. И это правильно: наукой должен заниматься ученый. Он может быть военным, политиком, финансистом или чиновником, но все это во вторую очередь. В первую — он должен быть ученым, должен знать, как делается наука, как она работает, что за ней стоит и к чему она ведет.

Сила притяжения

— А часто вы встречаетесь по работе с представителями РАН и НАНБ?

— Когда мы продвигаем или принимаем какую-то программу, не только я, но и добрая половина сотрудников Посткома посещают институты, разговаривают с экспертами, руководством, кураторами. Нам надо понять, о чем идет речь, заслуживает ли это внимания, как идет работа, где возникают проблемы, как они решаются. Если это медицинская программа, мы идем к медикам, если биотехнологическая — к биологам, физическая — к физикам и т.д. Здесь есть еще одна задача: нам сейчас надо не просто получить продукт, но еще и внедрить его в производство. Вопрос о внедрении научных исследований будет поставлен на Совете министров, и нам надо понимать, что происходит. Поэтому мои сотрудники бывают в этих институтах ежедневно.

— Вы по долгу службы общаетесь с руководством наших стран, с президентами. Чувствуете ли вы, как они относятся к научно-техническому сотрудничеству между Россией и Беларусью?

— Положительно относятся, иначе у нас эти программы просто не работали бы. У них подход очень простой: «Давайте отработанные решения, мы готовы их благословить. И вперед!» Политическая поддержка здесь полная на всех уровнях. Вопрос исключительно организационный — трудная процедура прохождения. Но я все больше склоняюсь к тому, что дело не только в самой процедуре, а еще и в компетенции тех людей, которые готовят программы. Часто предлагаются сырые проекты. Когда мы с этим сталкиваемся, мы садимся и вместе

с исполнителями начинаем дорабатывать заявку на проект. Хотя, казалось бы, это не входит в наши обязанности, но мы должны это делать.

— Тема интеграции — одна из важнейших в мировой практике. У нас существует экономическая, социальная, политическая интеграция. Можно ли говорить о создании единого научно-технического пространства Союзного государства?

— Можно и нужно, и мы говорим о его создании. Но сначала мы должны для себя определить критерий, по которому можно понять, что такое научно-техническое пространство вообще и единое научно-техническое пространство в частности. Сказать, что тут есть полная ясность, нельзя.

Политическая поддержка научных проектов со стороны руководства России и Беларуси — полная на всех уровнях. Сейчас решаются вопросы по созданию единого научно-технологического пространства

Наши федеральные, региональные и другие организации очень не любят обозначать критерии решения того или иного вопроса. Как чиновники мы должны предъявлять обществу и руководству конкретный отчет — решили мы или не решили определенную задачу. А для этого, в свою очередь, мы должны понять, из чего эта задача состоит, какие критерии ее определяют.

Мы сейчас как раз занимаемся этим вопросом — созданием единого научно-технологического пространства. Давайте встретимся через полгода и еще раз вернемся к этой проблеме, постараемся тогда вас порадовать чем-то более определенным.

— Но какие-то шаги в этом направлении уже сделаны?

— Сейчас мы отработываем сформулированные министерствами образования приоритетные направления в научно-техническом сотрудничестве наших стран. Их порядка 11. Национальная академия наук Беларуси и Российская академия наук, думаю, согласятся с этими предложениями. И это уже будет серьезным шагом в формировании того, о чем вы спросили, — единого научно-технологического пространства Республики Беларусь и Российской Федерации.

Сила тяготения

— **Вы часто посещаете ведущие научные учреждения России и Беларуси. Что вас поразило больше всего?**

— Я, конечно, могу после каждого такого посещения сказать, что меня удивило и даже в какой-то мере восхитило, но, боюсь, это будет дилетантским восприятием. Скажем, я видел, как с помощью лазера режется и выкраивается с высокой степенью точности достаточно толстая металлическая панель. На меня это произвело большое впечатление. Потом я почитал литературу, посмотрел документы и понял, что в мире это делается давно и в гораздо более серьезных масштабах, что это такой «научный ширпотреб», удивительный для обывателя и привычный для специалиста... Здесь уже начинается сфера интереса и для журналистов. Это вы должны людям рассказать о том, что — новшество, а что давно не новшество, где наука достигла гораздо больших высот.

Всегда привлекает работа станков с числовым программным управлением с многими степенями свободы, когда резец или фреза свободно перемещаются в пространстве. Там не только резец, а сама деталь перемещается, как вздумается оператору, вертится и относительно инструмента, и вместе с инструментом, и отдельно от него. На таком высокоточном агрегате можно делать детали любой формы и любой степени сложности. Это завораживает, ведь все происходит, казалось бы, без участия человека. Сколько бываю на заводах, сколько уже таких умных механизмов видел — и все равно постоянно тянет посмотреть. Вопросы высокой точности, высокотехнологичного изготовления сейчас становятся все более актуальными, потому что это ведет к миниатюризации изделий, к повышению их надежности, долговечности и даже эстетичности.

— **Я и сам видел, как на таком высокотехнологичном станке с ЧПУ выгачивался польский кубик с отверстиями, внутри которого был еще один кубик.**

— Все это, безусловно, поражает неподготовленного человека, но тут надо немного углубиться в теорию или в практику вопроса, чтобы реально понять, это ново и инновационно или уже давно практикуется. Известная ситуация, когда тебя приводят на завод и начинают показывать «чудеса». Выходишь с ощущением, что здесь вообще все здорово: классное производство, классные специалисты. Но я люблю по итогам таких походов и экскурсий посмотреть документы. Видишь экономику предприятия и понимаешь, что иногда это не более чем желание произвести впечатление.

— **Это разве плохо?**

— Нет, такое желание вполне естественно. Но для людей, которые принимают серьезные решения



Государственный секретарь
Союзного государства Г.А. Рапота

политического характера, важно на подобное не поддаваться. Это можно и нужно показывать по телевизору, об этом надо писать в научно-популярных журналах, чтобы люди видели, знали и чтобы это знание поддерживало общий уровень образованности. Но человек, на котором лежит ответственность за принятие решений, этим впечатляться не должен. Нельзя по одному «чуду» судить обо всем предприятии или проекте. Он обязан смотреть дальше и глубже. Вот даже взять ваш журнал: у вас все прописано четко, без мистики — либо какое-то явление или открытие есть, либо его нет. Но и вас должен читать достаточно подготовленный человек. Ну а человек, руководящий наукой, может быть чиновником, но прежде всего он должен быть ученым. Тогда и только тогда у нас все получится.

— **И достаточно традиционный для спецвыпуска вопрос: что бы вы пожелали читателям?**

— В первую очередь — интересного чтения. Но это уже ваша сфера деятельности. Очень хочется, чтобы ваш журнал пробуждал в людях дополнительный интерес к науке как образу нашей жизни. Не зря ведь говорят, что ученье — свет. А чем вокруг светлее, тем легче жить. ■

Беседовал Валерий Чумаков

Президент РАН академик
Владимир Евгеньевич Фортов:

«УЧЕНЫЕ РОССИИ И БЕЛАРУСИ УДАЧНО ДОПОЛНЯЮТ ДРУГ ДРУГА»

У

важаемые коллеги, дорогие друзья! Сотрудничество России и Беларуси в области науки и образования традиционно относится к числу наиболее приоритетных направлений взаимодействия между двумя странами. Расширяются научные связи между академиями наук, реализуются совместные проекты, происходит интенсивный обмен специалистами. Это привлекает повышенное внимание со стороны как ученых России и Беларуси, так и читателей нашего журнала, стремящихся быть в курсе последних достижений науки и техники. Именно этим объясняется совместное издание специального выпуска журнала «В мире науки / *Scientific American*», посвященного науке России и Беларуси и нашему сотрудничеству. Уверен, что появление нашего спецвыпуска будет встречено в обеих странах с большим интересом.

Связи между белорусской и российской наукой очень глубоки, в советское время у нас было единое научное пространство и мы все работали в рамках Академии наук СССР. Но и в то время Академия наук БССР была сильной, авторитетной организацией со своими научными школами и исследованиями мирового уровня. Я имею в виду такие направления, как физика твердого тела, физика полупроводников, физика плазмы, лазерная физика, материаловедение, сельское хозяйство, медицина, катализ, химия и многое другое. Белорусские ученые активно участвовали во всех масштабных проектах Советского Союза — в ядерном

проекте, в программах, связанных с развитием авиации, изучением космоса и т.д.

Сегодня Национальная академия наук Беларуси занимает особое место среди научных учреждений стран СНГ, выступая по ряду направлений мировым лидером. Нас по-прежнему многое объединяет, хотя есть и некоторые различия — и в организационной системе, и в траектории развития. Наука в Беларуси более ориентирована на прикладные разработки. Кстати, это та часть работы, которой нам также предстоит уделять больше внимания, и, я надеюсь, наши совместные проекты будут этому способствовать.

Президиум Российской академии наук



Российская академия наук сейчас переживает болезненные преобразования, что ставит ее в непростые условия. Однако мы делаем все, чтобы не утратить то многое ценное, что наработано за нашу долгую историю. И как бы ни пошли наши траектории в дальнейшем, мы будем делать все, чтобы развивать наше сотрудничество.

В рамках Союзного государства ведется много интересных научных проектов, которые дают практические результаты: это проекты по микроэлектронике, это создание нового компьютера СКИФ, который сегодня оснащен современным математическим обеспечением и используется для задач геологоразведки, структурной химии, физики плазмы и т.п., это программы по освоению космического пространства — в частности, в результате совместных работ возникла программа исследования Земли из космоса, которая дает обеим сторонам много полезного. Речь идет также о разработке совместными усилиями белорусских и российских ученых межакадемического искусственного спутника миниатюрных размеров.

Очень важно, чтобы ученые России и Беларуси имели возможность встречаться и обмениваться информацией. Такие встречи способствуют возникновению новых идей, которые можно применять на практике и совместно реализовывать.

Хочу пожелать нам всем плодотворного сотрудничества, новых научных идей, ярких открытий и крепкого здоровья! ■



Президент РАН В.Е. Фортков

Председатель президиума НАН Беларуси академик
Владимир Григорьевич Гусаков:

«НАШЕ СОТРУДНИЧЕСТВО СИЛЬНО ТРАДИЦИЯМИ»



Дорогие друзья! Приветствую читателей журнала Российской академии наук «В мире науки» от имени Национальной академии наук Беларуси! Высокий интеллектуальный потенциал белорусской и российской науки позволяет на должном уровне обеспечить социально-экономическое развитие наших стран. Это отмечалось на недавно состоявшейся Международной научно-практической конференции «25 лет Содружеству Независимых Государств», во время которой обсуждались итоги нашей совместной научной и научно-технической деятельности.

Исторически фундамент нашего взаимодействия закладывался еще в советское время, когда в послевоенную Беларусь для возрождения практически уничтоженной национальной науки приехали видные российские ученые — физики, химики, биологи, генетики, геологи — из крупных научных центров Москвы, Ленинграда, Урала и Сибири. Они возглавили приоритетные направления, чтобы передать накопленные знания своим ученикам — молодым белорусам, которые впоследствии стали крупными учеными в своих областях.

Мы сохранили традиции. В 2009 г. образован Межгосударственный совет по сотрудничеству в научно-технической и инновационной сферах. Утверждены Основные направления долгосрочного сотрудничества государств — участников СНГ в этих областях и Межгосударственная программа инновационного взаимодействия государств — участников СНГ на период до 2020 г.

13 ноября 2014 г. председатель СО РАН академик А.Л. Асеев избран общим собранием НАНБ иностранным членом НАНБ.

В 2015 г. прошли очередные совместные заседания президиумов НАН Беларуси и РАН в Москве, а также президиумов НАН Беларуси и СО РАН в Минске, по итогам которых подписаны постановления о сотрудничестве Национальной академии наук Беларуси с Российской академией наук и с Сибирским отделением РАН.

Примером могут служить результаты сотрудничества в космической сфере. Республика Беларусь стала космической державой, вошла в состав Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях. Созданы инфраструктура и базовые технологии Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли, обеспечивающие эффективное функционирование и эксплуатацию Белорусского



Здание президиума НАН Беларуси в Минске, памятный знак «Петля Мебиуса»

Правительства Республики Беларусь и Российской Федерации заключили Соглашение в области исследования и использования космического пространства в мирных целях

космического аппарата. Сейчас мы обеспечиваем потребности белорусских и иностранных пользователей в услугах и новейшей информации по дистанционному зондированию Земли. В 2015 г. создано Агентство по космическим исследованиям в Национальной академии наук Беларуси. Правительства Республики Беларусь и Российской Федерации заключили Соглашение в области исследования и использования космического пространства в мирных целях.



Председатель президиума
НАН Беларуси В.Г. Гусаков

В настоящее время наши ученые активизировали работу сразу по нескольким направлениям. Совместно трудимся над выполнением пяти проектов Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств — участников СНГ на период до 2020 г.

Совместная научная и научно-техническая деятельность Беларуси и России стала одним из ведущих векторов нашего взаимодействия в рамках Союзного государства. Главный механизм ее реализации — научно-технические программы, финансируемые за счет средств бюджета Союзного государства. Это позволяет эффективно и полно использовать интеллектуальный потенциал обе-

научно-технические программы Союзного государства — «Луч» и «Технология-СГ».

В перспективе планируется еще более десятка новых программ, в том числе, «МИР-Победа», «Мотор — синтез-газ», «Призма», «Аддитивность», «Микросистемы и микродатчики», «Лес-интенсификация», «Интеграция-СГ», «Детское питание», «ДНК-идентификация», «БелРосЛакт», «Регенеративная медицина» и «Союз-Однодомен». В этом перечне впервые рассматривается сельскохозяйственная проблематика: «Молоко-СГ», «Комбикорм-СГ», «Лен», «ГенАвтоматика». Обсужден проект Концепции новой научно-технической программы Союзного государства «Раз-



Иностранная делегация на выставке достижений ученых НАНБ «Отечественная наука — производству»

их стран, налаживать прямые связи между нашими научными и производственными организациями.

Национальная академия наук Беларуси в 2015 г. успешно реализовывала научно-техническую программу Союзного государства «Прамень» и три программы: «Мониторинг-СГ», «СКИФ-Недра», «Картофель и топинамбур». Важная роль в обеспечении этого сотрудничества принадлежит Межакадемическому совету по проблемам развития Союзного государства, созданному в 2004 г. НАНБ и РАН при участии Постоянного Комитета Союзного государства. В 2016 г. утверждены две

работка базовых элементов орбитальных и наземных сегментов многоцелевых космических систем с использованием многоспутниковых группировок космических аппаратов малой размерности («Мульти-Сат-СГ»).

НАН Беларуси и Российская академия наук проводят ежегодные совместные заседания, по итогам которых принимаются конкретные планы и программы сотрудничества.

Мы системно сотрудничаем по ряду проектов в отраслях, входящих в десятку лидеров по своей наукоемкости. Это авиакосмическая сфера, IT, нано- и биотехнологии, военно-техническая

сфера, химический комплекс. Например, с 2005 г. успешно работает Научно-производственный Центр нефте- и лесохимических технологий Института химии новых материалов НАНБ и Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН. В 2015 г. на базе ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси» и российской компании «Стриктум» создан Международный научно-технический центр по минеральному сырью и удобрениям. В 2016 г. подписано Соглашение о сотрудничестве между Национальной академией наук Беларуси и Российским университетом дружбы народов, которое предусматривает совместные проекты, направленные на продвижение космических знаний, продукции и услуг.

Сегодня интеллектуальная индустрия наших стран — белорусская и российская наука — играют ключевую роль в построении экономики знаний, реализации стратегии инновационного развития на основе внедрения лучших научных исследований и разработок в реальный сектор экономики

В ходе сотрудничества с фондом «Сколково» и Дубной в НАН Беларуси в 2014 г. созданы контактные точки по направлениям пяти кластеров фонда «Сколково»: информационные технологии, биомедицинские технологии, энергоэффективные технологии, космические технологии, ядерные технологии.

В рамках совместных конкурсов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований с Российским фондом фундаментальных исследований, Российским гуманитарным научным фондом, Объединенным институтом ядерных исследований, Сибирским отделением РАН выполняется более 100 проектов фундаментальных исследований.

ЦИФРЫ

45,9 лет составил по итогам 2015 г. средний возраст работников НАН Беларуси. В 2014 г. он был равен 46 годам. Доля исследователей в возрасте до 29 лет в организациях НАН Беларуси выросла с 20,1% в 2014 г. до 21% в 2015 г.

Организован совместный конкурс проектов фундаментальных исследований Национальной академии наук Беларуси и Сибирского отделения РАН на 2015–2017 гг., по итогам которого в настоящее время осуществляется 40 совместных проектов.

Руководство обеих стран последовательно укрепляет механизмы научно-технического сотрудничества в рамках Союзного государства Беларуси и России на основе объединения интеллектуальных ресурсов для решения важнейших социально-экономических задач. Достаточно результативным направлением белорусско-российского взаимодействия в торгово-экономической сфере стало сотрудничество Беларуси с регионами России.

Сегодня интеллектуальная индустрия наших стран — белорусская и российская наука — играет ключевую роль в построении экономики знаний, реализации стратегии инновационного развития на основе внедрения лучших, соответствующих высшим технологическим укладам результатов научных исследований и разработок в реальный сектор экономики. Уверен, что намеченные направления и механизмы расширения научно-технического сотрудничества послужат основой для углубления интеграционных процессов и в рамках Евразийского экономического союза.

Желаю успехов в нашей совместной деятельности, дальнейшего более тесного сотрудничества, которое должно обеспечить получение целевых результатов в науке и экономике обеих стран. ■

ЦИФРЫ

НАН Беларуси ведет активную внешнеэкономическую деятельность, сотрудничая с организациями и учеными из 90 государств. За 2015 г. произведено продукции и выполнено работ и услуг на экспорт, включая гранты, на общую сумму \$43,3 млн. Основной партнер — Российская Федерация. Общий объем экспорта наукоемкой продукции и услуг организаций НАНБ в Российскую Федерацию в 2015 г. составил более \$20 млн. Это услуги по оцинкованию металлоконструкций, поставка новейшей сельхозтехники, поставка сортового картофеля, продажа изделий из металлических порошков, разработка и оптимизация технологии переработки калийно-магниевого руд и многое другое.

ВИВАТ АКАДЕМИИ!

Большой солнечный ваку-
умный телескоп (БСВТ) —
основной инструмент Бай-
кальской астрофизической
обсерватории Института
солнечно-земной физики
СО РАН





ибирское отделение традиционно считается в системе Российской академии наук одним из самых активных и мощных. Казалось бы, между Новосибирском и Минском — 3,5 тыс. км, однако чаще всего белорусские ученые упоминают о сибиряках, а сибирские всегда лестно отзываются о белорусах, об их потенциале и наработках. Вице-президент РАН, иностранный член НАНБ, председатель Сибирского отделения РАН академик **Александр Леонидович Асеев** рассказал о сотрудничестве между НАНБ и СО РАН, о реальных делах, планах и перспективах.

Две академии — одна наука

— **Александр Леонидович, не так давно вас избрали иностранным членом Национальной академии наук Беларуси. Вы были одним из первых?**

— Нет, так нельзя сказать. Хотя если говорить о последнем десятилетии, то верно, так и было. Но иностранных членов НАНБ много, большая часть — россияне. Ж.И. Алферов давно уже избран. Из СО РАН избраны академики В.К. Шумный и В.Е. Панин. Вообще, у нас традиционно очень хорошие связи с НАНБ.

С распадом Советского Союза наша наука «разъехалась по своим квартирам». Что мы знаем об академиях наук Армении или Молдовы? А они активно интегрируются, правда, без старшего брата в лице Российской академии наук. Их сейчас собирают дружественные нам академии наук Украины, Беларуси и других стран СНГ. Патриарх украинской науки, президент Национальной академии наук Украины с 1962 г. академик Б.Е. Патон выступил в этом процессе интеграции инициатором. Он организовал Международную ассоциацию академий наук, объединяющую в основном академии наук стран СНГ.

Российскую академию наук, которая почти прекратила такое сотрудничество и во многом утратила свою организующую роль, теперь замещают белорусы. НАНБ ведет очень активную международную политику, при том что у них академия гораздо менее масштабная, чем РАН. В Беларуси академия тоже реформируется, но там реформы направлены на повышение эффективности работы, на создание условий для более результативной и практически важной работы академии на благо страны.

— **Белорусские ученые больше занимаются прикладной наукой, чем фундаментальной?**

— Фундаментальная наука тоже присутствует, но в других объемах. Страна небольшая, и она не может себе позволить развивать фундаментальные исследования по всем фронтам. Там выбирают те научные школы и коллективы, которые нацелены на результаты мирового класса, и уже их поддерживают. Остальные должны переориентироваться преимущественно на прикладные работы.

— **В какой отрасли в Беларуси, с вашей точки зрения, позиции наиболее сильные?**

— Там замечательные результаты работ по квантовым свойствам, квантовым явлениям, квантовым вычислениям. Маленькая Беларусь делает ставку на продвижение в этой области высокой науки. Более того, правительство республики планирует увеличить участие страны в этих сложных работах на переднем крае науки. Вот как задача ставится! А ведь здесь могут быть неожиданные результаты прорывного характера.

То же касается биотехнологий. В России они развиваются, но слабо, масштаб работ в этой области не отвечает тому, что делается в мире.

С распадом СССР наша наука «разъехалась по своим квартирам». Российскую академию наук, которая во многом утратила свою организующую роль, теперь замещают белорусы

— **Вы про генные технологии?**

— И про генные технологии, и про молекулярную биологию, биотехнологии, обеспечивающие повышение урожайности, защиту от болезней. В Беларуси работы в этой области идут очень активно. Конечно, они уступают активности зарубежных коллег, но ученые НАНБ твердо настроены получить здесь хорошую отдачу.

— **Как у вас продвигается взаимодействие с белорусскими учеными?**

— Достаточно хорошо. Мы в этом году вручили премию им. академика В.А. Коптюга за интеграционные проекты Сибирского отделения и Белорусской академии наук кандидату физико-математических наук А.В. Мудрому и В.Д. Живулько из Научно-практического центра НАН Беларуси по материаловедению. А с российской стороны —

ученым из Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН: заместителю директора Института по научной работе члену-корреспонденту РАН А.В. Двуреченскому и кандидатам физико-математических наук Ж.В. Смагиной и В.А. Зиновьеву.

Официально их работа называется «Оптическая спектроскопия и электронная структура наноструктур *Ge/Si* с молекулами из квантовых точек *Ge*». Опуская подробности, скажу, что такие наноструктуры крайне необходимы для создания эффективных светоизлучающих материалов, работающих при комнатных температурах, и для развития кремниевой оптоэлектроники. Эту премию мы учредили вместе с НАНБ в 1998 г. для того, чтобы поощрять ученых Беларуси и России за совместные научные исследования в рамках межгосударственных программ и за совместные научные труды, имеющие важное значение для науки и практики. Вручаем мы ее ежегодно, причем чередуемся: один год решение о присуждении принимает президиум НАНБ, другой — президиум СО РАН. Мы провели также конкурс интеграционных проектов, несмотря на финансовые проблемы.

— Денег не хватает?

— Дело не в этом. Один из негативных эффектов реформы связан с тем, что почти полностью прекратилось международное сотрудничество. Сибирское отделение очень плотно работало со странами Юго-Восточной Азии: Китаем, Японией, Вьетнамом, Тайванем, Южной и Северной Кореей, Монголией, Индией, а также с Ираном и Пакистаном. Взаимодействие требует как минимум совместных поездок, не говоря о совместной работе. Из-за появления Федерального агентства научных организаций (ФАНО) возможности для проведения совместных работ сильно сократилось. В том числе пострадали и контакты с Беларусью, Казахстаном, странами Средней Азии, Арменией и Азербайджаном, с которыми у нас были интеграционные проекты. Теперь ресурсы, и без того скудные, стали настолько нерационально использоваться, что не только не хватает денег на поездки на конференции и приглашения иностранных специалистов, но и приходится сокращать также издательскую деятельность. По сравнению с 2013 г., когда была проведена реформа РАН, уже в 2014 г. количество выездов сибирских ученых за рубеж упало с 4,5 тыс. до 3,8 тыс., число принятых в Сибирское отделение РАН иностранных специалистов — с 2331 до 1954, количество международных мероприятий — со 171 до 146. То есть за год падение по всем направлениям составило почти 20%, а это очень много. Эту проблему необходимо в ближайшее время решить. Мы полны оптимизма, хотя время уходит и вернуть его уже невозможно.

Тем не менее мы провели конкурс интеграционных проектов. Отобрали около 50 работ. К нам

приезжал координатор этой программы с белорусской стороны, председатель Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований академик С.В. Гапоненко. Он довольно высоко оценил состояние совместных работ и наш общий энтузиазм, который эти работы сопровождает. Белорусская академия не такая большая, как Сибирское отделение, но у них есть серьезный задел, ко-

Многие возрождающиеся предприятия российской электроники сегодня оборудуются системами и установками белорусского производства среднего уровня сложности

торый они могут задействовать. Это очень хорошо и для Республики Беларусь, и для Союзного государства. А нас в этом привлекает высокий потенциал, квалификация белорусской стороны. Все-таки это был наш форпост на Западе, в том числе и научных.

— Белоруссия всегда считалась «сборочным цехом» СССР.

— Совершенно верно, это был уникальный, высокотехнологичный сборочный цех. Там и сейчас остались многие предприятия очень хорошего уровня — «Пеленг» или «Планар». Прошедшее в последние годы переоснащение белорусское объединение «Интеграл» поставляет интегральные схемы российским потребителям. Его можно сравнить с нашим флагманом, зеленоградским «Микроном». «Интеграл» по проектной норме уступает «Микрону», в котором освоена проектная норма 0,09 мкм и речь идет уже о 0,065 мкм. Они отстают от ведущих компаний мира, от *IBM*, *Intel*, *AMD*, но производят востребованную продукцию. Ответственно могу сказать, что многие возрождающиеся предприятия российской электроники сегодня оборудуются системами и установками белорусского производства. Они пока не находятся на топ-уровне современной электроники, но хорошо обеспечивают рыночные ниши электроники среднего уровня сложности. С поставленными перед ней задачами белорусская техника справляется отлично. Я уже не говорю о Минском автомобильном заводе, Минском заводе колесных тягачей и о Белорусском автомобильном заводе. В Беларуси успешно производятся калийные удобрения, продукты питания и многое другое.

— Это одна из важных статей экспорта республики?

— Беларусь — это в каком-то смысле наши ворота в Европу. Сейчас есть проблемы с Украиной, хотя Национальная академия наук Украины для нас такая же родная, как академия наук Беларуси. С Украиной сейчас затруднено прямое взаимодействие, хотя недавно у нас в Новосибирске прошла конференция по фотонике и на нее приехал наш старый коллега из Львова, мы были этому очень рады. Именно благодаря Беларуси эти контакты сейчас осуществляются, она выступает для нас мостом, и это очень хорошо. Мы настроены в целом оптимистично, хотя некоторые проблемы существуют.

В две головы

— Я вижу, что Союзное государство набирает обороты, и мы очень рассчитываем на получение доступа к бюджету СГ в области науки и технологий для выполнения важных для наших стран работ. У нас уже есть пять полнообъемных предложений по совместной работе СО РАН и НАНБ с целью организации производства высокотехнологической продукции в рамках программ Союзного государства:

- новые лазерные и аддитивные технологии и технологии механообработки в машиностроении;
- прототипирование материалов, элементов и устройств нано-, опто- и биоэлектроники;
- комплексные исследования и разработки для предприятий ОПК Союзного государства, включая производство продуктов малотоннажной химии, материалов и элементов средств связи, программного обеспечения;
- фабрика биополимеров, развитие и применение био- и клеточных технологий в медицине, производство фармацевтической продукции;
- производство сельхозпродуктов на основе новых аграрных технологий и биотехнологий.

— **А если конкретно по второму пункту, какие именно наноустройства вы собираетесь производить?**

— Речь идет не о каком-то масштабном производстве, которое наука не может обеспечить, а о выпуске малых серий высокотехнологичной продукции с новыми свойствами. В частности, недавно на заседании президиума РАН говорили о биосенсорах и биомаркерах, очень важных для диагностики и лечения онкологических заболеваний. Вот это как раз такой вид высокотехнологичной продукции. Кроме того, мы могли бы производить наногетероструктуры, сенсоры различного назначения, образцы метаматериалов.



Вид на новосибирский Академгородок с высоты птичьего полета

— **Метаматериалы — это оптические материалы с обратным коэффициентом преломления? Сырье для производства шапок и плащей-невидимок?**

— Если очень грубо и приближенно, то да. Методом прототипирования можно делать нанопроволочные биочипы, микро- и даже наноканальные мембраны для биологии, способные даже вирусы отфильтровывать, технологические платформы для синтетической биологии и много других полезных вещей.

— **Подозреваю, что про ОПК спрашивать нет смысла: закрытые программы...**

— Тем не менее о чем-то рассказать можно. У нас летом был вице-премьер Д.О. Рогозин. В преддверии открытия у нас в Академгородке выставки «Технопром» он провел большое закрытое совещание. Это говорит о заинтересованности правительства в наших разработках. Наша наука имеет высокую степень готовности к решению широкого спектра самых насущных проблем ОПК, в том числе и в рамках Союзного государства. В августе у нас была делегация научно-технической службы ФСБ. Мы сейчас сталкиваемся с серьезными террористическими опасностями, становится явным, как работают террористические организации. Угроза становится все более реальной. А реагировать на нее без поддержки науки очень сложно, почти невозможно. В вопросах безопасности надо не просто что-то делать, надо быть максимально во всеоружии и предупреждать грозные опасности террористических угроз.

Что касается четвертого пункта, у нас есть хороший проект по фабрике биополимеров. И это проект уже реально работающий. Фабрика осуществляет

полный цикл производства биополимеров — от получения клеточной линии методами генной инженерии и наращивания биомассы до выделения и очистки целевого продукта и фасовки уже готового препарата.

— **Что именно за готовый препарат?**

— В основном субстанции для выпуска лекарств и для диагностических работ. Там есть пять направлений. Первое — производство белков, потенциальных терапевтических препаратов. Второе — препараты иммунобиологические. Третье — производство ферментов. Четвертое — производство рибо- и дезоксирибонуклеозид-5-трифосфатов, непосредственно участвующих в синтезе ДНК и РНК. Наконец, пятое — производство олигодезоксирибо- и олигорибонуклеотидов и их производных, коротких участков ДНК и РНК. Поверьте, при таких сложных названиях это очень важные продукты для фармакологии, а значит — и для нас с вами.

Учитывая тесные связи наших институтов биологического профиля, думаю, что эти работы имеют хорошие перспективы.

— **Остается прокомментировать совместные работы в области сельского хозяйства.**

— Это для меня сложнее, я физик, а не аграрий. Для меня оказалась интересной абсолютно зеркальная ситуация. Есть Институт цитологии и генетики СО РАН, и есть совершенно такой же институт в Минске. Они сотрудничают уже много лет. Сегодня важные задачи стоят в плане импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности. Мы много говорим об оборонной безопасности, а на самом деле продовольственная значительно важнее. Нам нужны высокопродуктивные сельскохозяйственные культуры, семена, развитые технологии, качественные корма, эффективные удобрения. В этом вопросе мы всегда отставали, накопили колоссальное количество проблем, которые теперь необходимо решать и наверстывать. И тут нам есть чему поучиться у белорусов. То есть здесь у нас тоже просматриваются существенные перспективы.

От лидара до сапропеля

— Сейчас у нас с белорусскими коллегами в работе находятся 49 совместных проекта, из них 34 — фундаментальные исследования. Проекты в самых разных областях, от изучения гибридной мощности в потомстве сахарной свеклы до выяснения структурных свойств квантовых точек.

— **Насчет квантовых точек — боюсь, читателям сложно будет объяснить, что это такое.**

— Да, тут нужно быть подготовленным. Но есть и более приближенные к жизни работы. Специалисты Института физики НАНБ и томского Института оптики атмосферы совместно разработали замечательные лидарные комплексы.

— **Это что-то типа радаров?**

— Скорее анализаторов газовых сред, дальнометров. Часто расшифровывают как «лазерный дальнометр», но это не совсем верно. На самом деле LIDAR — это аббревиатура от *Light Identification Detection and Ranging*, «световое обнаружение и определение дальности». Но в основе лидара чаще всего лежит лазерный луч. Хотя могут применяться и светодиоды.

В рамках союзной программы «Прамень» мы создаем с Беларусью единую лидарную сеть. Кроме Минска комплексы уже установлены в Томске, Москве, Владивостоке, Сургуте, в районе озер Байкал и Иссык-Куль

— **Это военная разработка?**

— Все разработки можно использовать как военные или как мирные, но тут мирная составляющая значительно больше. Эти комплексы предназначены для мониторинга состояния атмосферы. Дело в том, что лидар не просто определяет расстояние до какого-то объекта, он по пути еще сканирует состав атмосферы. Несколько таких комплексов уже установлены на крышах Минска, они в режиме реального времени мониторят состояние воздуха над городом, контролируют загрязнение, определяют направления воздушных потоков, создают трехмерную картинку окружающей среды. Не надо забирать пробы, делать анализ, данные сразу появляются на мониторе у оператора. В рамках союзной программы «Прамень» мы создаем с Беларусью единую лидарную сеть. Кроме Минска комплексы уже установлены в Томске, Москве, Владивостоке, Сургуте, в районе озер Байкал и Иссык-Куль.

— **Киргизия, следовательно, тоже подключилась?**

— Разумеется. Почему не подключиться к делу, которое ничего кроме блага не сулит?

Институт катализа и Институт теплофизики СО РАН вместе с Институтом порошковой металлургии НАН Беларуси создали уникальные материалы для водородной энергетики. Это нанокompозитные пеноматериалы, особые катализаторы, трансформирующие топливо в водород и синтезгаз и непосредственно производящие электроэнергию. В самых общих чертах процесс выглядит так:

биотопливо пропускается через катализатор, пематериал низкой плотности. При этом он превращается в водород и синтез-газ.

— **Синтез-газ — это что?**

— Это смесь водорода и окиси углерода, угарного газа. С одной стороны, мы получаем водород. С другой стороны, с помощью кислородопроводящей мембраны мы получаем из воздуха кислород. Кислород и водород направляются в топливный элемент, где они на специальных анодных подложках соединяются без горения, образуя воду. Освободившаяся энергия снимается с элемента в виде чистого электричества. Такой процесс генерации электроэнергии не только безопаснее, чем сжигание водорода, у него еще и несравненно более высокий КПД. А если учесть, что и у электродвигателей КПД в разы больше, чем у двигателей внутреннего сгорания, вы можете себе представить, какие выгодные комплексы можно создавать.

— **Вы рассказали про физику и химию. А есть что-то поближе к человеку? По биологии?**

— Институты цитологии и генетики СО РАН и НАНБ, о которых я уже упоминал, изучили 48 гибридов пшеницы, причем с вполне конкретной целью. Наш главный знак скрещивали с близкородственными растениями, устойчивыми к различным грибным заболеваниям. В результате были выведены шесть форм пшеницы с таким иммунитетом. Сравнив генотипы, ученые выделили гены, которые придали растениям такую устойчивость. Теперь мы можем подсадить эти гены к высокоурожайным сортам и получить высокоурожайный сорт, который не будет болеть мучнистой росой или стеблевой ржавчиной. Опять же оговорюсь, я вам все описал очень общо, на самом деле это самый сложный и длительный процесс.

Еще одно совместное исследование того же сибирского Института цитологии и генетики, только уже вместе с белорусским Институтом физиологии, еще ближе к человеку. Ученые изучили зависимость числа сперматозоидов в эякуляте от места жительства мужчин. И оказалось, в рамках Союзного государства, что чем западнее, тем это число больше.

— **То есть в Беларуси мужчины более плодовитые?**

— Совершенно верно. У доноров в Минске в эякуляте в среднем более 230 млн сперматозоидов, а, скажем, в Якутске — меньше 100 млн. В Улан-Удэ — около 105 млн, в Кемерове — около 150 млн.

— **В Новосибирске как с этим обстоит?**

— Неплохо. Хотя мы и не намного западнее столицы Кузбасса, у нас эта цифра составляет порядка 180 млн.

— **Пройдет время, все эти проекты завершатся, что будете делать дальше?**



Председатель СО РАН А.Л. Асеев

— Поле для нашей совместной деятельности — поистине бескрайнее. На прошедшем в новосибирском Академгородке заседании семинара при Парламентском собрании на тему «Научный потенциал Беларуси и России» директор Института геологии и минералогии СО РАН академик Н.П. Похиленко привел очень интересный пример перспективной работы, связанный с сапропелем.

— **Это водоросли?**

— Нет, это многовековые донные отложения; там и водоросли, и остатки живых организмов, планктона, гумус и другая органика. Это не только ценнейшее удобрение, но и прекрасная кормовая добавка для скота. Запасы сапропеля у нас поистине гигантские: в России — 250 млрд т, в Беларуси — еще 200 млрд т. Их использование позволило бы нашим полям 20 лет отдыхать от химических удобрений. Кроме того, сапропель сокращает у растений вегетационный период, что в условиях нашего климата, короткого лета, очень важно. В кооперации с белорусскими коллегами мы могли бы разработать новые технологии получения из сапропеля биотоплива. Видите, одна работа дает несколько практически важных результатов. И это я вам привел только один пример, а их масса. У нас сотни заявок, мы из них выбираем десятки наиболее важных и перспективных. Пока мы находимся на середине пути. Но ведь дорогу осилит идущий. ■

Беседовал Валерий Чумаков



СОТРУДНИЧЕСТВО

Руководитель аппарата
НАНБ П.А. Витязь

МИР СПАСЕТ КРАСОТА МЫСЛИ

В

этом году одному из патриархов белорусской науки академику НАН Беларуси **Петру Александровичу Витязю** исполнилось 80 лет. Несмотря на почтенный возраст, он полон сил и энергии. Обязанности вице-президента, первого заместителя председателя президиума НАНБ, а сегодня — руководителя аппарата Национальной академии наук Беларуси он исполняет уже почти 20 лет. И примерно столько же времени занимается разработкой, принятием и выполнением научно-технических союзных программ.

— Петр Александрович, сегодня интеграция — один из трендов в международной жизни. А что насчет науки?

— Самая значимая интеграция была у нас, разумеется, во времена СССР. Но раз уж мы в конце XX в. разошлись на самостоятельные государства, нам необходимо было всеми силами постараться не потерять наработанное. С первых дней организации Союзного государства я был активным участником составления союзных программ.

В настоящее время нашей Национальной академии наук делегированы в этом вопросе права государственного заказчика, я отвечаю за формирование этих программ, за их выполнение и работу с регионами России. В целом — за сотрудничество с Россией. Сегодня все думающие ученые нашей

республики выступают за международное сотрудничество и самую широкую интеграцию во всех областях между Беларусью и Россией.

Мы не можем жить без космоса
— Насколько хорошо идут работы по союзным программам?

— Если нам удастся их должным образом оформить, они идут нормально. Разумеется, за отдельными исключениями, потому что всегда, в любом деле и начинании есть трудности — как объективные, так и субъективные. Но если нам удастся добиться хорошего взаимопонимания и поддержки от отрасли, от министерств, мы полностью организуем цикл — от научной разработки до внедрения и использования конечного продукта.

В качестве примера можно привести работу с госкорпорацией «Роскосмос». У нас на уровне правительств подписаны соглашения о сотрудничестве в области космоса с Россией, Казахстаном и с Украиной, но главное и самое объемное осуществляется именно с Россией. Мы создали совместную рабочую группу на базе «Роскосмоса» и Национальной академии наук Беларуси, в задачи которой входит формирование космических программ. Рабочую группу с российской стороны возглавляет заместитель руководителя «Роскосмоса» С.В. Савельев, а с белорусской, от НАНБ — я. Мы систематически встречаемся и на уровне рабочих групп, и на уровне руководства, и лично, и рассматриваем ход выполнения программ.

— Их много?

— У нас по космосу уже выполнено пять программ, еще две в работе, десять находятся на стадии подготовки. То, что мы сделали, позволило нам не только научиться отлично понимать друг друга, но и создавать целые системы совместной работы. Один из важных результатов — запуск российского спутника «Канопус-В» и аналогичного ему белорусского космического аппарата БКА.

— БелКА?

— Иногда его так называют, но это название не официальное. Теперь мы можем к нашим программам подсоединять российский спутник, а Россия может использовать наш. При этом закономерно повышаются производительность, надежность, происходит развитие и обмен информацией, что ведет к обоюдному обогащению знаниями.

Это хороший пример комплексного подхода к совместным программам в полном цикле — от науки до производства. Нам удалось в этом случае убедить и руководство наших стран, и министерства финансов, что надо не только разрабатывать новые материалы, технологии, приборы, оборудование, аппаратуру — целую систему, но и создавать подпадающую нормативную базу, чтобы мы говорили на одном инженерном и технологическом языке. «Стандартизация-СГ» была первой программой, в которой нам удалось это воплотить в жизнь. В ее рамках было создано 68 стандартов и нормативных документов Республики Беларусь и РФ, и этот процесс продолжается по сию пору. Сейчас одобрена концепция программы «Интеграция-СГ», в которой нормативная база будет совершенствоваться и развиваться дальше. Этот комплексный подход я считаю примером того, как надо работать.

— Беларусь уже вступила в клуб космических держав. Но будет ли в рамках союзной программы «Технология-СГ» и других увеличиваться космическая группировка республики?

— Да, это необходимое продолжение программы. Наш спутник пролетает над заданной точкой один раз в 16 суток. Если мы хотим осуществлять мониторинг для какого-либо министерства или для

другой службы, мы не можем это делать даже ежедневно, не говоря уже о ежедневном режиме, — только раз в 16 суток. И в нужный момент погода может поменяться, небо затянет облаками, оптическая видимость упадет многократно — могут возникнуть разные проблемы. Желательно иметь спутниковую группировку из 24 космических аппаратов или хотя бы из 12. Это не просто позволит увеличить покрытие, но и предоставит возможность каждые несколько часов контролировать изменения обстановки на той или иной территории. Это необходимо для решения практических задач во многих ситуациях.

— **Сельское хозяйство, экология, георазведка, контроль над чрезвычайными ситуациями, лесными пожарами... Полагаю, и для военных такой мониторинг бесполезен.**

— В том числе. Поэтому нам важно наличие полноценной космической группировки, чтобы решать практические задачи на Земле, наблюдая за ней из космоса.

Если говорить подробнее, есть наука о космосе, наука в космосе и наука из космоса. Мы занимаемся наукой из космоса. Запускаем на околоземную орбиту спутник и смотрим, что делается на Земле. Для этого недостаточно иметь сам аппарат и целевую аппаратуру, которая ведет фотосъемку, необходима обширная наземная инфраструктура: система управления, приема, обработки информации, отработки каждой конкретной практической задачи. Это не просто проект, а целая индустрия.

Программы далекие и близкие

— Мы стараемся развивать подобный подход и с другими министерствами, прежде всего в области научно-технического сотрудничества. В России нам необходимо широкое взаимодействие с Министерством образования и науки, а также с Министерством промышленности и торговли. Проводятся встречи наших президентов, встречи ответственных лиц с руководством регионов Беларуси и России. Поставлена важная задача — разработка промышленной политики Союзного государства. Она пока не решена. Мы достаточно успешно решаем отдельные задачи — по космосу, в области машиностроения, информационных технологий и т.д. Одна из первых программ, которая была сформирована в Союзном государстве еще при Исполнительном комитете, — создание суперкомпьютера. Тогда многие специалисты, академики, доктора, профессора, эксперты как со стороны нашей республики, так и со стороны России говорили, что надо заниматься информационными технологиями, чтобы не отставать от остального мира. Они были правы. Итог многолетней работы можно признать вполне успешным. Вы видите сами: созданы суперкомпьютеры семейства СКИФ, которые вошли в ведущие рейтинги мира.

— **Специалисты их хвалят. И название удачное — «СуперКомпьютерная Инициатива Феникс». Как феникс восстает из пепла, так и в этих машинах восстала из пепла наша компьютерная индустрия.**

— Сейчас под них открываются центры коллективного пользования, разрабатываются новые программы. Идут работы по созданию интегральных схем и больших интегральных схем для суперкомпьютеров с параллельной архитектурой. В этом направлении у нас хорошая перспектива для дальнейшего развития.

— **Я понимаю, что все направления союзной науки одинаково важны, но можно расставить какие-то приоритеты? Какой из проектов для Беларуси наиболее важен — Островецкая АЭС, космос, суперкомпьютер, биотехнологии?**

— В каждой области есть свои приоритеты и свои особенности. Можно говорить, что что-то важно, но на реализацию не хватает финансовых, человеческих, аппаратно-технологических ресурсов. Все эти факторы необходимо учитывать при определении приоритетов. Мы пытаемся в первую очередь решать задачи, важные и перспективные для обеих наших стран. В этом случае объединение усилий дает существенное ускорение и взаимную выгоду.

Все области важны, везде есть свои ключевые задачи: сельское хозяйство, продовольственная программа, лесное хозяйство. 40% территории Беларуси покрыты лесом, это наше богатство. Как его лучше использовать, как оценить его пользу? Можно не только выполнять программу «Лес», но и фотографировать лес из космоса в рамках программ «Мониторинг-СГ», «СКИФ-Недра» и др., решая практические задачи, и одновременно создавать в целом по работе единую базу данных.

Что на свете всех важнее

— Конечно, если говорить о мере оценки, что наиболее важно, то тенденцию вы видите. Сами задумайтесь, как поменялась аппаратура, которой вы пользуетесь, даже не за годы вашей жизни, а за последние 15–20 лет! Прогресс идет.

Наибольший успех в будущем ожидается от применения био- и наноматериалов и нанотехнологий во всех областях — для солнечной энергетики, в солнечных элементах, для машиностроения, в области медицины, даже в области питания. Биотехнологии тоже развиваются на наноуровне, но уже не для техники, а для живого организма. Большие надежды человечество возлагает на искусственный интеллект, который позволит сочетать программные идеологии и алгоритмы с производительными возможностями машины. На мой взгляд, эти решения дадут наибольший импульс для эволюционного развития многих отраслей. И с точки зрения здоровья человека, и с точки зрения охраны окружающей среды и всего, что происходит на планете.

— **Но что нам наиболее нужно и важно?**

— Любые новшества имеют две стороны: они могут работать во благо человеку, а могут и во вред. Поэтому важно не только развивать технику, но и одновременно — а лучше с опережением — развивать духовность человека, красоту его сознания и мышления, умение осознать, что все должно делаться для человека и нашей планеты, а не против них. Проблема это чисто гуманитарная, духовная, но она одна из важнейших.

— **Да, как-то страшно допускать до управления ядерным реактором человека бездуховного и не умеющего красиво мыслить. Выходит, физики должны стать немножко лириками?**

— И немножко историками, чтобы уверенно опираться на пройденный путь. У меня много друзей-космонавтов. Они говорят, что время от времени надо запускать в космос политиков — чтобы они с орбиты посмотрели, какая наша Земля маленькая и беззащитная, чтобы поняли: на ней надо не сражаться, а защищать ее. Вот вам и ответ, что наиболее важно.

Материальный мир мира материалов

— **Вы специалист в области материаловедения. Какие наиболее прорывные исследования ведутся в Беларуси в этом направлении?**

— Сейчас у нас проходит седьмой конгресс по механике машин. Был у нас Герой Беларуси академик М.С. Высоцкий, к сожалению, уже ушедший из жизни, мы с ним много спорили, что в машине главное. Он считал — дизайн и механика, я говорил, что более важен материал. К чему можно приложить механику, если нет подходящего материала? Нет материала — механика не работает, и никакой дизайн ее не спасет.

— **Одно из следствий закона Мерфи, так называемый постулат Скотта, гласит: «Неважно, если что-то не работает, возможно, это хорошо выглядит».**

— Однако практическую пользу эта красота принесет только в том случае, если установка будет работать нормально. А для этого нужен правильный материал, оптимальный для каждой конкретной задачи с точки зрения физических свойств. Сегодня выбор материалов весьма широк. Под конкретные условия можно подобрать или создать конкретный сплав или композит, или даже наноматериал, который обеспечит необходимый ресурс и должное качество работы.

С другой стороны, нам важно учитывать цену. Сегодня ученым надо уметь считать деньги. Почему развивается прежде всего использование новых материалов, технологий, оборудования в стратегических направлениях — космосе, атомной энергии и т.д.? Потому что там не важна стоимость, там важно сделать продукт первым, а потом уже смотреть, где и как его можно использовать.

— **Не только в космосе или в ядерной боеголовке, но еще в стиральной машине и в автомобиле...**

— Нам нужно постоянно двигаться вперед. Есть стратегическая задача — разрабатывать материалы, которые человеку необходимы уже сейчас, к которым привязана определенная человеческая задача: чтобы он был дешевый, прочный, надежный, экологически чистый.

Например, мы используем много пакетов из полиэтиленовой пленки, которая засоряет планету. Ее нужно делать из биологического материала, чтобы она разлагалась за относительно короткое время — скажем, за год. Такой материал действительно крайне необходим. Существует целый комплекс вопросов, которые надо решать. Поскольку я больше занимаюсь машиностроением, то, естественно, смотрю, что нужно для машин.

— **И что для них нужно?**

— Нужны качественные прочные материалы с хорошей структурой. Во-первых, у нас есть объемные материалы: литье — чугун, сталь, алюминий, расплавы, целый пласт материалов на металлической основе с хорошими свойствами и структурой. Есть высокотехнологичные приемы их создания и обработки. Второе направление — неметаллическое материалы: полимеры, керамика, которая сегодня тоже рассматривается как конструкционный материал. Третье — можно использовать дешевый материал и создавать на его поверхности нужные свойства. Это так называемая инженерия поверхности — напыление, химико-термическое воздействие и т.д. В четвертом направлении первостепенное значение придается не свойствам материала, а тому, как один материал взаимодействует с другим. Мы бы не смогли ходить по земле, если бы не было трения между ногами и грунтом. Так и в машине надо обеспечить оптимальное сочетание материалов, только тогда можно ожидать от установки максимальной эффективности.

Перед нами стоит и много других задач: разработка качественных систем управления электроникой, видимость, безопасность. Их надо решать в комплексе. Создавая материал, надо думать не только о его использовании, но и о CALS-технологии (*использовании информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла продукта*. — Примеч. ред.) и утилизации, чтобы можно было его пускать в переработку, не засоряя планету. Мы должны сегодня и в школе учить, и кадры готовить так, чтобы, создавая или приобретая машину, люди

понимали, что она имеет определенный цикл, и думали, как ее потом легче и безопаснее утилизировать.

— **С какими российскими научными организациями в вопросе материаловедения у Национальной академии наук Беларуси сотрудничество развито наиболее тесно?**

— У нас сложились и успешно развиваются хорошие деловые отношения с учеными Новосибирска, Томска, Санкт-Петербурга, Москвы и многими другими научными центрами России. Всегда были самые обширные связи с Институтом металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН. В области материаловедения мы с ним взаимодействовали и взаимодействуем по всем направлениям.



IV Международная научная конференция «Наноструктурные материалы-2014: Беларусь — Россия — Украина». Слева направо: А.Г. Шумилин, А.Г. Наумовец, Ж.И. Алферов, В.Г. Гусаков, С.А. Чижик, П.А. Витязь

ям. Сейчас у нас активно идут проекты по химии и физической химии с Научным центром РАН в Черногоровке, в частности с Институтом проблем химической физики РАН, который возглавляет академик С.М. Алдошин (*интервью с С.М. Алдошиным читайте на с. 116*). Недавно у нас в этом институте прошла встреча, на которой мы совместно рассмотрели направления сотрудничества. Выехала целая группа, девять человек подготовили доклады, провели семинар. Обсудили много интересных и важных для обеих сторон совместных тем. Вместе мы сможем эффективно решать проблемы нашего Союзного государства и выходить на международную арену более конкурентоспособными. Вот это задача!

— **Не могу не спросить. Как вам удается в таком солидном возрасте быть таким энергичным?**

— Это уже не про науку, не по теме журнала, но я отвечу. Я считаю, что человек должен верить в людей, особенно в коллег, в себя, делать добро, не помнить зла. Тогда все будет хорошо. ■

Беседовал Валерий Чумаков

ПРАВИЛО

ДВУХ
КЛЮЧЕЙ

Обязанности вице-президента РАН академик **Сергей Михайлович Алдошин** исполняет уже более восьми лет. И почти все научно-технологические союзные программы проходят через его кабинет, расположенный на первом этаже знаменитого Демидовского дворца в московском Нескучном саду.

— Сергей Михайлович, как восстанавливаются после развала СССР и распада АН СССР взаимоотношения между академиями России и Беларуси?

— Отношения между нашими академиями наук никогда не прерывались, даже в самые тяжелые 1990-е гг. У нас существует Межакадемический совет по проблемам развития Союзного государства. С нашей стороны его долгое время возглавлял академик А.Д. Некипелов. При нем совет больше занимался социально-политическими аспектами, возможностью создания единого экономического пространства. Позже совет возглавил лауреат Нобелевской премии академик Ж.И. Алферов, сам родом из Беларуси, а я вошел в состав бюро совета.

— Круг обсуждаемых вопросов расширился?

— Он изменился. Больше стали обсуждать возможности научно-технической кооперации,

инновационное сотрудничество. Нам с Жоресом Ивановичем интересно развивать технические направления.

Совет готовит предложения для проведения совместных президиумов. Как правило, они проходят раз в год. На них мы подводим итоги сотрудничества и заслушиваем доклады о прорывных направлениях, по которым можно организовать и скоординировать сотрудничество. Проекты, которые академии наук рекомендуют для рассмотрения в рамках конкурса Союзного государства, обсуждаем и на совете, и в президиуме. Это очень важное направление, поскольку у Союзного государства есть достаточно приличное финансирование.

— Финансирование работ — это материальные стимулы. А ведь есть еще и моральные, для ученых не менее важные.



Президиум Российской академии наук

— Совместные премии РАН и НАНБ — еще одно направление работы. Они присуждаются раз в три года по трем номинациям: фундаментальные исследования, прикладные технические и гуманитарные. В мае мы подвели итоги очередного конкурса на заседаниях президиумов РАН и НАНБ.

— И кто отличился?

— По социальным наукам в этом году мы премии не дали — работы, к сожалению, были слабыми. По фундаментальным исследованиям отметили биологическое направление. Премии за работу «Мультиферментное каскадное превращение углеводов в нуклеазиды: новая стратегия синтеза биологически важных нуклеозидов» получили с российской стороны сотрудники Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН академик А.И. Мирошников и кандидаты химических наук И.Д. Константинова и И.В. Фатеев, а с белорусской стороны — ученые из Института биоорганической химии НАНБ: член-корреспондент НАНБ И.А. Михайлопуло и кандидат физико-математических наук Ю.А. Соколов. По прикладному направлению за цикл работ «Материалы и пленочные гетероструктуры для устройств спинтроники и магноники» были отмечены сотрудники Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН академик В.М. Новоторцев, доктор химических наук В.А. Кецко и доктор химических наук, профессор С.Ф. Маренкин, а также ученые из НПЦ НАНБ по материаловедению — член-корреспондент

НАНБ В.М. Федосюк и кандидаты физико-математических наук А.И. Стогний и А.В. Труханов.

Сейчас наша совместная работа приобрела дополнительный стимул в связи с созданием российско-белорусской рабочей комиссии по научно-техническому сотрудничеству. Выработано положение о ее деятельности, определены основные направления, функции, которые она будет выполнять. Наш Межакадемический совет работает с этой комиссией в тесной координации. Очень важно, что заместитель государственного секретаря Союзного государства А.А. Кубрин активно взаимодействует с нами, входит во все наши комиссии и бюро. Он серьезно и по делу критикует обе стороны, а значит, неравнодушно относится к тому, чем мы занимаемся.

— А.А. Кубрин, насколько я знаю, был одним из инициаторов создания экспертного совета, призванного оценивать научный потенциал и перспективу предлагаемых союзных программ...

— Примерно год назад мы договорились, что такой совет должен заниматься экспертизой предложений и проектов, попадающих на конкурс Союзного государства. Но здесь есть одна тонкость. К сожалению, наша академия наук никогда не имела — а после реформы тем более не имеет — функций государственного заказчика. Только Национальная академия наук Беларуси имеет такое право, и оно облегчает создание и координирование подобных проектов с белорусской стороны.

В основном все совместные проекты идут со стороны Беларуси от лица НАНБ или с участием ее институтов.

Года два назад мы на это обратили внимание и стали внимательно следить за теми предложениями, которые готовятся с российской стороны. Здесь и возникла проблема с государственным заказчиком, потому что в таких совместных проектах есть понятия заказчика и заказчика-координатора. Обычно мы не претендуем на роль заказчика-координатора. Им, по моему мнению, должны быть министерства, органы исполнительной власти. Но мы считаем, что проекты с участием институтов РАН должны проходить экспертизу в академии наук. Мы предложили схему, которая, с нашей точки зрения, должна работать. На такие проекты надо ставить со стороны России две подписи: ФАНО, выступающего учредителем наших институтов, как органа исполнительной власти, и Российской академии наук, которая гарантирует, что с точки зрения науки здесь все в порядке.

Сильная сторона НАН Беларуси в том, что в ней остались институты. Поэтому принимать решения по организации проектов в белорусской академии наук гораздо проще

Однако мы натолкнулись на непонимание со стороны министерств. Минэкономразвития и Минфин по одному из первых и очень важных проектов дали заключение, что Российская академия наук не наделена полномочиями государственного заказчика, а ФАНО в этих вопросах некомпетентно. Поэтому мы получили отказ. Я обсуждал этот вопрос с вице-премьером правительства А.В. Дворковичем на заседании, посвященном российско-белорусскому сотрудничеству. Мы договорились исправить ситуацию, но пока ничего положительного в этой области не произошло.

— Две подписи — это то, что президент РАН В.Е. Фортов называет правилом двух ключей?

— Да. Оно работает, но в законе до сих пор не прописано. Думаю, со временем мы этоотрегулируем, тем более что в рамках одного из регламентов между ФАНО и академией наук уже созданы рабочие группы по координации, в том числе и проектов с Беларусью. Главное теперь — договориться с правительством, чтобы там две наши подписи воспринимали как одну.

Это направление действительно важное, потому что сейчас есть много совместных работ, которые мы начинаем в рамках совместных проектов Российского и Белорусского фондов фундаментальных исследований. Эти проекты пока небольшие, но в них уже возможен выход на НИОКР через крупные проекты Союзного государства. Такой возможностью нужно обязательно пользоваться.

В связи с этим и появилась идея А.А. Кубрина — создать экспертный центр Межакадемического совета по проблемам Союзного государства. Но здесь надо, чтобы Совет Министров Союзного государства признал этот совет как структуру, которая работает совместно с Совмином и на экспертизу которой они могли бы опираться.

Сегодня процедура согласования этих союзных проектов очень длинная, она занимает почти два года. Мы всегда обращали на это внимание, но, к сожалению, ситуация меняется медленно.

— А какова ситуация с уже согласованными проектами?

— Существует много проектов Союзного государства по совместной работе в космосе, по мониторингу поверхности Земли, по суперкомпьютерам СКИФ, «СКИФ-Недра». Мы проводим регулярные совместные конференции, работаем по теме материалов: это наноматериалы, функциональные и конструкционные материалы. Это и российско-белорусские конференции, и российско-белорусско-украинская конференция, и т.д. Обычно города проведения выбирались по очереди: Москва, Киев, Минск, но с учетом политических особенностей последние две или даже три конференции мы проводим в Минске.

Если говорить о персоналиях, думаю, что без академика НАНБ П.А. Витязя такого эффективного сотрудничества не получилось бы. Несмотря на возраст, он очень активен, подвижен, у него всегда появляются какие-то новые идеи. И он пользуется большим авторитетом не только в Беларуси и России, но и во всем мире. Постоянно бывает на наших мероприятиях и председатель президиума НАНБ В.Г. Гусаков, он поддерживает сотрудничество наших стран, наук и академий. Сотрудники белорусских институтов настроены на взаимодействие с Россией. С другой стороны, белорусам удалось сохранить по многим направлениям хорошую науку, поэтому, я думаю, мы друг другу полезны.

— Вы достаточно долго общаетесь с белорусскими учеными. Какие сильные стороны у белорусской науки вы видите?

— Сильная сторона НАН Беларуси в том, что в ней остались институты, а у нас их теперь нет. Поэтому принимать решения по организации проектов в белорусской академии наук гораздо проще. Объемы финансирования и в Беларуси, и у нас весьма небольшие, приходится зарабатывать деньги дополнительно, чтобы как-то выживать, сводить концы с концами.

У белорусов есть также востребованность науки со стороны государства и со стороны президента, который ставит перед ней конкретные задачи и требует их исполнения. Еще одна сильная сторона — белорусский Госкомитет по науке и технике. Хотя он считается независимой организацией, но работает в тесном контакте с академией.

Большой плюс, что их Фонд фундаментальных исследований находится внутри НАНБ: это увеличивает возможности академии. А у нас ФАНО полностью независимо от РАН.

— В Беларуси председатель президиума академии наук входит в Совет министров, присутствует на заседаниях, к нему прислушиваются. Было бы хорошо, чтобы РАН тоже стала государственной организацией, или ей все-таки лучше оставаться организацией общественной?

— Мы тоже не так уж далеки от государства и правительству. Президент РАН академик В.Е. Фортов входит в состав правительства, принимает активное участие в его заседаниях. Интересы академии наук в правительстве представлены ее президентом, и это очень хорошо.

Я рад, что сейчас науку в России курирует вице-премьер А.В. Дворкович. Я вхожу во многие комиссии и рабочие группы, которые он возглавляет, и вижу, что практически ни одного решения без мнения академии наук там не принимается.

Сейчас мы активно сотрудничаем с правительством РФ по Национальной технологической инициативе. Кстати, это сильная сторона российской науки. Предложенная президентом РФ в декабре позапрошлого года инициатива сейчас уже обрела реальные контуры. Заметную роль там играет РАН, по крайней мере она представлена во всех экспертных и рабочих группах, участвует в экспертизе дорожных карт и проектов. Это дополнительная возможность для РАН не просто зарабатывать, но и влиять на технологии будущего. Сейчас стало понятно, что эти технологии не могут быть разработаны без участия вузовской и академической науки. Поэтому на президиуме Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России было принято специальное решение о вовлечении вузов и научных организаций в выполнение Национальной технологической инициативы.



Вице-президент РАН С.М. Алдошин

— Разве раньше там таких организаций не было?

— Сначала там не было научных учреждений, но нам удалось убедить руководство страны, что это неправильно. Если бы 20 лет назад нам сказали, что сегодня у каждого будет мобильный телефон, а в нем еще и интернет, и видеосвязь, и навигационная система, мало бы кто поверил, но это произошло. Поэтому многие идеи вызывают некую настороженность, но чтобы создать рынки будущего, наверное, надо идти на риск.

Сейчас выделено дополнительное финансирование Фонду содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в размере 2 млрд руб. на конкурсы под реализацию Национальной технологической инициативы президента. Нам удалось добиться разрешения, чтобы 30% выделенного бюджета эти малые компании могли использовать для привлечения к своей работе вузов и институтов.

Выделены дополнительные деньги на федеральную целевую программу под реализацию Национальной технологической инициативы. В ее рамках будут создаваться специальные центры на основе вузов и научных институтов. Это дополнительный шанс, и надо стараться в этом участвовать.

— А как дела в этом плане в Беларуси?

— В Беларуси такой инициативы нет. В любом случае, наравне со стратегией научно-технологического развития, инновационного развития эта инициатива дает возможность прогнозировать и определять приоритеты на будущее. ■

Беседовал Равиль Атжанов

УНИВЕРСИТЕТ РАСТЕТ

ВМЕСТЕ СО СТУДЕНТАМИ

В

этом году Белорусский государственный университет отметил 95-летний юбилей. О том, чем живет главный вуз республики, нам рассказал его ректор академик НАНБ, доктор технических наук, профессор **Сергей Владимирович Абламейко**.

— **Сергей Владимирович, первым делом, что такое — Белорусский государственный университет?**

— Сегодня БГУ — это мощный учебно-научно-производственный комплекс. Численность студентов по сравнению с советским временем выросла вдвое — до нынешних 30 тыс. студентов. За 95-летнюю историю наш вуз подготовил более 160 тыс. специалистов и руководителей для различных отраслей народного хозяйства, около 4,5 тыс. кандидатов наук и более 700 докторов наук. За последние пять лет у нас открыто около 20 новых специальностей на первой ступени и около 30 — в магистратуре, которые связаны с передовыми современными направлениями развития науки.

— **Но одно дело — подготовка кадров, молодых ученых, инженеров, других специалистов, и другое — серьезная научно-исследовательская работа.**

— Я бы не делал такого разделения. Государственное признание нашей компетентности в выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ — это полученная аккредитация университета в качестве научной организации, утвержденная председателем Государственного комитета по науке и технологиям и председателем президиума НАН Беларуси в апреле 2011 г.

Сегодня в составе БГУ 26 факультетов и образовательных учреждений, 10 научно-исследовательских институтов и центров, более 40 научно-исследовательских лабораторий и девять инновационно-производственных предприятий. Плюс к этому работают четыре общеуниверситетские кафедры, два национальных научных центра, несколько учебных подразделений с правом юридического лица и других подразделений и организаций.



— Раз государство признает вас как научно-конструкторско-технологически-исследовательский центр, оно должно использовать вас и в этом качестве?

— И должно, и использует. БГУ активно участвует в выполнении государственных программ всех уровней. Мы головная организация-исполнитель по государственным программам научных исследований «Энергобезопасность, энергоэффективность и энергосбережение, атомная энергетика», «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», «Электроника и фотоника», «Функциональные и композиционные материалы, наноматериалы», «Информатика и космос, научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций», «Фундаментальные основы биотехнологий», «Конвергенция», «История, культура, общество, государство». БГУ также выступает головной организацией-исполнителем по государственным программам «Гранит-3» и «Инновационные биотехнологии», научно-техническим программам «Химические технологии и производства», «Фармацевтические субстанции и лекарственные средства» и «Эталоны и научные приборы». Так что со стороны государства наши научные мощности востребованы очень активно.

Топ-топ

— Вузовская и отраслевая наука как в России, так и в Беларуси традиционно достаточно сильна. Наш университет — лидер вузовской науки

Беларуси, как МГУ — лидер вузовской науки России. Если сравнивать количество научных публикаций, БГУ их издает столько же, сколько остальные белорусские университеты вместе взятые.

За последние шесть-семь лет мы существенно продвинулись в мировых рейтингах университетов. Если в январе 2010 г. в самом массовом мировом рейтинге *Webometrics Ranking of World Universities (Webometrics)* мы находились на 1732-й позиции, то в августе 2016 г. — уже на 634-й. В другом мировом рейтинге *Times Higher Education (THE)* за всю 12-летнюю историю его проведения БГУ в 2015/2016 г. стал единственным белорусским вузом, попавшим в число ранжируемых, заняв позицию в группе университетов с 601-го по 800-й. В опубликованном в сентябре 2016 г. мировом рейтинге *QS*, проводимом до 2009 г. совместно с рейтингом *THE*, а затем отдельно, мы заняли достаточно высокое 354-е место. В соответствии с этим рейтингом БГУ вошел в 2% лучших университетов мира еще в 2014 г. (позиции с 491-й по 500-ю).

— А как в этом рейтинге представлены российские университеты?

— Лучшие позиции, чем у БГУ, у шести российских вузов: МГУ им. М.В. Ломоносова — 108-я позиция, Санкт-Петербургский государственный университет — 258-я, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет — 291-я, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана — 306-я, Московский физико-технический институт

(государственный университет) — 350-я, Московский государственный институт международных отношений (университет) — 350-я.

— **С такими вузами тягаться сложно. У МГУ и СПбГУ, подозреваю, финансирование в разы больше. А НГУ поддерживается мощнейшим Сибирским отделением РАН.**

— При примерно сопоставимых бюджетах мы обошли Томский государственный университет — у него 377-е место, за ним следуют такие известные университеты, как Казанский, Саратовский, Дальневосточный, Нижегородский, Воронежский и др.

Похожая ситуация и с мировым вебометрическим рейтингом университетов *Webometrics*. Конечно, первые места в нем, как и в *QS*, традиционно занимают Гарвардский университет, Массачусетский технологический институт и Стэнфордский университет. Но если в этом рейтинге выделить университеты СНГ, БГУ стабильно занимает среди них позиции в первой десятке, а в июле 2016 г. — третью позицию после МГУ им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургского государственного университета.

— **А у других белорусских вузов какое положение?**

— Лучшие позиции из числа белорусских вузов у Гродненского государственного университета — 3142-е место, у Белорусского национального технического — 3416-е, у Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники — 3821-е.

Учитывая, что в рейтинге индексируются более 22 тыс. вузов всех стран мира, результат очень неплохой. Тем более что динамика положительная. При небольших колебаниях позиций наш университет в рейтинге *Webometrics* демонстрирует устойчивость своего положения на протяжении последних нескольких лет.

— **По каким критериям распределяются места?**

— Критерии, на наш взгляд, в целом позволяют проводить ранжирование с учетом основных показателей деятельности университетов. Мы отдали предпочтение рейтингу *QS*, в котором из опроса многочисленных академических экспертов с весовым коэффициентом 0,4 и работодателей с весовым коэффициентом 0,1 определяется репутация университета. Учитываются также индекс цитирования научных трудов, соотношение числа преподавателей и студентов, количество иностранных студентов и сотрудников.

Среди академической общественности наиболее популярен рейтинг *Webometrics* в связи с его массовостью.

В мировом рейтинге университетов *The Academic Ranking of World Universities (ARWU)*, составляемом Институтом высшего образования Шанхайского университета Цзяо Тун, существенным критерием

выступает число сотрудников и выпускников — нобелевских лауреатов. Правда, нам и тут есть что сказать: еще в 2001 г. мы присвоили звание почетного профессора нашему знаменитому земляку и замечательному физику Ж.И. Алферову. Это случилось менее чем через год после того, как он получил Нобелевскую премию по физике за разработку полупроводниковых гетероструктур и создание быстрых опто- и микроэлектронных компонентов.

Поступательное движение нашего университета говорит о том, что мы развиваемся в правильном направлении.

Золото СКИФов

— **Вы поддерживаете связь с другими университетами?**

— Разумеется. Наука, в том числе и вузовская, развивается тем быстрее, чем большие силы это развитие поддерживают. Это аксиома. Два института, идущие вместе, развиваются быстрее, чем один, варящийся в собственном соку. У нас заключено более 400 соглашений с институтами 60 стран мира, но самое плодотворное и полезное сотрудничество налажено с российскими университетами.

— **С какими именно?**

— Наиболее близкие, я бы даже сказал, дружеские отношения, у нас с МГУ, СПбГУ и Санкт-Петербургским экономическим университетом. Прекрасные отношения с Томским университетом, Новосибирским, Белгородским, Курским. Дружим с Юго-Западным государственным университетом, Орловским, Новгородским. Мы ездим друг к другу, постоянно проходят обмены, студенты БГУ часто выезжают в Россию на всевозможные мероприятия. Действует Сетевой университет СНГ.

— **Что это такое?**

— СУ СНГ — консорциум, в который входят 19 университетов Беларуси, России, Азербайджана, Украины, Казахстана, Армении, Киргизии, Таджикистана и Молдовы. Мы туда посылаем и принимаем оттуда магистров. Хорошее сотрудничество налажено с Евразийской ассоциацией университетов, которой руководит ректор МГУ В.А. Садовничий, а я вице-президент. Мы часто собираемся, обсуждаем научные и вузовские проблемы, планируем и проводим различные мероприятия, издаем совместные труды. Это очень хорошее и важное университетское сообщество. У нас идут совместные научные проекты. Они, может быть, не такого глобального характера, как союзные программы, там более серьезное финансирование, особенно у тех, что идут на гранты Российского и Белорусского республиканского фондов фундаментальных исследований. В союзных программах мы, конечно, участвуем. Например, в тех, что связаны с суперкомпьютером СКИФ.

— **Его в БГУ разработали?**



90-летний юбилей БГУ, 2011 г.

— Нет. Главными организациями были с российской стороны Институт программных систем РАН, а с белорусской — Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси.

— **Которым до 2008 г. руководили вы.**

— Совершенно верно, но я не хотел бы присваивать заслугу создания СКИФов своей персоне. Сейчас ОИПИ возглавляет член-корреспондент НАНБ А.В. Тузиков. Но СКИФ — такой грандиозный проект, что в нем найдется место для всех. И союзных программ с ним было уже множество. Первая — «СКИФ», собственно создание машины.

Потом были «СКИФ-ГРИД», «Триада», сейчас идет «СКИФ-Недра». В рамках последней наш союзный суперкомпьютер планируется задействовать в поиске полезных ископаемых.

— **Какое участие БГУ принимал в этих программах?**

— Просто компьютер — это мертвое железо. Жизнь в него вселяют софт и особенно прикладное программное обеспечение. Вот им БГУ и занимался. Тут мы тоже шли вместе с МГУ, правда, МГУ был чуть впереди, поскольку у них все-таки денег побольше. Они могли себе позволить и сами суперкомпьютеры делать. Так родились их «Ломоносов» и «Чебышев». Последний, кстати, был создан в 2008 г. В рамках союзной программы «СКИФ-ГРИД». На тот момент он занимал 38-е место в рейтинге самых мощных компьютеров мира. Много таких софтовых суперкомпьютерных проектов мы делали вместе, а в 2009 г. решили объединить усилия и подали на совместную премию РАН и НАНБ общую с МГУ работу «Теория, методы и практическое использование параллельных вычислений на суперкомпьютерных архитектурах семейства СКИФ».

— **Победили?**

— Да. С российской стороны премию получили директор Института программных систем член-корреспондент РАН С.М. Абрамов, ректор МГУ В.А. Садовничий и замдиректора НИВЦ МГУ член-корреспондент РАН В.В. Воеводин. С нашей стороны были я (уже как ректор БГУ) и два заместителя директора Объединенного института проблем информатики — В.В. Анищенко и С.В. Медведев.

ФАКТЫ

В 2014 г. ректору Белорусского государственного университета академику С.В. Абламейко присвоено звание «Почетный профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова» — за вклад в развитие белорусско-российских отношений в области образования.

В начале 2016 г. на торжественном заседании ученого совета МГУ им. М.В. Ломоносова, посвященном дню основания российского университета, ректору БГУ академику НАНБ С.В. Абламейко объявили благодарность Московского государственного университета. Этой награды он удостоен за многолетнее сотрудничество двух вузов и значительный личный вклад в укрепление партнерских отношений между БГУ и МГУ.

Бюджет уходит в бой

— СКИФ — проект глобальный. А у нас есть еще и масса работ менее заметных, но для науки тоже важных. Это наши совместные белорусско-российские научные фундаментальные проекты, каждый год мы таких выполняем несколько десятков.

— Но подобные проекты — вещь затратная, прибыли они не приносят...

— Тут большой комплекс вопросов. Если говорить о научно-технических разработках и зарабатывании денег, экспорт БГУ каждый год — порядка \$9 млн, из которых \$7 млн — образовательный экспорт, обучение иностранных студентов, подготовка специалистов и т.д., а \$2 млн — экспорт научно-технический. Мы поставляем продукцию в российские, китайские, европейские организации.

Наша видеоспектральная система, созданная в Институте прикладных физических проблем БГУ, поставлена на МКС, в российский сегмент

Университет осуществляет научное и научно-техническое сотрудничество более чем по 400 договорам и соглашениям с зарубежными образовательными и научно-исследовательскими организациями различных стран.

— Главный партнер — Россия?

— Разумеется, основными международными партнерами у нас традиционно выступают вузы и научные организации России, на их долю приходится 125 договоров.

— Почти треть от общего числа. На втором месте Китай?

— Нет, Германия, с ее организациями у нас заключено 43 договора. Далее среди крупных партнеров идут Польша — 39 договоров и Украина — 28 договоров. Научно-техническое сотрудничество осуществляется по химии, физике, математике, информационным технологиям, наукам о Земле, окружающей среде, биотехнологиям, экономике, социальным и общественным наукам.

— Какие совместные проекты у вас осуществляются с российскими университетами сегодня, и какие запланированы на ближайшее будущее?

— БГУ сейчас сотрудничает с российскими университетами в рамках выполнения пяти проектов международных фондов и восьми проектов БРФФИ. Наиболее крупные реализуются совместно с Московским государственным авиационным институтом — программа «Напряженно-деформированное

БГУ**в цифрах**
(данные за 2015 г.)**Численность****8068** штатных сотрудников**2812** человек — профессорско-преподавательский состав**630** научных работников**НИОКР****1020** тем выполнялось**630** тем по бюджету**254** темы по хозяйственным договорам**Использовано научных разработок БГУ****138** в народном хозяйстве**269** в учебном процессе**Получено****68** охраняемых документов на объекты интеллектуальной собственности (ОИС)**Напечатано****1266** книг**177** монографий**50** сборников научных статей**584** учебных пособий**5219** статей**5461** тезисов докладов на конференциях**Защищено****5** докторских диссертаций**53** кандидатских диссертаций**6** иностранными гражданами**Проведено****183** научных и научно-практических мероприятия**98** международных**58** республиканских**27** университетских**Выполнено****79** контрактов и договоров с организациями Выручено **\$2 132 500****11** стран**Награды****11** золотых, **6** серебряных медалей и диплом третьей степени завоевали разработки БГУ по результатам двух международных конкурсов



Ректор БГУ С.В. Абламейко

состояние при механических и ударных тепловых нагрузках», Волгоградским государственным техническим университетом — «Теоретико-методологические основы маркетингового обеспечения инновационного развития интеллектуальных ресурсов», Липецким государственным техническим университетом — «Трансформация ценностей повседневной исторической культуры в современном мире», Иркутским государственным университетом — «Сравнительная оценка адаптивного потенциала белорусских и байкальских видов гастроподов». Все эти программы рассчитаны на срок до конца будущего года.

— А что дальше?

— В этом году БГУ заключил с БРФФИ еще четыре трехгодичных договора на выполнение белорусско-российских проектов.

С Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова — «Акустоплазмонные наноструктуры для сверхбыстрого управления оптическим излучением». Полученные результаты послужат фундаментом для использования акустических методов сверхбыстрого контроля разнообразных нанооптических систем и позволят разработать устройства, по всем параметрам превосходящие существующие планарные акустооптические приборы управления оптическим излучением.

С Санкт-Петербургским государственным университетом информационных технологий, механики и оптики — «Разработка новых методов оптического манипулирования за счет конфигуриро-

вания мультипольных моментов нанообъектов». Будут разработаны теория рассеяния электромагнитных волн на неоднородных анизотропных частицах и метод получения смесей мультипольных моментов в необходимой пропорции. Развитые методы будут применены для расчета новых эффектов, связанных с рассеянием излучения, диаграммами направленности излучения и оптическим манипулированием.

С Томским государственным университетом — «Медиацзия образовательного события средствами современной визуальной культуры».

С ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. Д.И. Ульянова» в Чебоксарах — «Демографическое старение России и Беларуси: оценка масштабов и социально-экономических последствий». Цель — создание электронного банка данных для оценки демографического старения в наших странах. Полученная методика и оценка экономико-географического анализа демографического старения будут направлены на совершенствование общей методологии исследования старения как одной из важнейших составных предметных областей социально-экономической географии.

— Неужели у вас с МГУ сотрудничество только по одной теме?

— Нет, это же я сказал только о договорах, подержанных БРФФИ. Помимо этого, у нас с МГУ семь договоров о научном сотрудничестве, четыре из которых — бессрочные. Они подразумевают совместные научные исследования, обмен научной литературой, стажировки сотрудников. Таковыми договорами связаны наши физические, географические, филологические, философские, исторические и другие факультеты.

Космос в зачетку

— Кроме того, мы очень активно сотрудничаем с МГУ в области разработки и эксплуатации наноспутников, подготовки и переподготовки кадров аэрокосмической отрасли. БГУ еще с советского времени активно участвовал в космических программах и экспериментах. Наша видеоспектральная система, созданная в Институте прикладных физических проблем БГУ, поставлена на МКС, в российский сегмент. Предыдущая версия тоже была от БГУ. Мы в июне 2013 г. проводили сеанс связи с космонавтами на МКС, они рассказывали, как с нашей аппаратурой работают. У нас есть серьезные планы и по запуску собственного спутника.

— Университетского?

— Студенческого. В мире уже несколько десятков университетов в разных странах запустили собственные спутники. МГУ уже пять запустило. Мы не настолько большие, но свой тоже решили создать. Есть такой стандарт *CubeSat*, кубик 10 x 10 x 10 см весом около 1,5 кг. Можно группировать до трех кубиков, это модульная система. Сейчас

мы пока думаем объединить два блока. Спутник короткоживущий, если обычный работает пять лет, то этот — полгода-год. Мы закупили все необходимое оборудование, делаем программное обеспечение.

— **Сколько «кубик» будет стоить?**

— Затраты небольшие: изготовление обойдется в \$200–300 тыс., может быть даже меньше. Это нам по силам. Запуск тоже стоит денег, но сейчас ведем переговоры с «Роскосмосом», чтобы как-то уменьшить стоимость.

— **Когда стартует?**

— Наверное, в 2018 г. Студенты очень увлечены, мы проводили разные конкурсы проектов. Победили три проекта. Первый разработал наш аспирант Юрий Крот, это изучение фазовых переходов в условиях невесомости и космической радиации. Фазовые переходы — это когда вещество под действием внешних факторов переходит из одного состояния в другое: лед — в воду, вода — в пар, газ — в плазму.

— **Разве раньше такого на орбите не изучали?**

— Изучали, конечно, но там есть еще много непонятных нюансов. Второй проект-победитель — исследование электромагнитного поля, создаваемого радиоизлучением, автор — студент четвертого курса Антон Мартинов. И третий — «Ионосферный предвестник».

— **Предвестник чего?**

— Землетрясений. Наш пятикурсник Юрий Резунов исследовал ионосферные возмущения в период подготовки сейсмических событий, и теперь спутник может подтвердить его выводы.

— **Как вы спутник назовете...**

— Так он и полетит. Может, поэтому и название дали птичье. У первого белорусского космического аппарата было неофициальное название БелКА — «Белорусский космический аппарат».

— **Я думал, это официальное название.**

МИКРОСПУТНИК БГУ

Университетский микроспутник БГУ BeKaCC

- Размеры — 10 × 10 × 20 см
- Масса — около 2,8 кг

На спутнике предполагается установить:

- модуль изображений слабых свечений атмосферы;
- модуль спектральных изображений;
- модули высотных распределений свечений;
- ГЛОНАСС/GPS-приемник;
- ретранслятор космической системы связи;
- оптические угловые отражатели излучения высокоточных лазерных дальномеров;
- приборы для измерения интенсивности космических излучений

— Нет, официально оно так и не было утверждено. Второй спутник тоже так и не назвали. Мы объявили конкурс на имя для нашего микроспутника. Было представлено два десятка вариантов. Победило название BeKaCC («Беларускі касмічны спадарожнік студэнтаў», «Белорусский космический студенческий спутник»). Мы уже закупили платформу, пишем уже программное обеспечение, готовимся к сборке.

— **Совместные запуски с МГУ планируете?**

— Мы с ними это обсуждали, но в МГУ сейчас заняты более серьезным спутником «Ломоносов», который они запустили несколько месяцев назад. Мы себе такой не можем позволить. Пока не можем, но и такое тоже будет. Зато мы успешно сотрудничаем с Юго-Западным государственным университетом (бывший Курский политехнический институт). Они такой *CubeSat* уже запустили вместе с Перу. Мы были у них, куряне нам все показали, рассказали, как это делается, как собирается, какие есть хитрости. Помощь они нам оказали большую, за что большое спасибо.

В 2013 г. мы провели в БГУ под эгидой ООН первую в истории Беларуси конференцию по использованию космических технологий. С докладами выступили более 100 ученых из 25 стран, работали восемь секций — это тоже знак признания Беларуси. Как раз перед конференцией Беларусь приняла полноправным членом в Комитет ООН по исследованию космоса.

— **Исследование космоса — дело дорогое.**

— Финансово затратное, но государство это сильно поддерживает. Как ученый я считаю, что это очень важно и правильно. Работа в космическом направлении развивает коллективы, молодым показывает дорогу, позволяет стране себя идентифицировать на высоком научном уровне.

— **А простые люди как к этому относятся?**

— Я говорил не раз и с президентом, и с простыми жителями. Приезжаешь в деревню, спрашиваешь: «Космос нам нужен? Свой, белорусский». Отвечают: «Очень нужен». Понятно, что конкретной пользы сельскому жителю он не дает, зато дает национальную гордость. Особенно для тех, кто вышел из СССР, а это большая часть экономически активного населения.

— **Но будущее принадлежит молодым, кто об СССР только слышал. С ними как?**

— Когда я читаю студентам лекции, рассказываю про обработку изображений, снимков земной поверхности, мы касаемся и этого вопроса. Они спрашивают про наш белорусский спутник: какая от него польза, сколько он стоит. Когда доходит до «надо или не надо», все поднимают руки — «надо». Потому что это высокие технологии, это будущее, в котором им жить.

Беседовал Равиль Атжанов



Ректор МГУ В.А. Садовничий

Виктор Антонович Садовничий, академик РАН, ректор МГУ им. М.В. Ломоносова: «Белорусский университет — это наш друг и брат».

— История нашей дружбы давняя, еще с советских времен. И после перестройки мы решили не прерывать таких отношений. Существует Евразийская ассоциация университетов, она была организована после распада Советского Союза, и тогда три университета начинали эту совместную работу — Московский, Белорусский и Киевский. Сейчас в Евразийской ассоциации уже около 100 университетов. И, конечно, БГУ — один из самых активных членов, а ректор Белорусского университета С.В. Абламейко — вице-президент этой ассоциации. Что касается прямого сотрудничества, у нас оно давнее и многостороннее.

Недавно мы с ректором Белорусского университета получили премию президиума академии наук за разработку программного обеспечения для супервычислений в наших странах. Дело в том, что по программе Союзного государства мы смогли приобрести и ввести в строй суперкомпьютер «Чебышев». Он на то время был самым крупным суперкомпьютером у нас в стране, а сейчас уже отодвинут на второй план более мощным «Ломоносовым». Но когда создавался «Чебышев», вся элементная база и конструктивная часть были сделаны на заводах Беларуси, а программное и математическое

обеспечение делали мы, университетские ученые, в том числе и лично мы — ректоры университетов.

Еще одно важное направление — олимпиады. Мы проводим межгосударственные олимпиады по химии, информатике, по многим другим предметам. Белорусские команды всегда там активно выступают, а победители нередко поступают в Московский университет. Бывает, что и московские ребята, в основном из ближних к Беларуси регионов, поступают в БГУ. Есть случаи, когда туда едут и москвичи. Недавно одна талантливая московская школьница, которая вполне могла стать студенткой МГУ, сознательно поехала учиться в Минск. А почему нет? БГУ — сильный университет, а Минск — замечательный город.

Еще одно направление сотрудничества — форум «Ломоносов». Это проводимое молодыми учеными событие, когда собирается около 10 тыс. участников, а после отборочных туров они приезжают в Московский университет, где происходит заключительный тур, определяются победители, их обычно несколько десятков по разным направлениям. Белорусская команда приезжает каждый год. Это всегда одна из самых мощных и активных команд.

Наши университеты сотрудничают также в области разработки и эксплуатации наноспутников, подготовки и переподготовки кадров аэрокосмической отрасли. Это тоже давняя история. Московский государственный университет запустил шесть спутников, и некоторые из них разрабатывала Научно-производственная корпорация ВНИИЭМ «Роскосмоса» под руководством Л.А. Макриденко. Помню, они делали одновременно нашу «Татьяну» и белорусский спутник, и мы договорились: если полетит только один, мы не будем утаивать друг от друга информацию, будем ею активно делиться. Но оба были запущены успешно. Это научно-исследовательские спутники, выполнявшие очень большой объем задач, связанных с изучением атмосферы. И хотя они поработали на славу, на протяжении многих лет мы все равно обменивались опытом. Это оказалось очень ценным. А сейчас мы запустили спутник «Ломоносов» — тяжелый, не как предыдущие. Он недавно зарегистрировал много интересного, в том числе и гамма-всплески, говорящие о процессе слияния черных дыр. Это очень интересные фундаментальные результаты, но важно, что начинали эти исследования мы на предыдущих спутниках вместе с белорусскими коллегами.

У нас вообще очень теплые отношения с БГУ. Программы сотрудничества в том или ином виде существуют на каждом факультете. А если кратко — у нас нет никаких барьеров для общения. Более того, мы дружим с Сергеем Владимировичем Абламейко, и я надеюсь, что такая же дружба всегда будет существовать между нашими ребятами. ■

Подготовила Анна Пименова

Общеизвестно, что методы идентификации личности на основе ДНК широко применяются в судебно-медицинской экспертизе. Генетики помогают определить по биологическому материалу человека, где есть ДНК, его личность



ЧУДЕСА ДВОЙНОЙ СПИРАЛИ



шли в прошлое темные времена, когда выдающихся представителей молодой науки генетики называли врагами народа. Сегодня без этой науки немыслимо развитие медицинских и биотехнологий, а криминалисты без генетиков порой как без рук. Методы ДНК-идентификации в наши дни могут не только помочь найти преступника, но и стать мерой профилактики правонарушений. Каждый, кто находится в одном шаге от преступления, должен помнить: для ученых практически не осталось загадок и уйти от ответственности с каждым днем все сложнее. Наш корреспондент встретился с двумя участниками новой союзной программы «ДНК-идентификация».

Александр Владимирович Кильчевский, главный ученый секретарь Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент НАНБ, доктор биологических наук, профессор:

— Моя специальность — генетика, в течение десяти лет я возглавлял Институт генетики и цитологии. В процессе работы у нас сложились очень хорошие, творческие взаимоотношения с российскими коллегами. У нас, как и в России, есть общество генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова (БОГиС, в России — ВОГиС). В нынешнем году БОГиС Беларуси и ВОГиС России празднуют 50-летний юбилей. В Беларуси мы по этому поводу проводим большой съезд. В процессе творческого обсуждения интересующих нас

вопросов мы с Н.К. Янковским, научным руководителем Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, договорились о формировании союзной программы. Четыре года она вынашивалась в недрах наших двух институтов, проходила всевозможные проверки, меняла свое содержание. Наконец мы подошли к тому рубежу, когда из концепции получен проект программы, который совсем недавно был утвержден руководителем Федерального агентства научных организаций России М.М. Котюковым и председателем президиума Национальной академии наук Беларуси В.Г. Гусаковым.

— **Расскажите подробнее о совместной программе Союзного государства.**

— Программа называется «ДНК-идентификация», а полное название — «Разработка инновационных геногеографических и геномных технологий идентификации личности и индивидуальных особенностей человека на основе изучения генофондов регионов Союзного государства». В чем ее суть? Общеизвестно, что методы идентификации личности на основе ДНК широко применяются в судебно-медицинской экспертизе. Генетики помогают определить по биологическому материалу, будь то кровь, слюна или какие-то другие выделения человека, где есть ДНК, его личность. Эти наборы для идентификации ДНК изготавливались в Соединенных Штатах и разрабатывались на основе популяции, включающей людей афроамериканского происхождения. Это не всегда годится для нашей территории, где проживают самые разные народы. Поэтому возникла необходимость выработать оте-

Наборы для идентификации ДНК изготавливались в США и разрабатывались на основе популяции, включающей людей афроамериканского происхождения. Это не всегда годится для нашей территории, где проживают самые разные народы

чественные наборы. Это, с одной стороны, дает возможность повысить точность идентификации личности, а с другой — уйти от зависимости приобретения импортных компонентов.

Еще одна важная часть дела — наследственная предрасположенность к наследственным заболеваниям. Это не менее злободневная задача, и генетики могут здесь сыграть немалую роль.

— Что дает изучение предрасположенности к наследственным недугам?

— Недавно наши российские коллеги издали книгу, которая называется «Генетический паспорт — основа индивидуальной и предиктивной медицины». Начинается она словами Джона Уотсона, одного из разработчиков модели ДНК: «Раньше считали, что судьба человека написана на звездах, а теперь мы знаем, что она записана в его генах».

Изучение предрасположенности к наследственным заболеваниям дает очень много. Во-первых, если мы знаем, что у человека есть гены, которые обеспечивают его уязвимость при каких-то

наследственных заболеваниях, значит он может изменить свой образ жизни, чтобы этих болезней избежать. Во-вторых, он может применять лекарства, которые именно ему при этих болезнях будут необходимы. Более того, очень важно, чтобы врач, зная генотип пациента, откорректировал дозу лекарства. Уже сейчас некоторые препараты на Западе применяются только после генетического



Главный научный секретарь
ИМБ А.В. Кильчевский

анализа, потому что кто-то чувствителен к одной дозе, кто-то к другой, а кому-то это лекарство вообще не подходит. Эти проблемы тоже решает генетика.

— Правда ли, что в вашем институте ведется работа по генетической паспортизации человека?

— Мы обследовали порядка 6 тыс. человек. Работа идет в нескольких направлениях. Например, причины невынашивания беременности. Более 2 тыс. женщин обследовано по 14 генам. Наличие нескольких генов риска приводит к тому, что женщины по несколько раз не могут родить: происходит непроизвольное прерывание беременности. Зная проблему, с помощью медикаментов можно откорректировать этот процесс, и женщина нормально рождает. Таким образом нам удалось помочь уже многим семейным парам.

— Насколько мне известно, ваша часть работы в программе — медицинская, а российских коллег — криминалистическая. Почему так?

— Они имеют достаточно большой опыт работы с судебно-медицинскими структурами. Например, помогали расследовать известный домодедовский теракт и быстро определили на основе законов генногеографии, из какой зоны Кавказа был преступник. После этого органы правопорядка нашли соучастников. Это, конечно, предмет гордости российских генетиков. У нас в этом направлении тоже есть немалый опыт. Поэтому в программе будут участвовать и наши генетики, занимающиеся судебно-медицинской экспертизой.

Медицинский аспект в криминологической практике имеет большое значение. Если мы можем определить, что у этого преступника, предположим, сахарный диабет, круг поиска может быть сужен. Это некая дополнительная информация, которая может помочь его обнаружить. Важно также установление внешности человека — цвет глаз, волос, возможный возраст, психоэмоциональное состояние: устойчивость к стрессам, склонность к суициду, алкоголизму. Понятно, что это люди, которые могут быть эмоционально неустойчивы, и все эти вещи будут изучаться. Будут изучаться также ситуации, когда биологического материала очень мало или молекула ДНК сильно разрушена. Для таких случаев будет разработан ряд генетических технологий, помогающих идентификации личности. Кроме того, будет изучаться распределение частот генов на территории Российской Федерации. Это то, что называется генногеографией. Будут созданы компьютерные программы, которые обеспечат поиск. Беларусь в этой программе тоже будет участвовать, но не так широко. Конечно же, последуют совместные публикации в солидных журналах, будет осуществляться подготовка кадров. Аспиранты, научная молодежь станут участвовать в программах наряду со зрелыми исследователями. И это тоже крайне важно для нас.

— Чем сегодня живет институт генетики? Есть ли какие-то важные, интересные разработки?

— В институте работает множество лабораторий, и каждая выполняет свою важную функцию. Например, одно из направлений деятельности лаборатории криоконсервации генетических ресурсов — сопровождение работы банка ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов, который в этом году получил статус национального достояния Республики Беларусь. Это низкотемпературные морозильные камеры, в которых хранятся образцы ДНК, и в каждом образце свой биологический материал. В нынешнем году сотрудники лаборатории начали развивать новое направление — активно собирают образцы биологического материала и выделяют ДНК из редких и исчезающих видов растений из заповедников Республики Беларусь. С этой целью закуплено криохранилище, что позволяет сохранить

биологический материал значительно дольше, чем в морозильных камерах. С таким материалом можно работать, размораживать при определенных температурах. Это имеет огромную научную ценность. ДНК — средоточие самой главной информации о живом организме. Его может уже не быть на свете, а информация о нем будет храниться очень долго, практически вечно.

В Центре коллективного пользования «Геном» собрано оборудование, предназначенное для анализа последовательности ДНК. Здесь выполняются анализы как для всех сотрудников института, так и для сторонних организаций. Проводится анализ образцов растительной, животной и человеческой ДНК. Представлена полная линейка приборов, обеспечивающих весь процесс — от измельчения образцов до полной расшифровки. Есть приборы как для фрагментного анализа ДНК, так и для полногеномного, и для бактериального секвенирования.

Медицинский аспект в криминологической практике имеет большое значение. Если определить, что у преступника, скажем, сахарный диабет, круг поиска может быть сужен

Основные направления исследования лаборатории генетики человека — мультифакториальные и сердечно-сосудистые заболевания, метаболический синдром, остеопороз, спортивная генетика, индивидуальная чувствительность к препаратам, генетика психоэмоциональных состояний, то есть устойчивость к экстремальным психоэмоциональным нагрузкам. Люди разные, у каждого свой порог чувствительности и устойчивости к тем или иным нагрузкам. Разница в этих порогах определяется вариантами одного и того же гена у людей. Это важно для лиц экстремальных профессий — спецназа, МЧС, пожарных. Думаю, в самом ближайшем будущем генетика поможет правильному отбору специалистов для таких служб, чтобы людей с неустойчивой психикой там быть не могло по определению.

Николай Казимирович Янковский, научный руководитель Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, академик РАН:

— Сотрудничество между Россией и Беларусью полезно обеим сторонам. Россия заметно больше, границы открыты и передвижение в обе стороны возможно как для нарушителей закона, так и для



В лаборатории криоконсервации генетических ресурсов

В Институте генетики и цитологии НАНБ работает множество лабораторий, и каждая выполняет свою важную функцию



возможных жертв или пострадавших, часто в отсутствие сведений о них и свидетелей события. Кроме жертв преступлений и несчастных случаев, это жертвы природных и техногенных катастроф, люди, потерявшие или незаконно находящиеся на территории Союзного государства, не говоря уже о человеческих останках после войн и вооруженных конфликтов, которые могут быть опознаны через десятки и даже сотни лет, как, например, в случае семьи императора Николая II. Для расследования этих случаев без новых методов ДНК-идентификации не обойтись.

Жертвы природных и техногенных катастроф, люди, потерявшие или незаконно находящиеся на территории страны, могут быть опознаны через десятки и даже сотни лет

— Много ли таких случаев?

— Огромное количество, десятки тысяч ежегодно, и в основном это жители России и Беларуси. Пока эта работа в наших странах не проведена, а другие государства для нас ее делать не будут — ведь у них хватает проблем со своим населением. Важно, что для достижения целей программы не потребуется привлечения персональных данных индивида, сведений об его ДНК из криминалистических баз данных. Результаты программы

дадут принципиально новые возможности для ДНК-идентификации, что станет не только делом государственной важности, но и личным делом миллионов людей и их семей. Для этого необходимо получение новых данных по населению Беларуси и России, которые будут важны для применения в криминалистической работе. Эти данные будут использоваться в рамках существующих соглашений между ведомствами двух наших государств. Результаты программы будут сопрягать интересы криминалистики и медицины. Связано это с тем, что те особенности ДНК, которые могут быть полезны для криминалистики, иногда могут находиться в базах данных по обычным заболеваниям. Предрасположенность к какому-то недугу связана с конкретным участком ДНК, который выявляется экспериментально в одном из вариантов состояния этого участка. И когда это исследуется, скажем, для целей медицинских (это акцент работ белорусской стороны), результат одновременно указывает, в каких базах данных можно искать нужные сведения.

— **Криминалистика — это ведь не обязательно преступник, это еще и жертва. Что для вас в приоритете — найти преступника или помочь жертве?**

— Наказать преступника, конечно, важно, но не менее важно оказать помощь жертве, ее родным и близким. В частности, идентифицировать, с кем состоялось событие, особенно если человека уже нет. Выяснить это необходимо, ведь могут быть и другие жертвы. Поэтому по ДНК

из биологических образцов или останков, а это могут быть кровь, волосы, слюна и т.д., мы дадим указание, в каких базах данных хранятся сведения о нужном нам человеке. У него, помимо всего прочего, могут быть какие-то особенности, связанные, скажем, с сердечно-сосудистой системой или обменом веществ. Это важно как с медицинской точки зрения, чтобы помочь человеку, так и с точки зрения правоохранителей — чтобы указать, где его искать.

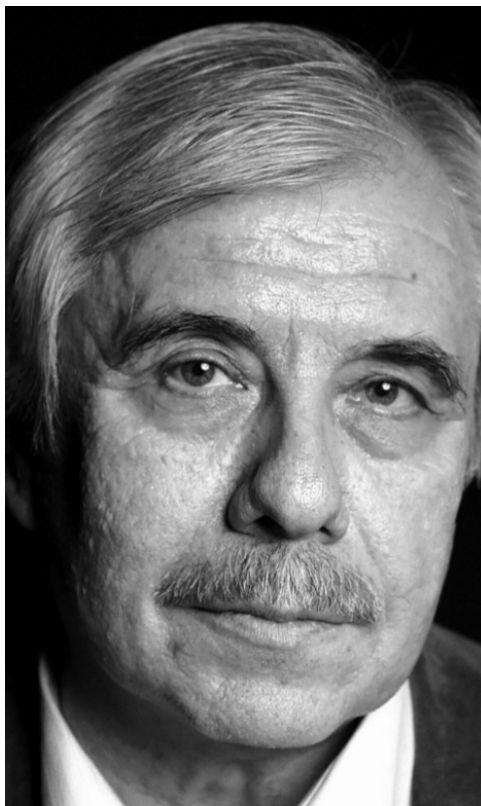
Тем, кто читает книги и смотрит телевизор, где часто показывают сериалы про бандитов, наверное, будет интересно узнать, что по ДНК сегодня о них можно узнать очень многое. Как и о тех людях, которые стали их жертвами. Иначе говоря, ДНК-идентификация способна стать своего рода профилактикой преступлений.

— Кого-то она остановит от совершения противоправных действий?

— Да, если этот человек будет знать, что сегодня на помощь криминалистам пришли ученые. И такой опыт уже есть. Не буду называть конкретных лиц, но в одном из городов России после появ-

В одном из городов России после появления специалиста по ДНК-идентификации практически прекратились квартирные кражи

ления специалиста, который особенно успешно применял метод ДНК-идентификации, практически совсем прекратились квартирные кражи. Конечно, преступники — люди изощренные, но и наука не стоит на месте. Сегодня даже по выдоху можно многое узнать о человеке, потому что с потоком воздуха выходят клетки с его ДНК, которой теоретически достаточно, чтобы провести его ДНК-идентификацию, узнать вероятную географию происхождения его предков в местах



Научный руководитель Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН Н.К. Янковский

исторического обитания и немало другой полезной информации, скажем, цвет глаз и другие внешне наблюдаемые признаки, даже с определенной точностью — биологический возраст.

— А ведь бывает, что ДНК разрушилась или ее почти нет. Как быть тогда?

— В рамках программы мы намерены разрабатывать наборы реагентов для исследования крайне малых количеств сильно разрушенной ДНК (например, при пожаре), которые будут применяться в массовой криминалистической практике. Понадобится и новая система осмысления, контроля и рассмотрения вариантов, которые будут проявляться в криминалистических и медицинских исследованиях на единичных молекулах ДНК, когда надо учитывать возможность появления и регистрации мутаций, возникающих при размножении единичной молекулы. Эти мутации не заметны при одновременном

анализе огромного массива молекул, но могут привести к ложной интерпретации данных при работе с единичными молекулами ДНК. Для специалистов-практиков будут разработаны соответствующие методики, доступные в обеих странах.

— Что дает создание связки через ДНК с территорией происхождения предков индивида?

— Это сильно сужает круг поиска. Например, криминалистическое расследование серийных изнасилований несовершеннолетних в одном из городов-миллионников России показало, что ДНК насильника по особенностям генетического текста указывает на происхождение его предков из определенного народа Восточной Сибири. Представителей этого народа даже в громадном городе было немного, и преступник был быстро найден методами ДНК-идентификации. Поскольку особо тяжкие преступления процентов на 80 совершаются повторно, эта генетическая информация может стать ниточкой, которая распутает криминальный клубок и разорвет его. Привлечение данных истории, этнографии, антропологии и перевод этих данных на язык ДНК имеет огромную практическую пользу — это и составляет специфику нашей программы «ДНК-идентификация». ■

Беседовала Анна Пименова

НА ОСТРИЕ

Цель программы
«Луч» — создание
приборов СВЧ- и опто-
электроники, которые
предназначены для
широкого использо-
вания, в том числе для
спецприменений



«ЛУЧ»

Главное направление работы Института физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси — лазерная и оптическая аппаратура, весьма востребованная в промышленности, медицине, биотехнологиях. Сотрудничество с Российской Федерацией началось много лет назад, еще во времена СССР. Продолжалось оно и в постперестроечный период. Важную роль здесь сыграли программы Союзного государства, первой из которых стала программа «Лазерные технологии XXI века». Затем выполнялась программа «Прамень», что в переводе с белорусского означает «Луч». С таким именем она продолжается и сейчас — уже по новым направлениям и в новом качестве, но ничуть не менее успешно. О том, как идет сотрудничество, нашему корреспонденту рассказали участники программы.

Николай Stanisлавович Казак, директор Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ, генеральный директор ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника», академик НАНБ:

— Полное название программы «Луч» таково: «Разработка критических стандартных технологий проектирования и изготовления изделий наноструктурной и микро- и оптоэлектроники, приборов и систем на их основе и оборудования для их производства и испытаний». Если говорить простым языком, это приборы СВЧ- и оптоэлектроники, которые предназначены для широкого использования, в том числе для спецприменений. Это особенно актуально ввиду санкций, которые сейчас действуют в отношении России и Беларуси. При покупке различного рода оборудования, комплектующих, особенно высокотехнологичных, мы испытываем определенные проблемы, потому что должны получать разрешение Госдепартамента США или давать обещание, что будем использовать все это исключительно в мирных целях. Поэтому мы ведем работу по импортозамещению.

— Какие предприятия производят оборудование для этой программы?

— Микроэлектронику у нас представляет открытое акционерное общество «Интеграл», а СВЧ-электронику — НИИ радиоматериалов. Есть



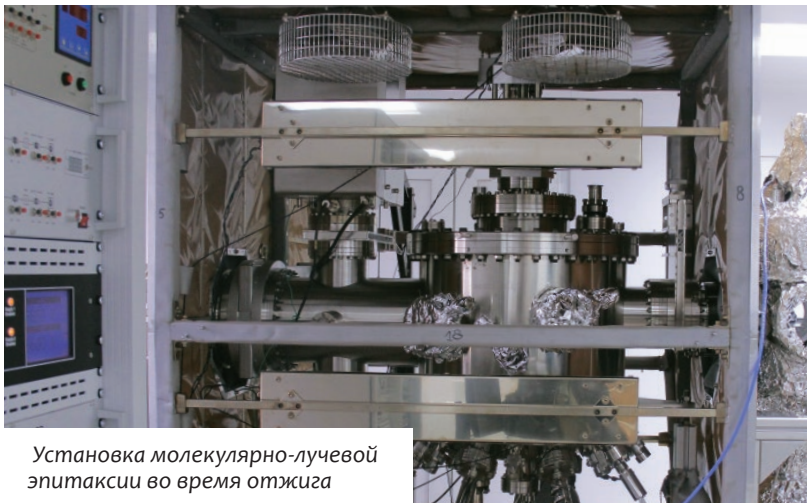
Директор Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ Н.С. Казак

также ОАО «Планар», которое разрабатывает соответствующее технологическое оборудование, системы контроля изделий микро- и СВЧ-электроники. «Интеграл» входит в число предприятий, которые имеют право поставлять изделия специального назначения, то есть для военной техники, в том числе и для российских потребителей. Не у всех есть такое разрешение, потому что Россия ведет работу по созданию собственного импортозамещения.

— В чем суть программы «Луч»?

— Программа у нас началась в третьем квартале 2016 г. В нее входят пять основных заданий. Первое — разработка стандартных технологий. Они нужны для того, чтобы можно было совмещать определенные технологические операции, выполняемые на том или ином оборудовании. Проще говоря — чтобы наши и российские технологии соответствовали друг другу по различным параметрам, начиная от геометрических размеров и заканчивая электрическими схемами.

Второе — комплексные методики проектирования технологий и создания унифицированных изделий. Например, изделие, изготовленное в России, вышло из строя, и вы можете пользоваться белорусским, или наоборот. Комплексные методики проектирования фактически приобретут силу ГОСТов — требований, от которых отступать нельзя. Эти стандартные технологии будут разрабатывать как российские участники программы, так и белорусские. С российской стороны это прежде всего объединение «Светлана-Рост», а также различные организации, например Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН в Санкт-Петербурге. С нашей



Установка молекулярно-лучевой эпитаксии во время отжига

стороны это «Интеграл», НИИ радиоматериалов, Институт физики, специалисты из ОАО «Планар».

Третье задание — разработка конкретных изделий. Здесь будет несколько основных направлений. Например, пьезоэлектрические приборы для стабилизации частоты передаваемых сигналов, для их обработки.

— Речь идет о военном заказе?

— Не обязательно. Они могут применяться и в мирных целях — например, на аэродромах, станциях слежения, в различного рода электронных схемах, которые используются для передачи сигналов. Должны быть также разработаны источники этих сигналов. Прежде всего, это мощные светодиоды, диодные светоизлучающие линейки, полупроводниковые лазеры, другие излучающие устройства.

Четвертое — создание технологического оборудования, различных измерительных приборов. Например, в рамках программы будет разрабатываться оборудование для определения топологии, то есть внешнего вида самих изделий: микросхем, изделий СВЧ-электроники и т.д. Для того чтобы изготовить изделие, или гетероструктуру, на которой производятся определенные операции, нужно создать так называемые чистые комнаты. Это важно для того, чтобы избежать дефектов при создании изделий. И хотя существуют комнаты различного уровня чистоты, все равно при росте гетероструктуры может осесть пылинка. Она начинает зарастать, в результате образуется дефект. Определение характера дефектов, их количества важно для того, чтобы отработать технологию так, чтобы она была совершенной, чтобы было меньше брака в производстве микросхемных изделий. Для этого и будет создаваться специальная установка для определения дефектов.

Технологические операции с гетероструктурами должны проводиться при определенных условиях — в присутствии различного рода газовой среды, при определенной температуре. Поэтому важен контроль всех этих параметров. У нас есть лаборатория, которую представляет Е.В. Луценко. Она займется как раз этими вопросами.

Диоды и полупроводниковые лазеры выступают основой для создания других лазерных систем, которые могут применяться в различных целях — научных исследованиях, медицине, машиностроении, компьютерах, дальномерах, системах управления и т.д. Сегодня идет борьба за создание лазерных систем, которые были бы компактными и потребляли мало энергии. Для

некоторых лазерных систем, в особенности мощных, раньше использовалось водяное охлаждение, но это большие заботы: например, что делать зимой? Поэтому стараются делать сухие системы или с другим типом охлаждения, например воздушным потоком, с помощью различных приборов, которые понижают температуру этого изделия. Это сложная технологическая задача — создать эффективное изделие, которое может разместиться в очень малых объемах.

— Насколько я понимаю, важно, чтобы лазерные системы обладали безопасным для глаз излучением?

— Именно так. Например, корабль заходит в бухту и капитану нужно знать расстояние до пирса. Нужно, чтобы все было измерено с высокой точностью, но при этом ничто не угрожало здоровью

и безопасности экипажа или обслуживающего персонала в порту. Такие лазерные системы с диодной накачкой сегодня очень эффективны и востребованы. У нас в институте есть очень сильная лаборатория, где занимаются как раз этими проблемами.

Мы осваиваем и применяем различные лазерные технологии. Это резка, сварка, термоупрочнение, нанесение покрытий, лазерное испарение тугоплавких материалов, температуры испарения в которых могут составлять 3–5 тыс. градусов. Часто возникает задача преобразовать разные материалы в пар или плазму. Осаждаясь на поверхности изделий, испаряемые материалы создают тонкие покрытия, обладающие уникальными свойствами. Такое покрытие может быть износостойким, защищать от коррозии и т.д. Вообще, разработка сложной военной техники всегда двигала вперед мирные применения.

Тесные дружеские отношения с российскими коллегами у нас сложились давно, еще в советское время, и они не разрушились

— Можно ли сказать, что военные разработки нужны не для того, чтобы вести войну, а наоборот, чтобы ее предотвратить?

— Совершенно верно. Я всегда говорю: если Россия и Беларусь будут сильными, войны не будет.

— А что вы можете сказать о совместной с Россией лидарной программе, осуществляемой в вашем институте?

— Мы надеемся сделать так называемый ветровой лидар для определения скорости ветра. Это важно, например, для гражданских аэродромов, для ракетных полигонов, для запусков ракет в мирных целях. Ведь от этого зависит траектория полета. Принцип работы лидара состоит в том, что короткий импульс лазерного излучения распространяется в атмосфере, рассеивается, и мы регистрируем обратное рассеяние через определенные промежутки времени. Количество рассеянного света зависит от содержания в воздухе аэрозолей, пыли, дымов и т.д.

Здесь мы тоже много работаем с россиянами и даже создали единую лидарную сеть от Беларуси до Дальнего Востока. Она служит для того, чтобы исследовать трансграничный перенос различных загрязнений.



Заместитель заведующего лабораторией физики и техники полупроводников ИФ НАНБ Е.В. Луценко

Евгений Викторович Луценко, заместитель заведующего лабораторией физики и техники полупроводников Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ, кандидат физико-технических наук:

— Основа союзных проектов — это всегда человеческий фактор. Тесные дружеские отношения с российскими коллегами у нас сложились давно, еще в советское время, и они не разрушились. Мало того, они развиваются. Так, по полупроводниковым лазерам у нас начиная еще с советского времени проводится белорусско-российский семинар. Именно такое постоянное сотрудничество позволило создать программу «Прамень», которая послужила основой программы «Луч». В рамках этой программы мы должны создать спектральный аппарат, который будет определять температуру с точностью не хуже двух градусов и с пространственным разрешением 1 мкм в работающих СВЧ-микросхемах. В качестве температурного щупа используется сфокусированный лазерный луч, комбинационное рассеяние которого и позволяет определить температуру. Поскольку само лазерное излучение не будет поглощаться полупроводниковыми слоями микросхемы, такой способ определения температуры будет достаточно точным. Карты температуры, полученные таким способом, позволяют оптимизировать конструкцию СВЧ-микросхем, прогнозировать их срок службы и т.д. По сложности исполнения такой аппарат не уступает импортным аналогам, а по стоимости будет значительно дешевле, что и определяет его востребованность в микроэлектронике и СВЧ-технике.

Кроме того, лаборатория примет участие в разработке технологии роста наноструктурированных материалов методом молекулярной пучковой эпитаксии, используя самые передовые способы роста, позволяющие получить гетероструктуры



Ученый секретарь ИФ НАНБ Я.А. Король

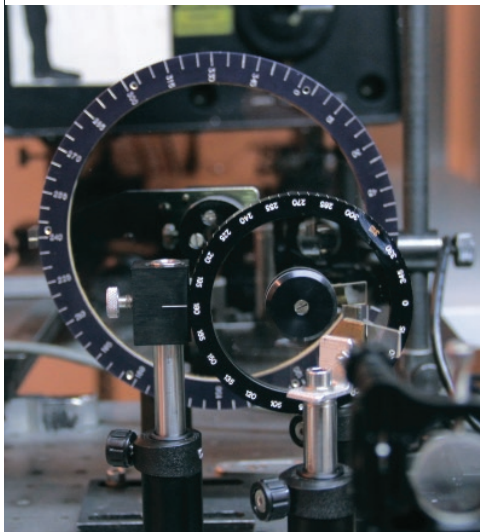
с максимально гладкой поверхностью и минимальной концентрацией дефектов.

Яна Александровна Король, ученый секретарь Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ, кандидат физико-математических наук:

— Нашему институту более 60 лет. Основное направление деятельности — лазерная физика, оптика и все, что с этим связано: применение лазерных технологий в различных отраслях промышленности, в медицине, в экологии и т.д. В институте работают свыше 350 человек, из которых около 250 — научные сотрудники, в большинстве своем имеющие ученые степени. В нашем институте работают девять академиков, и это 10% от всех академиков Республики Беларусь. Благодаря умелому руководству после распада Советского Союза нам удалось сохранить научный потенциал, заложенный еще в советские годы. Наш институт остается одним из самых сильных профильных учреждений в мире. Ведется сотрудничество практически со всеми развитыми странами Европы, с США, Канадой, Японией, Китаем, Вьетнамом, Кореей, Саудовской Аравией. Мы много работаем на экспорт — производим лазерную технику для продажи за рубеж. Основным нашим потребителем сейчас выступает Китай. Ну и, конечно, мы ведем очень тесное сотрудничество с Россией как в научной сфере, так и в качестве коммерческого партнера.

У нас сейчас 11 центров, в состав каждого из них входит по несколько лабораторий. И каждая лаборатория сотрудничает с Россией в том или ином направлении, начиная от совместных проектов Белорусского и Российского фондов фундаментальных исследований и заканчивая

Установка лазерных и люминесцентных исследований гетероструктур, блок возбуждения



программами Союзного государства, такими как научно-техническая программа «Луч». Это продолжение уже закончившейся в 2015 г. программы Союзного государства «Прамень».

Алексей Геннадьевич Войнилович, научный сотрудник лаборатории физики и техники полупроводников Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ:

— Одно из направлений нашей работы — создание миниатюрных полупроводниковых лазеров, излучающих в зе-

леном и желтом диапазонах спектра. Такие лазеры мы создаем на основе гетероструктур с массивами квантовых точек, накачиваемых излучением синих лазерных диодов. Коммерческих лазерных диодов в желто-зеленом спектральном диапазоне пока нет. В последнее время нам удалось впервые разработать и создать лазеры на оранжевую область спектра. Разрабатываемые нашей группой оптически накачиваемые полупроводниковые лазеры могут найти широкое применение в компактных лазерных проекторах с высокой цветопередачей, системах локальной оптической связи на основе пластиковых волокон, а также в биологии и медицине.

После распада Советского Союза нам удалось сохранить научный потенциал, заложенный еще в советские годы

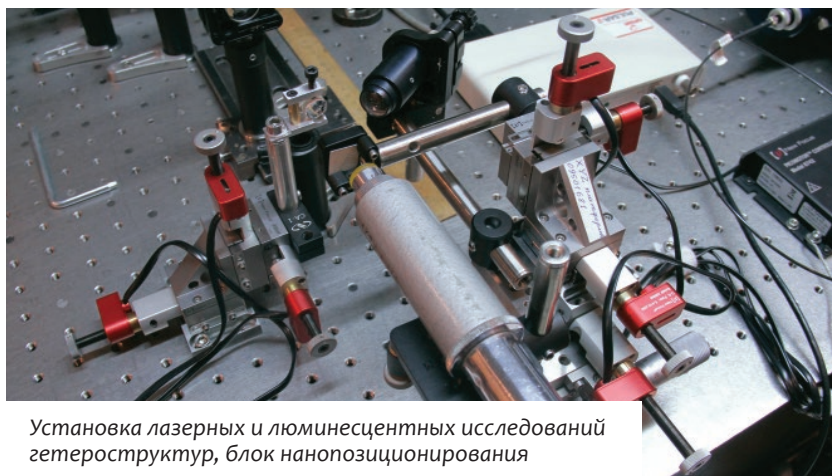
Андрей Геннадьевич Смирнов, ведущий научный сотрудник лаборатории оптической диагностики Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ:

— Мы занимаемся различными оптическими технологиями, которые можно применить для контроля промышленных изделий или объектов. В частности, используем микроскопию, интерферометрию, эллипсометрию. Стараемся решать задачи по контролю качества изделий, которые возникают в промышленности. Так, у нас был проект, в рамках которого мы изготовили систему для

контроля пластин, применяющуюся в солнечной энергетике. Пластины из поликристаллического кремния, в которых есть проблема, вытягиваются из расплава, потом болванка распиливается на тонкие пластины и в ней возникает механическое напряжение, которое потом может эволюционировать в микротрещины. Мы сделали прибор, который позволяет достаточно быстро визуализировать всю поверхность пластины, увидеть, что у нее находится внутри, выявить структурные дефекты. Поскольку этот прибор работает довольно быстро, его можно встроить в конвейерную линию изготовления пластины, чтобы контролировать ее качество в момент обработки, исключив таким образом некачественные пластины из процесса. У нас есть несколько предприятий, где эта технология очень востребована, и в России этим тоже заинтересовались. Существуют и мировые аналоги, но это оборудование дорогое. Наше заметно дешевле. Надеемся, наш прибор будет успешно использоваться российскими и белорусскими производителями микро- и оптоэлектроники.

Максим Владимирович Богданович, заместитель заведующего лабораторией лазерной техники и технологий Института физики им. Б.И. Степанова НАНБ:

— Основное направление нашей деятельности — разработка и создание твердотельных лазеров с диодной накачкой. Это такие лазеры, в которых в качестве источника возбуждения используются полупроводниковые лазерные диоды



Установка лазерных и люминесцентных исследований гетероструктур, блок нанопозиционирования

в основном производства Российской Федерации. Спектр наших разработок очень широкий — это неодимовые лазеры, лазеры на стекле, фемтосекундные, пикосекундные. Мы делаем все, на что есть спрос, например лазеры для дальномеров — устройств, с помощью которых измеряют расстояние. Это всевозможные датчики, мощные неодимовые лазеры для научных целей, для обработки материалов, сверления отверстий. У нас налажено



Заместитель гендиректора ЗАО «Светлана-Рост» по научной работе и развитию А.Г. Филаретов

глубокое сотрудничество с российскими предприятиями, в том числе и по программе «Луч». Российская сторона производит источники накачки для наших устройств.


Алексей Гелиевич Филаретов, заместитель генерального директора ЗАО «Светлана-Рост» по научной работе и развитию:

— Наше сотрудничество началось много лет назад, и оно отнюдь не случайно. Программа «Луч» начиная с программ-предшественниц держит направление на развитие принципиально новых технологий, а это означает, что там должно присутствовать соответствующее оборудование, нередко уникальное, аналога которому в мире нет. Такое оборудование мы делаем совместно.

Институт физики им. Б.И. Степанова славен тем, что в нем чрезвычайно сильно представлен синтез научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы.

Это, между прочим, большая редкость. Далеко не все институты сочетают в себе два этих качества. Очень мощно у них представлены лазерные технологии, что-то лучше развито у нас — поэтому мы и решили объединиться, чтобы совместно двигаться к общим целям. Мы доверяем друг другу, и поэтому работа движется успешно. ■

Беседовала Анна Пименова



Этот кустарник, цветы которого запечатлели десятки русских художников, снова «вошел в моду». Цветами Победы его кисти стали потому, что распускаются в мае

«ПЛЫЛ ПО ГОРОДУ

ЗАПАХ СИРЕНИ...»



ы приехали в Минск в неудачное для сирени время. Это весной она устраивает пышные цветопредставления, наполняя воздух ароматом, а осенью кусты стоят голые и непритязательные. Но в багряные краски осени окунула сад рябина, из всех уголков манили хвойные, пряные, сладкие и горьковатые цветочные ароматы, а в оранжеее прямо с деревьев для нас срывали мандарины и инжир: «Угощайтесь!» Лебеди скользили по глади пруда, и, казалось, время остановилось, чтобы полюбоваться садом. **Владимир Владимирович Титок**, директор Центрального ботанического сада (ЦБС) Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, показал нам свои владения и рассказал об одном из самых важных проектов Союзного государства под названием «Сирень Победы».



Директор ЦБС НАНБ В.В. Титок

— **Владимир Владимирович, скоро у вашего сада юбилей.**

— Готовимся отметить 85 лет со дня основания в следующем году. Организован наш сад постановлением Совета народных комиссаров в апреле 1932 г. Центральный ботанический сад расположен в центре столицы Республики Беларусь, занимает территорию 92 га, это объект национального достояния номер один. Живые коллекции ботанического сада состоят из 13,6 тыс. таксонов растений. Очень ценен гербарий, где хранятся 30 тыс. гербарных листов. Наш сад — ботанический памятник природы республиканского значения, памятник ландшафтной архитектуры XX в. Мы работаем под эгидой Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. Кроме того, мы объект природного назначения, охраняемый государством, поэтому обязаны согласовывать даже работы по пересадке растений.

Совсем недавно, накануне 25-летия организации СНГ, мы провели съезд ботанических садов, входящих в МААН — Международную ассоциацию

академий наук, возглавляемую академиком Б.Е. Патеном (Украина). Это уже третий съезд Совета ботанических садов СНГ, где была принята резолюция о современных направлениях сохранения и рационального использования биоразнообразия растительного мира, находящегося на нашем попечении.

— Знаю, вы дружите со многими садами мира, обмениваетесь семенами и саженцами.

— Дружим со многими, а с 40 из них у нас заключены договоры. Семенами обмениваемся более чем с 400 садами мира. Это работа ученых-интродукторов — использование и испытание новых сортов и видов растений в наших условиях. По прошествии этого испытания растения, которые хорошо себя чувствуют у нас, можно использовать в коллекциях и для разных целей народного хозяйства.

Коллекция сирени ЦБС — одна из самых обширных и полных в СНГ. Ее создание началось в 1933 г., и к настоящему времени она состоит из более чем 280 образцов

— Чем особенно гордитесь?

— У нас уникальные коллекции рододендронов, редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси, орнаментальных культур. И, конечно, гордимся коллекцией сирени, потому что она одна из самых обширных и полных в СНГ.

Создание коллекции сирени началось в 1933 г., и к настоящему времени в ней представлены более 280 образцов. Большую часть коллекции составляют редкие сорта французской селекции семьи Лемуана. Широко представлены сирени российских, немецких, голландских, прибалтийских селекционеров, сорта, происходящие из Канады и США. В ЦБС получены сорта «Лебедушка», «Нестерка», «Минчанка», «Павлинка», «Хорошее настроение». Среди них есть и сорта военной тематики.

— Расскажите, как зародился этот проект.

— Родился проект в 2011 г., когда на Совете ботанических садов в Волгограде было принято решение об использовании сортов военной тематики для реализации проекта «Сирень Победы». В подготовке проекта были задействованы крупные научные учреждения России и Беларуси: Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (Москва), Волгоградский региональный ботанический сад, Никитский ботанический сад (Ялта) и наш сад. Общими усилиями проведены инвентаризация и омоложение коллекций сирени в целом, но особое внимание мы уделяли сортам военной тематики.

— А что это такое — сорта военной тематики?

— Изначально для проекта были выбраны сорта, созданные легендарным российским селекционером Л.А. Колесниковым, благодаря которому появилось понятие «русская сирень». Это невысокие кусты высотой 180–250 см, которые носят символические названия — «Маршал Василевский», «Защитникам Бреста», «Валентина Гризодубова», «Алексей Маресьев», «Маршал Жуков», «Гастелло», несущие в себе военную историю. На основе взаимодействия биотехнологических лабораторий наших учреждений появилась возможность получения сортового, оздоровленного, стандартизированного посадочного материала для реализации проекта.



Лекарственные растения селекции ЦБС



Народный артист СССР Ю.М. Соломин посадил куст сирени на Партизанской поляне ЦБС НАНБ в Минске 10 июня 2016 г.



Чествование ветеранов при закладке и торжественном открытии аллеи «Сирень Победы» в Парке Победы в Минске 5 мая 2015 г.



Закладка аллеи Победы в Севастополе 15 мая 2014 г.



Суть проекта состояла в том, чтобы заложить аллеи сирени воинской тематики в городах-героях бывшего Советского Союза. Эта работа успешно осуществлена. Волгоград, Санкт-Петербург, Мурманск, Смоленск, Тула, Москва... У нас в Бресте и в Минске высажена сирень. Мы ездили в прошлом году в Севастополь и Керчь и заложили там аллеи Победы. Это были красочные мероприятия с участием ветеранов, при большом стечении народа. Когда находились в Севастополе, получили даже правительственную телеграмму от С.Б. Иванова, который был тогда главой администрации: «Считаю ваш проект яркой и востребованной инициативой, одним из заметных и по-настоящему праздничных мероприятий, приуроченных к приближающемуся Дню Победы». Мы провели праздник 6 мая, а 8 мая в Севастополь прилетал президент Российской Федерации В.В. Путин. Поэтому акция прозвучала очень высоко.

В прошлом году один из инициаторов этого проекта, почетный директор ЦБС академик НАНБ В.Н. Решетников ездил на Поклонную гору в Москву, где как раз была осуществлена высадка аллеи сирени, и одновременно в нашем саду состоялась аналогичная акция на Партизанской поляне. Это необычное место, где из кустов самшита выложены очертания Беларуси. Заложил поляну академик Решетников, у которого отец был командиром партизанской бригады «Гроза». Мы не думали, что самшит приживется в этом месте ботанического сада, но он прекрасно себя чувствует, зимует без всяких укрытий. А теперь на Партизанской поляне растут еще и кусты

сирени, посаженные лауреатами главной гуманитарной Межгосударственной премии СНГ «Звезды Содружества», которые приехали в Минск на торжественную церемонию вручения высоких наград 11 июня. Приезжал, например, народный артист СССР Ю.М. Соломин. Я помогал ему посадить куст, а он смеялся, что впервые держит в руках лопату.

Многие сорта длительное время не использовались в активном озеленении, они уходили из наших парков, фактически погибали. Сейчас интерес к сирени вновь активизировался

Оказывается, это было его первое дерево! И теперь этот кустик — подопечный Юрия Мефодьевича, он может сюда приезжать и за ним ухаживать. Хотя, конечно, и мы его без присмотра не оставляем.

— «Сирень Победы» — это патриотическая и социально-политическая акция. Но какое она имеет научное значение?

— Это реанимация уходящих из коллекций сортов. Все они яркие, красивые, с удивительным ароматом. Длительное время их не использовали в активном озеленении, они уходили из наших парков, фактически погибали. Сейчас интерес

к сирени вновь активизировался, и это прекрасно. Это исконно наше растение, и оно всегда ассоциировалось с Победой. В Севастополе мы видели множество ветеранов — настоящих, живых фронтовиков, бабушек, дедушек, с медалями, которых организаторы привезли из разных районов Крыма на специальных электромобилях. Сколько же было слез, эмоций, как же все было по-настоящему! Это был восторг.

Добиться этого было не так-то просто. Клональное микроразмножение растений, с помощью которого мы спасали нашу сирень, — это научный метод, основанный на переводе апексов, или точек роста, в асептическую культуру *in vitro*, где в стерильных условиях растения размножаются. Причем размножение происходит достаточно активно, в геометрической прогрессии. От одного растения можно в течение нескольких месяцев получить 100 и больше потомков. Это его вегетативные клоны, которые затем укореняются в грунте и подращиваются в питомниках. Таким образом, из апикальных клеток получают растения, свободные от вирусных, бактериальных и грибных инфекций. Мы получаем оздоровленный материал в большом количестве за непродолжительное вре-

Цветы этого кустарника обладают сильным фитотерапевтическим действием успокаивающего характера. Вдыхая запах сирени и глядя на нее, человек испытывает умиротворение

мя. Нам удалось спасти ценные генотипы и довести до обширного количества. Именно научная составляющая позволила оздоровить, размножить и, следовательно, сохранить сирень.

— **Какое влияние сирень оказывает на человеческое здоровье?**

— Сейчас активно развиваются идеи фитотерапии и ароматерапии. Эстетика декоративного садоустройства, служащая в том числе лечебным целям, очень важна. Сирень обладает сильным фитотерапевтическим действием, которое имеет анксиолитический, успокаивающий характер. Вдыхая запах сирени и глядя на нее, человек испытывает умиротворение. Эстетическое действие также очень сильно: благодаря селекционерам получены совершенно уникальные формы с невиданными по форме и внешнему виду цветками, с длительным



Заместитель директора по научной работе ГБС РАН А.Н. Швецов

ремонтантным цветением удивительной красоты и аромата. Всего этого удалось добиться благодаря кропотливому труду наших селекционеров.

Александр Александрович Веевник, заместитель директора Центрального ботанического сада по научной и инновационной работе, заведующий лабораторией клонального размножения растений:

— Наш биотехнический комплекс — это, по сути, производственное подразделение, где мы налаживаем промышленное производство растений с помощью клонального микроразмножения. Такое размножение производится в стерильной среде и на очень маленьких растительных экземплярах. Мы можем выращивать в стерильной среде растения без корней. Они подрастают в баночках, достигая определенного размера, затем в стерильных условиях наши сотрудники все это достают, разрезают на части и снова высаживают в такие же баночки, и они снова растут. Это позволяет очень быстро наращивать объемы производства совершенно идентичных и здоровых растений.

У нас есть смежные лаборатории аналогичного профиля, где выращивают лекарственные и плодовые растения, например топинамбур, голубику и др. В таких же условиях выращивают и сирень. Условия для всех растений разные: необходимы различные температурный и световой режимы, составы питательной среды.

Проводим научные эксперименты. Например, испытываем светодиодные светильники. Их отличие от обычных в том, что практически отсутствует

зеленая часть спектра. Дело в том, что растения поглощают в основном только красную и синюю зоны светового спектра. А зелеными кажутся потому, что полностью отражают зеленую часть спектра. Человеку, который смотрит на растение, освещенное светильником с синими и красными светодиодами, оно кажется черным, и это непривычно. Но растение прекрасно себя чувствует и хорошо растет. Оказывается, светодиодные фитолампы намного эффективнее газоразрядных — не только из-за экономии электроэнергии, но и потому, что растения, облученные ими, быстрее растут.

Юрий Владимирович Плугатарь, директор Никитского ботанического сада, член-корреспондент РАН доктор сельскохозяйственных наук:

— Национальное достояние «Сирень Победы» — очень важный, крупномасштабный патриотический проект, в котором наш сад имеет честь участвовать. Никитский сад представил для этих целей два своих лучших сорта сирени — «Севастопольский салют» и «Эльтиген». На международной выставке «Цветы ЭКСПО-2014» в Москве Никитский ботанический сад вместе с Главным ботаническим садом РАН был удостоен за участие в проекте «Сирень Победы» золотой медали. Сорт «Эльтиген» посвящен Керчи и отличается особенно крупными и красивыми соцветиями. «Севастопольский салют» посвящен героическому Севастополю. В НБС созданы также сорта «Брест» и «Героям Сталинграда», которые сад подарил этим городам. Оба сорта — лиловой окраски, но отличаются декоративными особенностями. В Никитском саду будет храниться весь банк сортов «Сирени Победы». Мы с гордостью участвуем в этом проекте и будем всеми силами способствовать его популяризации.

Александр Николаевич Швецов, заместитель директора по научной работе Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН:

— В международной акции «Сирень Победы» крайне важна именно эстетическая функция — обозначить праздник, который всегда с нами. Во всяком случае, так должно быть.

Идея высадки сирени, посвященной Великой Победе, зародилась именно в нашем саду, поэтому мы стали головной организацией, проводящей программу. Ее научная ценность чрезвычайно высока. Во-первых, в результате совместной работы нам удалось организовать международное научное сообщество разных стран и ведомств: вместе с нами работают ботанические сады, находящиеся в структуре как академий наук, так и университетов. Важно, что

все мы объединились для решения общих задач, которые никто сверху не спускал. От участия в проекте никто не отказывался.

Во-вторых, нам удалось соблюсти разумное разделение труда между садами-участниками, соответствующее их научной базе, опыту и технологическим возможностям. Во всем участники проекта приходили друг другу на помощь, помогали советами, материалами, обменивались опытом. Это великолепный образец бескорыстного научного сотрудничества ради общей цели.

И, наконец, главная задача, ради которой все мы трудимся, — это сохранение и приумножение биоразнообразия. Дело в том, что в садовом деле существует мода на те или иные растения. Вот сейчас модно высаживать тую — и во всех садах она растет. А мода на сирень прошла, хотя это удивительной красоты и ценности растение. Многолетний труд селекционеров пропадает зря, генофонд



Директор НБС-ННЦ Ю.В. Плугатарь

погибает, а восстановить его трудно, порой невозможно. Поэтому наша задача — не дать таким растениям уйти в прошлое. С этой целью мы разрабатываем методы размножения растений — от пробирки до цветущего куста. Поскольку в проекте участвуют регионы с разным климатом, важно учитывать, какие методы выращивания и высадки там подходят, какие нужны реактивы, обработка, чтобы сохранить вид в различных условиях. «Сирень Победы» — это удачное сочетание патриотической акции с важной научной задачей, и то, что нам удалось их осуществить, замечательно. Однако сверхзадача — не просто высадить сирень Победы в разных городах стран бывшего СССР, отдав дань памяти нашим предкам, но и в дальнейшем стараться сохранять биоразнообразие — уже для наших потомков. ■

Беседовала Наталья Лескова

С борта российского сегмента
Международной космической
станции проводится регулярная
съемка с использованием цифровых
профессиональных фотоаппаратов,
фотоспектральной системы ФСС
и видеоспектральной системы ВСС



УСТРОИТЬ В КОСМОСЕ «УРАГАН»

М

ы привыкли думать, что самые большие загадки находятся в дальнем космосе. На самом деле их хватает и в пределах нашей планеты — и на океаническом дне, и в верхней части атмосферы, где, как говорят ученые, происходят транзитные явления, когда грозовые разряды бьют между облаком и ионосферой. При этом возникает целый ряд удивительных свечений, имеющих поэтические имена *red sprite* («красные призраки»), *blue jet* («голубые струи»)… Изучение этих короткоживущих явлений важно и с практической точки зрения.

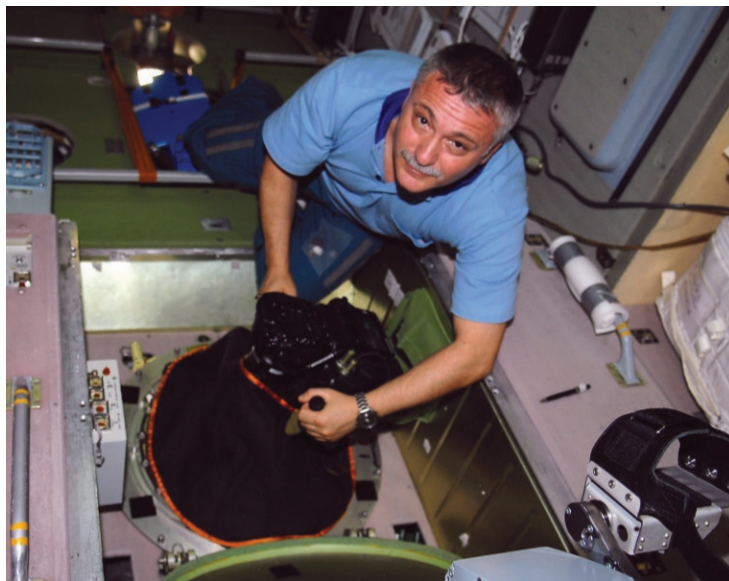
Подобными работами заняты российские и белорусские ученые в рамках совместного космического эксперимента под названием «Ураган», цель которого — отработка на борту космической станции аппаратуры и технологий изучения Земли, оценка развития различных природных и техногенных катаклизмов, а также другие стоящие перед человеком важнейшие задачи.

Петр Васильевич Кучинский, директор НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук:

— Наш институт — старейшее научное учреждение Белорусского государственного университета, которому исполнилось 45 лет. Задумка ректора БГУ, а впоследствии и директора института А.Н. Севченко была стратегической и весьма дальновидной. Он считал, что университет, в котором отсутствуют мощные научные подразделения, не может дать образования высокого уровня. Образование — это комплекс, который работает в тандеме с наукой. Поэтому наши студенты проводят здесь первые научные исследования, выполняют курсовые, дипломные, магистерские работы, пишут диссертации и становятся специалистами высшего класса, какие и нужны современной науке.



Директор НИИ прикладных физических проблем БГУ П.В. Кучинский



Космонавт Ф.Н. Юрчихин проводит сеанс съемки ФСС на МКС в рамках космического эксперимента «Ураган» (вверху); космонавт А.Н. Шкаплеров на борту Международной космической станции проводит съемки видеоспектральной системой ВСС в рамках космического эксперимента «Ураган» 26 декабря 2014 г. (справа)



Один из основоположников нелинейной оптики академик Р.В. Хохлов еще в 1970-е гг. говорил: «Белоруссия — крупная оптическая держава». Мы постарались сохранить и приумножить вместе с российскими коллегами то, что было сделано раньше, в советские годы. Сегодня мы продолжаем совместные работы в области оптического приборостроения. Ведутся экологические научные исследования на Международной космической станции. Мы видим, что сегодня происходят мощные, непредсказуемые явления в земной атмосфере и на самой планете, и такие предсказания — это возможность изучения и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Мы плотно сотрудничаем с российским Институтом земного магнетизма,

ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), с которым имеются совместные программы в рамках Союзного государства. По прямым хозяйственным договорам ведется разработка целого комплекса аппаратуры, которая сегодня работает не только на Земле, но и в космосе.

Борис Илларионович Беляев, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом аэрокосмических исследований НИИ прикладных и физических проблем БГУ:

— Лаборатория дистанционной фотометрии, а затем и отдел, с давних пор сотрудничает с ракетно-космической корпорацией «Энергия» — с тех советских времен, когда это было еще НПО, а до этого КБ, где начинал развивать практическую космонавтику легендарный главный конструктор С.П. Королев.

В 1968 г. я, молодой специалист, пришел на работу в Институт физики АН БССР, и там мой научный руководитель, заместитель директора академик Л.И. Киселевский, позже ректор БГУ, предложил мне заниматься созданием космических спектрометров и разработкой методов их применения. Мы, оптики-спектроскописты, в 1969 г. разработали и создали по договору с НПО «Энергия» малогабаритный скоростной спектрометр МСС-2, который был установлен на орбитальной научной станции «Салют-4». Его модификации потом работали на станциях «Салют-6», «Салют-7» и «Мир».



Фотоснимок фрагмента дельты реки Куры и прибрежного участка Каспийского моря в Азербайджане

С начала 1970-х гг. мы очень тесно сотрудничаем с Институтом географии РАН — одним из постановщиков ряда космических экспериментов. За это время было проведено множество совместных натуральных экспериментов на Курском аэрокосмическом полигоне Института географии РАН, где мы испытывали новую разрабатываемую аппаратуру, проводя полевые и авиационные съемки спектрально-отражательных характеристик различных природных поверхностей и образований. Продолжаем сотрудничество и сейчас.

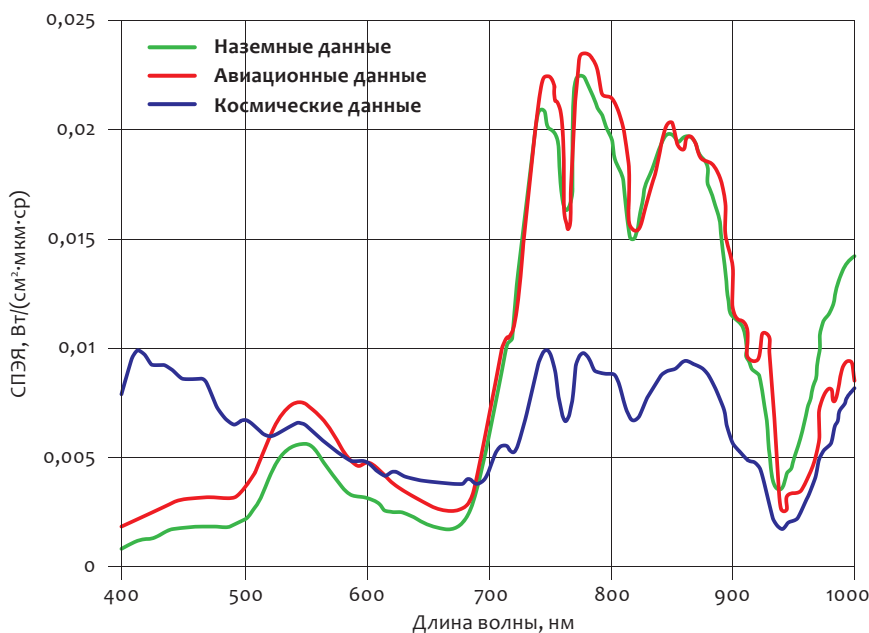
На протяжении многих лет на борту Российского сегмента Международной космической станции осуществляется эксперимент «Ураган». Выполняется он совместно ПАО «РКК «Энергия», Институтом географии РАН, нашим институтом и другими организациями.

В настоящее время с борта российского сегмента Международной космической станции проводится регулярная съемка с использованием цифровых профессиональных полноформатных фотоаппаратов, а также разработанной и созданной нами аппаратуры нового поколения — фотоспектральной системы ФСС и видеоспектральной системы ВСС. Эти косми-

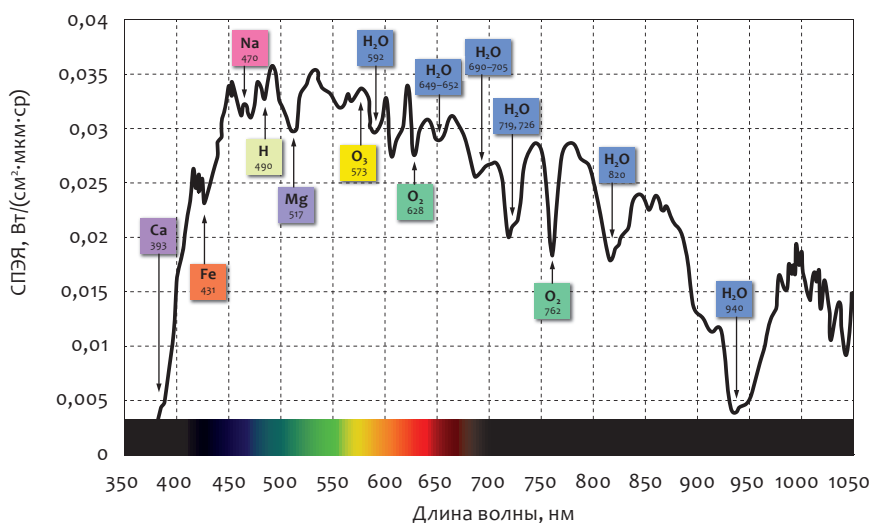
ческие данные нужны для выполнения научно-исследовательских и практических работ — например, изучения вулканической активности, оползней, обвалов, лавин, подвижек ледников, лесных пожаров, пыльных бурь. Занимаемся мы и прогнозной оценкой климата, изменений окружающей среды, динамикой разливов, мониторингом ареалов загрязнений вокруг городов и на водной поверхности.

Все это необходимо в первую очередь для прогнозирования и оценки последствий глобальных катастроф. Эксперимент начался с применения

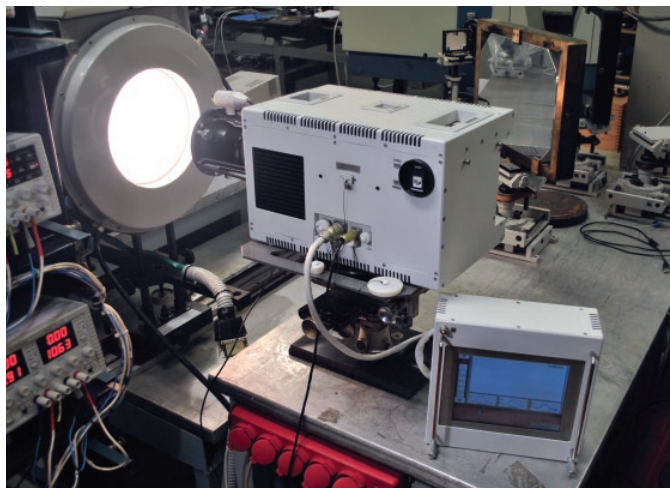
Спектры однотипных растительных образований, зарегистрированных с различных уровней подспутникового эксперимента в районе Гомельской кольцевой структуры при зенитном угле Солнца $Z = 68-72$



Спектр отражения песчаной поверхности с полосами поглощения излучения атмосферными газами и фраунгоферовыми линиями, полученный на МС ФСС, и видимое излучение

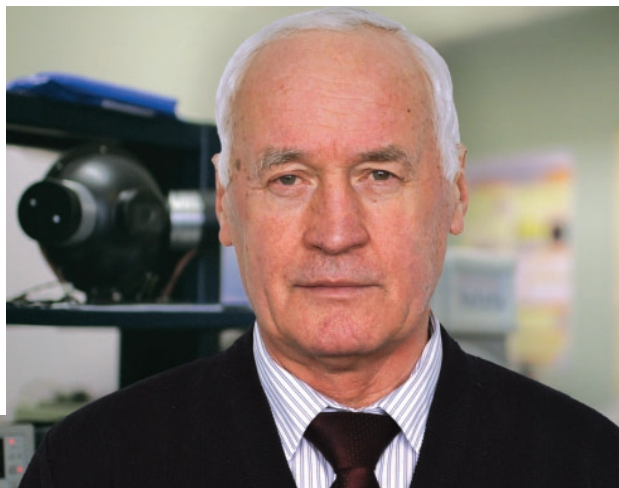


фотографических систем, когда космонавты снимали природные катаклизмы из космоса с очень высоким пространственным разрешением. Вот почему практически все современные космонавты «болеют» фотографией. Спектры отражения поверхностей, которые регистрируются системами ФСС и ВСС, позволяют более точно измерить те или иные характеристики. Например, существует проблема Аральского моря — это пыльные соляные бури, которые ветром переносят загрязнения в сторону России, вызывая засоление почв. Визуально можно определить лишь факт распространения



Наземная спектрально-энергетическая калибровка аппаратуры «Видеоспектральная система» в лаборатории НИИФП им. А.Н. Севченко БГУ

Заведующий отделом аэрокосмических исследований НИИ прикладных и физических проблем БГУ Б.И. Беляев



этих шлейфов, а спектрометры позволяют показать концентрацию частиц в единице объема, распределение этих частиц по размеру, потому что тяжелые частицы выпадут близко, легкие же улетят дальше. Это более наукоемкая информация.

Все это касается и вулканической деятельности. По источникам всевозможных антропогенных загрязнений мы можем многое проанализировать и дать точный прогноз.

Эти методики используются также для сельского хозяйства. По спектру отражения гораздо раньше можно обнаружить, скажем, фитопатологию растений, чем это будет заметно визуально. И тогда можно принять упреждающие меры, которые спасут урожай.

Это же касается проблем, связанных с лесом. Например, вредоносный короед-типограф съедает еловые леса. И этот процесс можно предотвратить, дав точный прогноз в самом его начале. Страшный вред лесу наносят пожары. Приборы с орбиты видят их в разных районах Земли, позволяя оценить последствия пожаров, наводнений, других стихийных бедствий.

Все это важно и нужно, но наша главная задача — создание еще более совершенной аппаратуры, ее исследование и испытание на борту МКС. Тут важно все: как совместить спектр с изображением, как осуществить атмосферную коррекцию данных, потому что учет атмосферных искажений — это весьма трудная научная задача.

Юрий Владимирович Беляев, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией оптико-физических измерений:

— В связи с расширением круга задач оптического дистанционного зондирования требования к точности радиометрических измерений сегодня становятся значительно выше. Для этого очень

важно провести качественную наземную спектрально-энергетическую калибровку систем оптического дистанционного зондирования.

В Республике Беларусь наша лаборатория — это единственная аккредитованная лаборатория, проводящая такие калибровки. Основная часть оборудования лаборатории — метрологический комплекс «Камея», предназначенный для высокоточной калибровки различной спектрометрической и видеоспектральной аппаратуры, источников и приемников излучения, а также для проведения температурных калибровок тепловизионной аппаратуры. Мы калибруем на этом метрологическом комплексе всю разрабатываемую отделом научную аппаратуру, а также целевую аппаратуру оптического диапазона первого белорусского космического аппарата «БКА» и российского спутника «Канопус-В».

Михаил Юрьевич Беляев, заместитель руководителя НТЦ РКК «Энергия», доктор технических наук, профессор:

— Космический эксперимент «Ураган» осуществляется на борту российского сегмента Международной космической станции уже 15 лет, начиная с основной экспедиции МКС-1 в 2001 г. Широкое сотрудничество в рамках этой программы ведется с Республикой Беларусь. Главная цель эксперимента — отработка новой аппаратуры, методов и технологий изучения Земли, потенциально опасных процессов и явлений природного и техногенного характера, приводящих к катастрофам и экологическим проблемам на земной поверхности и в атмосфере.

За эти годы мы увидели более 400 тыс. космических изображений. Некоторые из них уникальны именно тем, что получены космонавтами с борта пилотируемой космической станции. Таким образом, многие природные явления мы можем рассмотреть более детально.

Например, во время извержения вулкана космонавты всегда выполняют как перспективную съемку с разных направлений, так и крупномасштабное фотографирование кальдеры «в надир». Такие изображения позволяют оценить извержение вулкана со всех сторон, от площади распространения до высоты выброса вулканического материала в окружающую среду. Это крайне ценная научная информация, помогающая понять причину явления, а значит, научиться его прогнозировать.

Еще пример — природные пожары. Такая проблема существует в том числе для дельтовых районов Волги. В связи с этим в рамках КЭ «Ураган» ежегодно проводится съемка пожаров, возникающих в весенне-осенний период в Астраханской области. Аналогичные пожары часто наблюдаются и фиксируются с борта МКС в Приангарье, Хабаровском крае и на Дальнем Востоке.

Еще одно направление исследований «Урагана» — наблюдение и фотографирование Аральского моря, а точнее слежение за его усыханием, деградацией и гибелью. Особую тревогу вызывают результаты мониторинга с МКС, установившего частые направления шлейфов песка в сторону территории России с отложением грязи на просторах Оренбургской и Челябинской областей, Башкортостана и Поволжья.

Важные задачи этого космического эксперимента — поиск и съемка с борта РС МКС различных систем поверхностных океанических волн, выявление причин и механизма их образования с помощью математического моделирования. По полученным снимкам и их изучению была выдвинута гипотеза образования таких волн. При помощи многовариантных расчетов удалось приблизить смоделированную волновую систему к зафиксированной на фотоснимке и произвести оценку физических параметров источника волн.

Кроме того, в рамках программы «Ураган» специалисты заняты прогнозом подвижек горных ледников. Так, в конце мая 2011 г. МЧС республики Таджикистан передало сообщение о быстрой подвижке ледника Медвежьего. В конце июля поступило сообщение о полном завершении пульсации. Это подтвердила повторная съемка ледника, выполненная 29 сентября 2011 г. Уже в начале лета 2014 г. мониторинг с борта МКС зафиксировал новую активизацию ледника, и теперь Медвежий входит в число приоритетных задач для исследователей. В мае 2016 г. завершены исследования одного из крупнейших



Бермудские острова

ледников Памира Бивачного, которые показали отсутствие опасности происходящей подвижки ледника для жителей близлежащих долин.

Одна из главных задач программы «Ураган» — оценка развития катастрофических явлений на основе разработанных методов и математических моделей. Здесь важны многие факторы — хорошо спроектированные космические средства, качественная исследовательская аппаратура, постоянный мониторинг природной среды. Именно благодаря такой слаженной работе постановщики эксперимента первыми предоставили точную оценку причин наводнения, произошедшего в Краснодарском крае в июле и августе 2012 г.

В настоящее время в рамках «Урагана» разрабатывается новая научная аппаратура — «Радиометр инфракрасный высокого разрешения», Гиперспектр

третометр и другие. Большой вклад в создание научной аппаратуры для «Урагана» вносят белорусские ученые. Созданы уникальные научные приборы ФСС и ВСС, которые успешно используются в эксперименте. А сейчас создается новая система СОВА («Система ориентации видеоспектральной аппаратуры»), которая позволит автоматически осуществлять наведение научных приборов на исследуемые объекты, и это станет еще одной важной научно-практической задачей, которую наши страны выполнят в тесном содружестве. ■



Заместитель руководителя НТЦ РКК «Энергия» М.Ю. Беляев

Беседовала Наталья Лескова



Сейчас мы создаем наукоёмкие материалы: синтезируем наночастицы, получаем композиционные наноматериалы, контейнеры для доставки лекарственных препаратов, нанокатализаторы

РЕАКЦИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ

о работе Института химии новых материалов НАН Беларуси нам рассказал его директор академик **Владимир Енокович Агабеков**.

Недавно отметили юбилейную дату — 25-летие создания Содружества Независимых Государств, в связи с чем подвели итоги развития академической науки. По моему глубокому убеждению, как бы страны ни разбегались, как бы экономики ни размежевывались, научное сообщество остается в близких, доверительных отношениях. Не секрет: не во всех постсоветских странах академии остались на том же уровне, в том же статусе, что и во времена СССР. В России, например, РАН — негосударственная организация, ее имуществом руководит ФАНО. Таких учреждений, как НАН Беларуси, осталось очень мало. Тем не менее между собой мы очень хорошо контактируем. Кроме Российской академии наук поддерживаем тесную связь с академиями Туркменистана, Казахстана, стран Прибалтики, Украины, Армении, Молдовы, Азербайджана.

Белорусская наука не потеряла своего статуса. Наши научные разработки конкурируют с работами, ведущимися во многих крупных зарубежных научных центрах. Специалисты из Беларуси участвовали в создании Большого адронного коллайдера, в совместных космических исследованиях и т.д.

Я был аспирантом Института физико-органической химии АН Беларуси и Института химической физики АН СССР в Черногловке, где защищал кандидатскую и докторскую диссертации. У меня было два учителя: академик АН Беларуси Н.И. Мицкевич учил меня, как правильно вести научную работу, проводить эксперименты — и просто жизни, а профессор Е.Т. Денисов из Черногловки учил меня науке. Я у них был первым доктором наук. С тех пор связи с Российской академией наук не прерываются.

Наш Институт химии новых материалов был организован сравнительно недавно, 18 лет назад, но за это время мы существенно развились, выросли, возмужали и оснастились. Когда меня назначили директором, пришлось создавать академический институт практически с нуля. Главная идея была — целенаправленно объединить органический синтез с физической химией, разрабатывая и создавая новые органические материалы различного функционального назначения и практические технологии их получения. Сейчас мы создаем наукоемкие материалы: синтезируем наночастицы, получаем композиционные наноматериалы, контейнеры для доставки биологически активных соединений или лекарственных препаратов, нанокатализаторы, которые потом будем использовать в различных химических реакциях, и т.д.

Люминесцентные красители, разработанные в лаборатории полисопряженных органических соединений



Лес — не топливо!

Сегодня для того, чтобы решать какую-то крупную проблему, одного института мало, поэтому формируются кластеры из нескольких институтов. И это правильно. Ставится проблема — например, создать эффективную лесохимию. К ней можно подключить Институт природопользования, Институт леса НАНБ, Белорусский государственный университет и Белорусский государственный технологический университет. И делаем мы это не только в рамках нашей академии, но и в рамках Союзного государства и даже шире. У нас хорошие связи с НИИ леса Финляндии, мы подписали с ним договор о творческом сотрудничестве, как и с Институтами органической химии и химии природных соединений Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ).

На базе новосибирского Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН и нашего Института химии новых материалов более десяти лет тому



Разработки лаборатории «Материалы и технологии ЖК-устройств»

назад был организован центр, в котором идут совместные исследования в области нефтехимии и лесохимии и осуществляется подготовка кадров высшей квалификации. Совместно мы провели уже несколько конкретных работ как в рамках фондов фундаментальных исследований России и Беларуси, так и по программам, которые проводятся у них и у нас. Создан Координационный совет по лесохимии, в котором мы с академиком РАН В.Н. Пармоном сопредседательствуем. В состав совета входят ученые как Беларуси, так и России, в том числе специалисты из Красноярского Института химии и химической технологии СО РАН, в котором достойно развита лесохимия.

Очень долго пробивали государственную программу научных исследований «Лесохимия», аналогичная уже работает и в России. В Беларуси лес — самое большое богатство. Нам нужно заниматься его вторичной переработкой. Раньше выпускали из лесных отходов скипидар и канифоль, а потом и это перестали делать, потому что их выгоднее покупать в России и Китае. Теперь это все надо

реанимировать и делать переработку более глубокой. По теме лесохимии у нас есть договор о творческом сотрудничестве с красноярским институтом, проводятся исследования, поддерживаемые российским и белорусским фондами фундаментальных исследований. В рамках сотрудничества ведем также работы по созданию совместных технологических установок.

Мал реактив, да дорог

Институт ориентирован на разработку и производство малотоннажной химической продукции. По моему глубокому убеждению, Беларусь должна специализироваться на малотоннажной наукоемкой продукции. Ее делать выгодно. Мы синтезировали для фирмы LG 400 г вещества, получили за это \$100 тыс. Для компании *Hewlett-Packard* произвели 25 мг., заработали \$22,5 тыс.

Совместно с Министерством промышленности РБ создана лаборатория двойного подчинения «Материалы и технологии ЖК-устройств», в которой разрабатываются новые технологии получения анизотропных органических материалов и создания на их основе устройств электроники: диодов, жидких кристаллов (ЖК), — а также ЖК-технологии (ориентирующие материалы, ЖК-линзы, ЖК-индикаторы, R&D-материалы, хиральные добавки, фазовые ретардеры и др).

Под эгидой правительства и руководства НАНБ начала функционировать совместная лаборатория с Академией наук Туркменистана. Вместе с Национальной академией наук Республики Армения мы успешно занимаемся синтезом фармацевтических препаратов. С Институтом химической физики им. А.Б. Налбандяна работаем как в рамках Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), так и по контрактам с третьими странами. Например, разработали антикоррозийный состав для нефте- и трубопроводов в Саудовской Аравии. Совместно с Институтом физики НАНБ работаем над созданием метаматериалов, подобные работы ведутся в Новосибирске и в Гомеле.

«Реактив» для АИСТА

С 2005 г. у нас регулярно проходят конференции по малотоннажной химии «Реактив». Инициатором был академик Академии наук Республики Башкортостан Д.Л. Рахманкулов. К сожалению, его уже нет с нами, но совместные конференции по химическим реактивам, реагентам и процессам малотоннажной химии проводятся. К нам подключился и Институт катализа СО РАН (академик В.Н. Пармон). Такие конференции уже четыре раза проводили в Минске, один раз — в Иркутске, один — в Новосибирске. В ноябре 2016 г. конференцию принимает Уфа.

Кроме того, в Минске проводим раз в два года конференцию АИСТ («Альтернативные источники сырья и топлива»). Сегодня это тема очень важная

и перспективная. Нефтяной рынок лихорадит, кроме того, нефть в любом случае невозобновляемый ресурс, когда-нибудь, даже если она и не кончится, ее использование в качестве топлива станет экономически крайне невыгодным. Поэтому сейчас актуальны проблемы как увеличения глубины переработки, так и поисков альтернативы, желательно возобновляемой. Организаторами этой конференции кроме нашего института и Института катализа СО РАН выступают Уфимский государственный нефтяной технический университет, Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАНБ, Белорусский государственный технологический университет, Научно-исследовательский институт физико-химических проблем БГУ, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН и другие организации. Эти конференции взаимодополняют друг друга. Так, наши работы по возобновляемому сырью хорошо соответствуют темам «Реактива» и АИСТА.

Для Беларуси возможные энергоресурсы — лес, торф, сланцы, бурый уголь. И нам следует активно трудиться в области их переработки. Для России приоритет — глубина переработки нефти и новые передовые технологии. Процессы, которые сегодня используются в России и в Беларуси, дают максимальную глубину переработки сырья на уровне 70–72%. Не секрет, что у нас на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах, будь то Могилев, Гродно, Мозырь или Новополоцк, все технологии западные. Но я глубоко убежден, что нужно иметь свою, отечественную технологию, чтобы ни от кого не зависеть.

Миру — по нитке

В 1970-х гг. крупнейшим в Европе заводом по производству полиэфирных волокон, таких как лавсан, был «Могилевхимволокно». Мы внедрили на нем тогда свой катализатор, получили большой экономический эффект. В то время это было хорошее и современное производство. Сегодня технологии и оборудование устарели, а столько же полиэфира, сколько производили в Могилеве, делает одна китайская провинция. При этом в Китае 1 кг лавсана стоит \$2,6, а на международном рынке они его продают по \$1,2. Это откровенный демпинг, цель которого очевидна: забить иностранное производство, в том числе и наше.

В те годы наши производители волокон покупали отбеливатели компаний *Hostalux* и *Uvitex* по \$150 за 1 кг. У нас уже была готова установка по малотоннажной химии, на которой аналогичный продукт можно делать по \$80–90 за 1 кг. Но когда я это предложил, мне сказали: «Зачем? Нам в Китае сделают дешевле». Так же было и с лесохимией. Даже если у нас будет новая технология, даже если у нас будет сырье, которого сейчас нет, мы не сможем конкурировать ни с Россией, ни с Китаем. Поэтому необходимо делать что-то видоизмененное,



Директор Института химии новых материалов НАНБ В.Е. Агабеков

чуть-чуть другое, но свое! То, до чего Китай еще не добрался. Россия в этом плане нас обгоняет. Когда-то там нефтехимия упала почти до нуля, работали одни нефтеперерабатывающие заводы. Сегодня ситуация меняется коренным образом, Россия поднимается, и нам это хорошо видно.

То потухнет, то погаснет

У нас очень много хороших работ, в основном по малотоннажной химии. Существует долговременное сотрудничество между нашим институтом и Министерством финансов Республики Беларусь, создан опытный научно-исследовательский участок по разработке и производству спецматериалов для изготовления ценных бумаг и пластиковых карточек для РУП «Крипботех»: предложены технологии получения различных видов пигментов для типографских красок, в том числе и токопроводящих для изготовления антенн для *RFID*-устройств и т.д. Созданы новые модификаторы для синтетических волокон, обработанные ими материалы при горении самозатухают. Произвели их уже более 20 т.

Совместно с Институтом нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН мы предложили проект по комплексной переработке возобновляемого сырья и тяжелых нефтяных остатков, который в настоящее время обсуждается в рамках научно-технической программы Союзного государства.

Мы работаем и с Китаем в рамках Химико-технологического центра малотоннажных композиционных материалов Института по исследованию химических технологий провинции Хэйлунцзян (КНР). Сделали вместе с Госкомитетом по науке и технологиям несколько совместных белорусско-китайских проектов. Очень плодотворно сотрудничаем с Саудовской Аравией. Есть у нас

и совместная лаборатория с Вьетнамом. Мы поставили им установку по очистке воды и установку для создания биоцидов — химических веществ для дезинфекции и очистки водных сред.

Где тонко, там не рвется

Мы развиваем несколько направлений исследований. В чисто теоретическом плане это физико-химия тонкопленочного состояния, а в практическом — пленки и двумерно организованные системы, на которые много лет назад меня благословил академик РАН А.Л. Бучаченко, он поддержал эти работы. Двумерно организованные системы мы используем как покрытия различного функционального назначения, в триботехнике (*изучении применения процессов трения в узлах машин. — Примеч. ред.*), как наноносители, как защитные и дезинфицирующие материалы. Если разобраться, вся теория тонкопленочного состояния органических соединений в Беларуси начиналась с нас.

Сегодня для нормального функционирования нужно иметь крепкую связь прежде всего с российскими учеными, с учеными стран СНГ и с западными исследователями. У меня со всеми иностранными институтами, в которых я бывал, подписаны соглашения. И это не просто парадные бумаги, за ними стоят реальные дела: обмен данными, совместные исследования, разработки. Рано или поздно все это выливается в совместные работы. Поддерживать такое взаимодействие нелегко, но только в таком режиме наука приносит реальную пользу нашим странам и народам. ■

Вопросы альтернативной энергетики — одни из важнейших не только для Союзного государства, но и для всего мира. О некоторых совместных работах в этом направлении нам рассказал директор Института катализа СО РАН академик РАН **Валерий Иванович Бухтияров**.

— Валерий Иванович, когда-то алхимиками руководило общее желание получить философский камень. У современных химиков есть такая глобальная идея?

— Такой глобальной идеи нет, но есть глобальные объединяющие направления. Например, наноматериалы — именно для химических приложений. Как и в случае с философским камнем, который, как считалось, превращал любой металл в золото, а заодно применялся для производства эликсира жизни, наноматериалы можно использовать в самых различных аспектах. В частности, они идеально работают в химических источниках тока и в топливных элементах.

— Вы говорите об альтернативной энергетике?

— Да. На сегодня для человечества проблема получения энергии — одна из самых насущных.

И хочется получать ее не только из ископаемой и невозполняемой нефти, но и из других источников, используя более универсальные подходы и технологии.

— Какая из стоящих перед химией задач с вашей точки зрения наиболее интересна?

— Та, о которой мы уже начали говорить. Как показал прошедший чуть больше года назад в Казани XII Европейский конгресс по катализу *Enopacat*, такой задачей выступает совместное использование в качестве источников энергии ископаемых и возобновляемых ресурсов. Причем доля использования возобновляемых источников на планете постоянно увеличивается, хотя и ископаемые источники нельзя сбрасывать со счетов. Их у нас много, и этим надо пользоваться.

— Чтобы не остаться с богатейшими запасами ставшей никому не нужной нефти?

— Такое еще не скоро случится, нефть нам будет нужна еще долго. Пусть даже не как топливо, которое Д.И. Менделеев сравнивал с топкой печи асигнациями, а как ценнейшее химическое сырье. Но пока нефть выгодно использовать для получения энергии, это надо делать. Тем более что технологии в этой области у нас проработаны достаточно хорошо. Сейчас идет процесс импортозамещения в процессах нефтепереработки, и в этом деле уже достигнуты серьезные успехи.

— Валерий Иванович, расскажите о связях вашего института с белорусской наукой.

— У Института катализа СО РАН есть два больших направления работы с белорусскими учеными. Это три совместных проекта президиума Сибирского отделения РАН и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, аналога нашего РФФИ. Они финансируются, а значит, находятся в работе и успешно развиваются.

— Какие именно?

— Первый — «Разработка научных основ легкофазной каталитической переработки лигнинов в ценные химические продукты и компоненты моторного топлива». С российской стороны проектом руководит академик РАН, научный руководитель нашего Института катализа В.Н. Пармон, с белорусской — академик НАНБ В.Е. Агабеков. Кроме нашего ИК СО РАН со стороны России в проекте участвует Институт химии и химической технологии СО РАН. Партнер в Беларуси — Институт химии новых материалов НАНБ.

— Лигнин — это что-то связанное с древесиной?

— Совершенно верно, в древесине есть целлюлоза, лигноцеллюлоза и лигнин. Три больших компонента, это все полимерные химические материалы. Лигнин в отличие от целлюлозы очень хорошо перерабатывается, хотя с целлюлозными фракциями мы тоже активно работаем. Фактически лигнин представляет собой столь же интересное сырье, как и нефть, но в отличие от последней это возобновляемый ресурс.

Второй проект — «Разработка и исследование наноструктурированных катализаторов и каталитических мембран на основе ячеистых материалов из аморфного углерода». Это разработки для твердотопливных элементов, кроме того, тут активно используются мембранные технологии. Руководитель проекта с нашей стороны — доктор химических наук В.А. Садыков, с белорусской — кандидат технических наук О.Л. Сморгы, кстати, лауреат совместной российско-белорусской премии им. академика В.А. Коптюга за 2011 г. Наши партнеры — Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН и Институт порошковой металлургии НАНБ.

— В чем особенность наноструктурированных катализаторов?

— Она видна уже из названия. Тут используются частицы, имеющие размеры в несколько десятков нанометров. Нанотехнологии оперируют размерами до 100 нм, но нам важно другое — чтобы размер был критичен для целевой функции.

Третий проект — «Разработка каталитического генератора высокочистого водорода для автономного зарядного устройства на основе топливных элементов». Руководитель от России — доктор химических наук В.И. Симагина, а от Беларуси — доктор технических наук В.Г. Минкина. Соответственно, наш белорусский партнер — Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАНБ.

— Мы уже говорим не просто об альтернативной энергетике, а о конкретном ее сегменте — энергетике водородной...

— Вы правы, проект служит развитию и продвижению такой перспективной ветви энергетике, как водородная. В этом плане есть много технических решений, есть водородные двигатели, водородные топливные элементы и т.д. Для того чтобы это работало, надо генерировать водород, причем не простой, а высокочистый. Есть разные подходы, в нашем проекте рассматривается вариант использования боргидридов.

— Если мы рассматриваем водород, скажем, как автомобильное топливо, не проще ли закачать в бак сжиженный H_2 и не связываться ни с какими боргидридами?

— Как ни странно, плотность водорода, скажем, в боргидриде натрия в полтора раза превышает плотность сжиженного водорода: 0,112 г/см³ против 0,07 г/см³. Удобнее и экономически целесообразнее использовать боргидридный носитель. Мы не говорим о промышленном производстве газа, речь идет о небольших картриджах. Вырабатываемый в нем водород поступает в топливный элемент, в котором он на специальной мембране соединяется с кислородом, а освободившаяся энергия идет на портативное автономное зарядное устройство. Такая система позволяет решать вопросы получения энергии в труднодоступных и удаленных от больших станций и линий электропередач местах.



Директор Института катализа СО РАН В.И. Бухтияров

— Это все первое направление. А какое второе?

— Оно связано с тем, что у нас на основе Института химии новых материалов НАНБ и нашего Института катализа СО РАН создан Совместный научно-производственный центр нефте- и лесохимических технологий НАНБ и СО РАН. Эти технологии — обещание наших интересов. Если у России есть хорошие ископаемые нефтересурсы, то Беларусь такого богатства лишена. Она вынуждена либо закупать нефть и газ у нашей страны, либо на основе своих богатых лесохимических возможностей снижать объемы используемого моторного топлива из нефтяного сырья за счет лесохимического сырья.

— Что бы вы пожелали союзной науке, ученым и читателям журнала?

— У нас есть Союзное государство, а у него есть научно-технические программы. К сожалению, российским ученым очень сложно получить финансирование программ в отличие от белорусской стороны. НАНБ имеет прямой выход на эти программы, легко взаимодействует с правительством, входит в рабочие комитеты. Нашу академию наук вследствие многих процессов, в том числе связанных с реформой, от этого практически отстранили. Конечно, я говорю не о фундаментальной науке, которая должна финансироваться из отдельных источников, а о переведении конкретных идей и разработок в коммерческие продукты и технологии. Поэтому я бы пожелал, чтобы российские ученые получили те же возможности, что есть у ученых Беларуси. И тогда наше сотрудничество станет еще более плодотворным, продуктивным и приведет к решению многих технологических задач. ■

Подготовил Равиль Атжанов



В 2016 г. исполнилось 175 лет со дня рождения В.О. Ключевского, имя которого имеет исключительное значение для развития исторической науки России и Беларуси

В. Матэ

ИЗУЧАЯ МИНУВШЕЕ,

МОЖНО ПРЕДУГАДАТЬ БУДУЩЕЕ

Б

елорусский государственный университет много лет сотрудничает с Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова. Эта совместная научно-исследовательская работа приводит к плодотворным результатам. Сложилось так, что наиболее плотное сотрудничество установилось между историческими факультетами МГУ и БГУ. Почему это так и в чем оно выражается, мы спросили у проректора по учебной работе Белорусского государственного университета **Сергея Николаевича Ходина**.



Проректор по учебной работе БГУ С.Н. Ходин

— Расскажите, пожалуйста, подробнее о программе сотрудничества исторических факультетов МГУ и БГУ.

— Подписание рабочей программы сотрудничества состоялось в 2014 г. в Москве, в дни, когда истфаки БГУ и МГУ отмечали свое 80-летие. Летом того же года на историческом факультете нашего университета впервые прошел Международный российско-белорусский конкурс студенческих научных работ по истории «Общий путь к Великой Победе». В нем участвовали более 20 студентов обоих вузов. А через год второй такой конкурс прошел в МГУ. География участников заметно расширилась. К нам присоединился Могилевский и Гомельский университеты, Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта в Калининграде. В 2016 г. в российско-белорусском конкурсе участвовало уже более 100 студентов.

Такие конкурсы мы собираемся проводить на постоянной основе, расширяя количество городов-участников и призовой фонд. Это могут быть туристические поездки в города-герои России и Беларуси, стажировки в дружественных университетах, участие в студенческих фестивалях. В этом нам су-

Важно помнить о героических и трагических страницах войны, но при этом не превращать историю в скучную назидательную дисциплину

щественно способствуют региональные ассоциации «Белорусы России» и «Белорусы Москвы». Часть наших студентов и преподавателей поощрялись через специальный фонд президента Республики Беларусь по поддержке талантливой молодежи. Прекрасно, что нынешнее поколение не опалено

фашистских служб. Преподавателей и студентов война в большинстве своем разметала по фронтам, партизанским отрядам, советскому тылу. Некоторые стали активными участниками минского подполья. Но всех объединила необходимость борьбы с фашистами и выживания. В условиях первых, но столь долгих месяцев схватки с врагом мало кто рассчитывал в ближайшей перспективе возобновить уничтоженный университетский потенциал — материальный, кадровый, творческий.

В 1943 г. на станции Сходня под Москвой возобновил свою работу в эвакуации Белорусский государственный университет — в дачных домиках, в малоприспособленных холодных помещениях, которые нужно было как-то отапливать. На помощь пришли сотрудники Московского университета. Мы знаем немало случаев, когда профессора МГУ, отчитав лекции у себя, ехали через всю Москву на Сходню. Это, конечно, был героизм — и студентов, и преподавателей. Собирали по крохам литературу. Ректорат БГУ,



Участники III российско-белорусского конкурса студенческих научных работ в Музее современной белорусской государственности

Круглый стол, посвященный 80-летию юбилею истфака, открывает ректор БГУ академик С.В. Абламейко (внизу)



войной. Но важно помнить о героических и о трагических ее страницах, при этом не превращая историю в скучную назидательную дисциплину.

— Как проявлялось сотрудничество БГУ и МГУ в те военные годы?

— Белорусский университет уже с июня 1941 г. в буквальном смысле слова оказался в руинах. Университетский городок в Минске превратился в пристанище различных оккупационных

по словам директора библиотеки М.Ф. Жаврида, выделял до 70% своего бюджета на закупку редких книг в букинистических магазинах Москвы. И, что интересно, посещаемость занятий была выше, чем иногда в спокойное, мирное время. Потому что ответственность, наверное, была на порядок выше.

Это были действительно профессионалы, люди, чьими именами мы гордимся: филолог Т.П. Ломтев,

историки — профессор В.Н. Перцев, доцент А.П. Пьянков, декан истфака доцент В.И. Шевченко, географ Ф.Н. Доминиковский... Естественно, заметным было преобладание среди преподавателей московских ученых над белорусскими. В сходственных стенах студенты БГУ слушали таких известных ученых, как Б.А. Рыбаков и Н.Ф. Яковлев.

— На каком языке вы преподаете?

— Вначале — исключительно на белорусском. Был, наверное, одним первых в те годы историков, кто начал читать лекции на родном языке. Я был деканом исторического факультета 16 лет, и за это время приходилось читать и на русском, и на белорусском.



Начало работы I российско-белорусского конкурса студенческих научных работ

— Ваше сотрудничество с МГУ началось как раз во время войны?

— Нет, раньше, начиная с первого ректора В.И. Пичеты, он ведь выпускник и профессор Московского государственного университета. Знаменательно, что сейчас во главе нашего университета — тоже академик и тоже профессор Московского университета. С.В. Абламейко был избран почетным профессором МГУ в 2014 г. А профессор В.И. Пичета занимался историей славянских стран и был очень известным славистом. Это был всесторонне образованный человек, настоящий энциклопедист. Владимир Иванович всегда делал акцент на профессионализме. Он за два года выучил язык и читал лекции и на белорусском, и на русском.

— Говорят, вы тоже хорошо знаете белорусский...

— Это мой родной язык. Я на нем учился в начальной школе, писал стихи и рассказы. Был участником областных олимпиад и по русскому, и по белорусскому языкам. Даже собирался поступать на журфак. Как победитель олимпиады по русскому языку впервые попал в Москву после девятого класса. Стараясь доказать, что на белорусском можно учить математику, так ею увлекся, что не только дошел до областной олимпиады по математике, но и собирался связать с ней выбор профессии. Победила в итоге гуманитарная составляющая. После окончания исторического факультета БГУ работал учителем школы, затем стал директором. С 1988 г. я в Белорусском государственном университете.

— Слышала, у вас есть белорусскоязычное отделение?

— Да, оно было создано в 1992 г. моими предшественниками на посту декана истфака, существует и сегодня. Абитуриенты сами выбирают язык обучения. Это не должно раскалывать нас. Знание языка — свидетельство не только общей культуры, но и профессионализма.

— Как вы думаете, почему из всех многочисленных факультетов МГУ и БГУ наиболее плотно сотрудничают именно исторические?

История нас объединяет. Общие корни легко найти именно через нашу общую историю — понятные обеим странам памятные даты, эмоциональные переживания

— История нас объединяет. Общие корни легко найти именно через нашу общую историю — понятные обеим странам памятные даты, эмоциональные переживания. Важен и человеческий фактор. Очень поддерживал эту идею декан истфака МГУ, а ныне президент факультета С.П. Карпов.

— Видела у вас билборд «История — это то, что нас объединяет». Но ведь могут существовать самые разные взгляды, интерпретации одних и тех же событий...

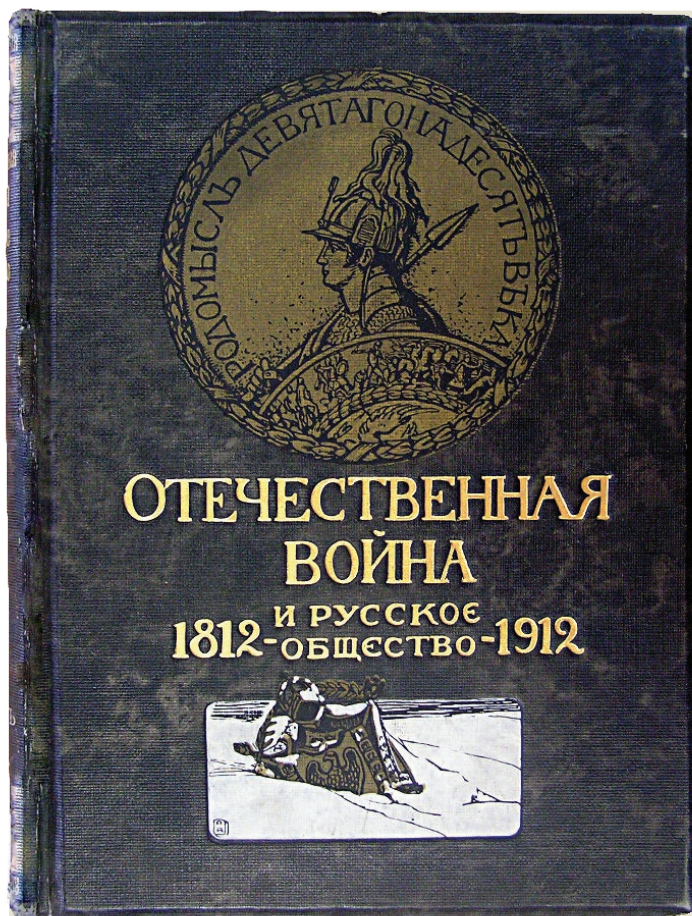
— Да, в любой науке, в том числе исторической, могут существовать разные точки зрения. Но тут важны несколько моментов. Во-первых, четкое следование фактам. Передергивать, искажать, выдумывать недопустимо. Во-вторых, при обсуждении надо вести себя этично, корректно. Можно спорить, излагать свое видение, но не переходить границы, стараться не видеть все исключительно в черно-белом цвете. Кстати, одна из моих первых статей так и называлась «История в черно-белом отражении». Это как с языком. Какой язык лучше — русский или белорусский? Для меня этот вопрос лишен смысла. Задайте себе вопрос: какая рука лучше — правая или левая? Обе нужны, не так ли? И мне кажется, та позиция сильнее, что ищет не противоречий, а точки единения и сближения, общие интересы. Все это делает людей единомышленниками, друзьями, а не врагами.

— На 90-летие БГУ к вам приезжал ректор МГУ В.А. Садовничий...

— Да, он приезжал и поздравлял. В своем вступительном слове он подчеркнул, что Московский государственный университет носит славное имя М.В. Ломоносова, который учился в Славяно-греко-латинской академии, созданной по проекту Симеона Полоцкого, нашего выдающегося соотечественника. Очень увлечен историей и наш ректор академик С.В. Абламейко. Наше обращение к родной истории отнюдь не случайно. Вообще, самое

Мы способствуем объединению народов, которые в последние годы разошлись, стараемся выстраивать нормальные, конструктивные человеческие отношения

страшное, что можно сделать с человеком, — отнять у него память. Поэтому наша главная функция — вместе с МГУ сохранить историческую память. Не забывать хорошее, не отворачиваться от плохого, анализировать, делать выводы на будущее. Но главное — помнить. Конечно, хочется, чтобы наши дружба и сотрудничество расширились, чтобы университеты и других республик бывшего СССР подключались к этим программам. Сейчас, например, большой интерес к ним проявила Армения.



Книга под редакцией В.И. Пичеты

Мы стараемся способствовать объединению народов, которые в последние годы разошлись. Воссоздать СССР мы не стремимся, нельзя войти в одну реку дважды. А вот выстроить нормальные, конструктивные человеческие отношения — можно и нужно.

Оксана Вячеславовна Солопова, заместитель декана и ученый секретарь исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, руководитель лаборатории истории диаспор:

— Сотрудничество исторических факультетов МГУ и БГУ имеет давние традиции. У нас на постоянной основе проводятся научные стажировки для магистрантов и аспирантов Белорусского университета. Они приезжают к нам для работы в архивах, научных консультаций, участвуют в учебном процессе, слушают лекции, посещают семинары, а студенты МГУ, в свою очередь, ездят в Минск.

Традиционным стало ежегодное проведение Международного российско-белорусского конкурса студенческих научных работ по истории «Общий путь к Великой Победе». Конкурсы сопровождаются обширной культурной и экскурсионной

программой, в осуществлении которой нас поддерживают музеи обеих стран. В нашей столице поддержку оказали Музеи Московского Кремля, Государственный музей Востока, в Беларуси — Мемориальный комплекс «Брестская крепость», археологический музей «Берестье» и другие культурные учреждения.

Кроме того, историческими факультетами МГУ и БГУ регулярно проводятся совместные научные мероприятия. В 2016 г. по инициативе исторического факультета БГУ состоялся цикл мероприятий «Дни исторического факультета МГУ на историческом факультете БГУ». В рамках этой инициативы руководство и сотрудники исторического факультета МГУ приняли участие в Научно-методическом круглом столе, посвященном 175-летию со дня рождения В.О. Ключевского, имя которого имеет исключительное значение для развития исторической науки России и Беларуси. Декан исторического факультета БГУ С.Н. Ходин подчеркнул символичность того факта, что круглый стол проводится в аудитории В.И. Пичеты, ученика В.О. Ключевского, знаковой фигуры для истории факультетов Московского и Белорусского университетов.

5 мая в музее «Дом Ваньковичей. Культура и искусство первой половины XIX в.» в Минске состоялись открытые публичные лекции декана исторического факультета МГУ доктора исторических наук, профессора И.И. Тучкова на тему «Ренессансная вилла как образ мироздания» и заведующего кафедрой истории России до начала XIX в. доктора исторических наук, профессора Н.С. Борисова. На мероприятиях собрались студенты, аспиранты, сотрудники исторического факультета БГУ, других вузов Минска, сотрудники белорусских музеев, представители гуманитарной общности.

Для делегации исторического факультета МГУ была организована обширная культурная программа. Такой формат сотрудничества оказался чрезвычайно продуктивным с точки зрения развития российско-белорусского учебного и научного сотрудничества. В ходе мероприятий профессор И.И. Тучков выступил с предложением провести ответные мероприятия в МГУ осенью 2017 г.

Еще одна уникальная инициатива, реализованная в рамках российско-белорусского сотрудничества, — программа «Молодежь евразийского пространства — общая память о Победе». Студенческая поездка в Республику Беларусь по памятным местам, связанным с именем Маршала Советского Союза И.Х. Баграмяна, была организована в рамках сотрудничества исторического факультета МГУ с Фондом развития и поддержки армяноведческих исследований «АНИВ», историческим факультетом БГУ и Региональной общественной организацией «Национально-культурная автономия

«Белорусы Москвы». Студенты и курсанты получили возможность пообщаться с «наследниками Победы», расспросить внуков И.Х. Баграмяна о том, каким был их дед, услышать в пересказе его рассказы о Великой Отечественной войне.

Сотрудничество с национально-культурными автономиями и общественными объединениями — это ноу-хау исторического факультета МГУ. Многие годы эта идея системно осуществляется в самых разных формах: стипендии и премии для студентов, возможности прохождения практик, стажировок, совместное проведение научно-практических конференций и круглых столов, спонсорское участие в общих проектах, в том числе в публикационной деятельности.



Замдекана и ученый секретарь исторического факультета МГУ О.В. Солопова

Студентам запомнилась также прошедшая зимняя школа во Владимире, в которой участвовали талантливые студенты-историки из МГУ и БГУ. Все эти мероприятия позволяют нашим научным школам сблизиться и находить точки взаимодействия, но самое главное — формируется настоящее студенческое братство, для которого не важны границы и политические условности. Вместе эти ребята, воспитанные на традициях дружбы и сотрудничества, — большая сила. Мы верим, что за ними будущее. ■

Беседовала Анна Пименова

В мире больше всего пересаживается почек. На втором месте печень, потом сердце, поджелудочная железа, легкие, мультивисцеральный комплекс, когда пересаживается сразу несколько органов



СЕРДЦЕ НА ЛАДДОНИ

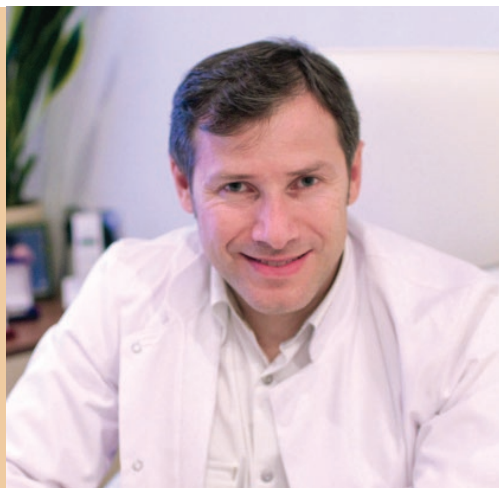
И

Интервью с **Олег** **Олегович** **Руммо**, доктором медицинских наук, профессором, руководителем РНПЦ трансплантации органов и тканей, главным трансплантологом Министерства здравоохранения Республики Беларусь, началось на несколько часов позже назначенного срока. Все это время Олег Олегович стоял у операционного стола. Шла ретрансплантация печени четырехлетнему ребенку — операция, которую нельзя откладывать ни на минуту. И даже покинув операционную, он продолжал следить за ходом всех манипуляций с экрана своего компьютера, время от времени включая голо-совый режим, чтобы задать коллегам вопрос или дать указание.

— **Олег Олегович, расскажите, что мы сейчас видим на вашем мониторе.**

— На операционном столе ребенок, которому четыре года назад мы уже выполнили трансплантацию. Девочке тогда было шесть месяцев, и она получила донорский орган от умершего десяти-месячного младенца. Три года все было хорошо, а потом случилась проблема, связанная с кишечной непроходимостью. Живет девочка в регионе. Там она перенесла операцию, потом еще несколько в детском центре, и в результате ей более чем на месяц были отменены все лекарственные препараты, мешавшие бороться с сепсисом. Это привело к тому, что печень стала очень плохо работать и ребенку потребовалась ретрансплантация. Операция проходит нормально, все под контролем. Скоро, думаю, закончим.

— **Получается, это уже вторая донорская печень?**



Руководитель РНПЦ трансплантации органов и тканей О.О. Руммо

— Да. Родители здесь не могут стать донорами, потому что не подходят по группе крови, а внегрупповую трансплантацию сделать невозможно из-за высокого титра антигрупповых антител. Донорскую печень от взрослого человека разделили на две части. Одна из частей сейчас будет трансплантирована этому ребенку, а вторая — взрослому человеку.

В Республике Беларусь действует презумпция согласия, так же как и в Российской Федерации. Однако между нашими странами есть различия

— Не так давно я брала интервью у директора Института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского М.Ш. Хубутии, и он рассказал, что, несмотря на изменившиеся времена, до сих пор видит негативное отношение к трансплантологии. Вам приходится с этим сталкиваться?

— Кто и почему подает такие заявления?

— Причины могут быть самыми разными. Мы в них никогда не вдаемся. Бывает, что люди ни в коем случае не хотят быть донорами. Таких на сегодня в Беларуси 2,3 тыс. человек. Многие уходят из этого регистра, понимая, что были неправы. Кто-то остается. Но вот что важно. Около 64% донорских органов мы забираем в маленьких городах. Вы понимаете, что там скрыть изъятие органа совершенно невозможно. Так вот, там мы чаще всего работаем по презумпции согласия, потому что наши граждане доверяют нам. Ведь их соседи из этих же маленьких городков прооперированы тем же методом трансплантации и на их глазах из смертников, инвалидов превратились в нормальных, способных жить и работать людей. На сегодня в нашей стране больше 3 тыс. человек с трансплантированными органами. Беларусь входит в топ-50 самых развитых в этом отношении стран мира, занимая 28-е место. Поэтому недоверия к трансплантологам мы практически не ощущаем.

— Каково соотношение трансплантированных органов? На первом месте, конечно, почки?

— Да, больше всего пересаживается почек. На втором месте печень, как и во всем мире. Потом



Самому маленькому пациенту, которому белорусские хирурги сделали трансплантацию печени, было 4,5 месяца



Пересадка может понадобиться и взрослому, и ребенку

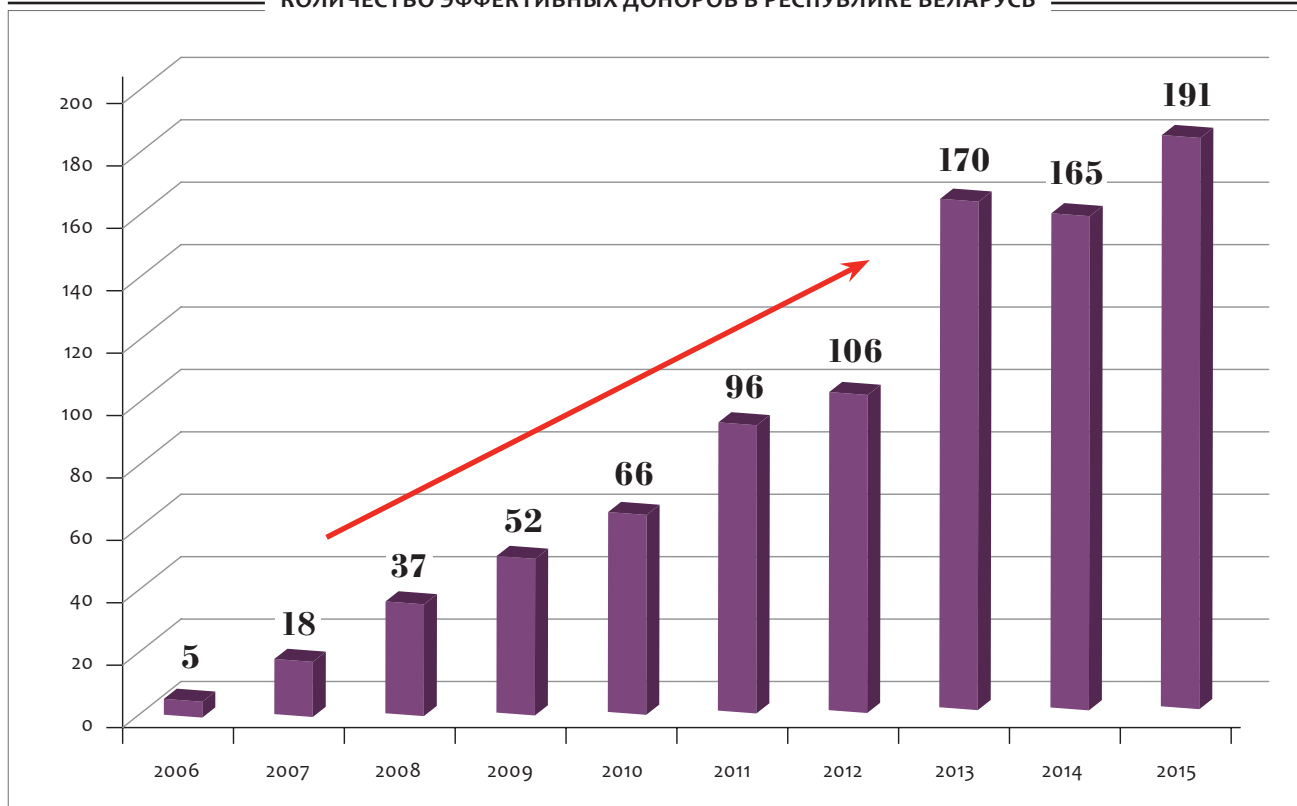
— В Республике Беларусь действует презумпция согласия, так же как и в Российской Федерации, и мы вроде бы можем не спрашивать доноров об их отношении к трансплантации. Однако есть различия между нашими странами. Мы создали регистр несогласных. Каждый гражданин нашей страны, который не хочет, чтобы его органы изымались для трансплантации, имеет право подать заявление в любое лечебное учреждение страны, и ровно через два часа это заявление будет в регистре. И тогда, что бы ни случилось, его органы никоим образом для трансплантации использоваться не будут.

сердце, поджелудочная железа, легкие, мультивисцеральный комплекс, когда пересаживается сразу несколько органов. Это наиболее сложные операции, и у нас они тоже выполняются. Если говорить об объемах такого рода помощи, сегодня мы выполняем примерно 50 трансплантаций органов на 1 млн населения. Российская Федерация, для сравнения, выполняет 10, США — почти 100.

— Почему же маленькая Беларусь оказалась впереди России? Это законодательная проблема?

— Нет, это проблема организационного характера.

КОЛИЧЕСТВО ЭФФЕКТИВНЫХ ДОНОРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ



— Существует ли у вас проблема нехватки донорских органов?

— Вы знаете, нет. Есть проблемы, связанные с тем, что орган нужен буквально сейчас, в ближайшую минуту, а его нет и взять негде. А завтра будет поздно. К счастью, такие ситуации возникают нечасто, но тем не менее возникают. И поэтому мы стремимся к международной коллаборации, в том числе с Россией, которая нам ближе всего, чтобы иметь возможность обмениваться органами, когда это необходимо. Правда, тут возникает множество разнообразных проблем.

— Однако вы сотрудничаете с Россией в этих вопросах?

— Конечно, сотрудничаем очень активно. С академиком С.В. Готье, например. С М.Ш. Хубутией мы не просто коллеги, но и имеем хорошие дружеские отношения. Дружим с Институтом хирургии им. А.В. Вишневского. Совсем недавно в Минске мы проводили большой конгресс Ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов, на котором присутствовали и наши коллеги из этого института. Было много важных, продуктивных обсуждений.

— Это ведь ваша основная специальность?

— Да, это так. Ассоциация была создана 20 лет назад во многом благодаря инициативе Института хирургии им. А.В. Вишневского. Ее президент — руководитель профильного отделения этого института В.А. Вишневский, вот такое удивительное совпадение фамилий, хотя они и не родственники.

На конгрессе были представители многих российских клиник и вузов начиная от Красноярска и Владивостока и заканчивая Калининградом. Мы ждали 300 человек, а приехали 523. Для нас особенно приятно, что такое количество людей из стран бывшего Советского Союза собрались вместе, чтобы обсудить общие для нас проблемы. Мы показывали в режиме онлайн операции по трансплантации печени, резекции печени, лечению панкреатита, и интерес был огромный.

Сегодня мы выполняем примерно 50 трансплантаций органов на 1 млн населения, Российская Федерация выполняет 10, США — почти 100

— Сейчас много говорят о большом будущем стволовых технологий в трансплантологии. Находят ли они у вас свое применение?

— Тут есть несколько аспектов. Главное — то, что представляет собой золотой стандарт во всем мире и активно применяется у нас, — это трансплантация гемопоэтических клеток при гематологических заболеваниях, а также использование

мезенхимальных клеток для лечения осложненных после трансплантации. Эти методики применяются очень активно. Все остальное — серьезные научные исследования, которые обнадеживают, но часто ничем не заканчиваются, хотя иногда имеют какой-то выход. Но и в этом случае они требуют валидации. Пусть выполнено самое хорошее и талантливое исследование, но если оно не будет воспроизведено энное количество раз, то не может стать методом лечения. Это называется «международная стандартизация». Сейчас в Республике Беларусь зарегистрировано более 20 методов лечения, которые основаны на использовании стволовых клеток. Речь идет о таких заболеваниях, как, например, рассеянный склероз, инфаркт миокарда, пострезекционная печеночная недостаточность, которой мы очень активно занимаемся, профилактика кризов отторжения, сахарный диабет и т.д.

Эти технологии были созданы в рамках научных проектов, которые выполняли наша академия наук и лечебные учреждения, входящие в состав Минздрава. Уже более десяти лет Республика Беларусь и Российская Федерация совместно трудятся над проектом Союзного государства «Стволовая клетка».

— Как работает эта программа?

— Проведены множественные исследования и эксперименты. Сейчас началась вторая часть программы, которая связана именно с валидацией, внедрением в клиническую практику в России и Беларуси необходимого объема проведенных исследований. И здесь стоит вопрос взаимодействия, сотрудничества между институтами. Как результат — улучшение результатов лечения, ранняя реабилитация, снижение смертности.

— Есть ли у вас собственные технологии?

— Конечно, у нас имеются собственные разработки. Например, есть несколько клеточных

продуктов, которые мы активно используем. Это мезенхимальные стволовые клетки, концентрат тромбоцитов лизированный, который нашел у нас широкое применение в качестве фактора роста для получения клеток мезенхимы человека. Есть и другие научные продукты, которые запа-

Согласно мировой статистике, в США годовая выживаемость после трансплантации печени составляет 84%. В Европе — в среднем 85%. У нас это 91%

тентованы университетами и научно-исследовательскими структурами на территории Республики Беларусь, и мы имеем право ими пользоваться потому, что заказчиком был Минздрав. В частности, в Беларуси разработан метод лечения сахарного диабета путем трансплантации стволовых клеток.

— В Беларуси с трансплантированными органами живут 3 тыс. человек. А сколько погибает в результате осложнений?

— Существует четкая мировая статистика, проверенная международным аудитом. Скажем, в Америке годовая выживаемость после трансплантации печени составляет 84%. В Европе — в среднем 85%. У нас это 91%.

— Да это же очень здорово!

— Может сложиться впечатление, что мы такие великие и талантливые хирурги, но дело в другом. Работая в маленькой стране и имея один референсный центр, мы имеем возможность скон-

центрировать здесь все технологии, всех специалистов и все ресурсы. Плохо, когда все это размывается, как в Америке или в Германии. Ну, и мы всегда помним о тех 9%, которые умирают. Поэтому нам и этого показателя мало. Ведь операции по трансплантации не дешевые и делаются не для того, чтобы на год или два продлить жизнь человеку, хотя это тоже неплохо. Они делаются для того, чтобы человек работал, детишек рожал и жил счастливо. Вот в чем суть вопроса.

— А что с выживаемостью при пересадке других органов?



Пациентка полутора лет на пятые сутки после трансплантации печени вследствие фульминантного гепатита из-за отравления бледной поганкой

— 84% функционирования почки пять и более лет. При трансплантации сердца годовая выживаемость составляет 82%.

— Во всем мире существует проблема консервации донорских органов. На Западе есть специальные установки, которыми пользуются для того, чтобы не только сохранить, но и качественно улучшить, «подлечить» те или иные органы. Но эти установки очень дороги. В России их нет. Есть ли у вас что-то подобное?

— У нас есть собственная разработка, на которую уже получен патент. Пока я здесь вижу больше научный интерес, чем практическую пользу. Даже с учетом того, что она может оказаться значительно дешевле импортной, это дорого. Нужны инвестиции. Найти деньги пока не представляется возможным, потому что результат будет не через месяц и даже

Никто еще не получил воспроизводимый некоторое количество раз эффект от напечатанных на 3D-принтере или созданных другим образом человеческих органов

не через год. Сегодня долгосрочными инвестициями у нас мало кто готов заниматься. И самый важный вопрос — насколько это актуально для Беларуси? Страна маленькая — около 540 км с севера на юг, около 650 — с запада на восток. Расстояние до самой дальней точки составляет 375 км по прямой — не более четырех-пяти часов в пути. А в той ситуации, когда нам надо работать быстрее, мы поднимаем вертолеты санавиации.

— В России такие установки жизненно необходимы. А у вас, значит, нет?

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Общее количество органных трансплантаций в Республике Беларусь за 1970–2015 гг.

В период с 2008 г. проведено более 2,5 тыс. операций трансплантации органов

Легкие:

3

Печень:

392



Сердце:

211

Почки:

2575

Комплекс панкреас-почка:

12

— Они нам тоже очень пригодились бы, если бы были недорогими и не увеличивали стоимость операции. А пока это дело будущего, хотя, надеюсь, и не слишком отдаленного, потому что органы с помощью таких установок сохраняются лучше и, естественно, процент осложнений заметно уменьшается.

— Каким вы видите будущее белорусской трансплантологии? Это только донорские органы или все-таки новые технологии?

— Конечно, это новые технологии. Они неизбежно будут внедряться в нашу жизнь, и это вопрос времени. Пока же все якобы революционные разработки остаются в стенах лабораторий. Где-то искусственно вырастили сердце у крысы, где-то — печень на основании специальной децеллюлизированной матрицы, где-то пытаются вырастить легкие у животных... Ясно, что рано или поздно мы будем делать то же самое у людей. На первом этапе это будет стоить безумных денег. Как телевизор и самолет вошли в нашу повседневную жизнь, так и эти технологии станут частью широкой клинической практики. Но еще раз повторю: на сегодня реального результата пока нигде нет. Никто еще не получил воспроизводимый в энном количестве раз эффект от использованных и напечатанных на 3D-принтере или созданных другим образом человеческих органов.

— Страдает ли качество жизни ваших пациентов? В частности, эта девочка, которой сейчас проводится операция, — будет ли она ощущать ее последствия?

— Такие люди ничем не отличаются от нас с вами. Их не берут на паралимпийские игры, они не имеют инвалидности. Слышали про футбольную команду «Барселона»? Так вот, в ней значительное время выступал футболист с трансплантированной печенью. Потом его купил футбольный клуб «Монако» и выбрал своим капитаном. Закончил он карьеру в клубе «Олимпиакос». То же касается и людей с трансплантированными почками. Бывший вице-президент США Дик Чейни, в свое время собиравшийся на тот свет, занимается политикой с трансплантированным сердцем. Вы никогда в транспорте не отличите их от остальных людей. Мы плавали в бассейне с нашими пациентами, и они нас обгоняли. Я проплыву один раз — он уже три. Но не потому, что они стали такими после пересадки органов, а потому, что до этого были мастерами спорта. Однако пересадка никак не помешала им дальше отлично функционировать.

— Могели Шалвович Хубутия рассказывал о своей пациентке с трансплантированным сердцем, которая выносила и родила здорового ребенка. Есть ли у вас подобные случаи?

— Таких историй множество, и все они со счастливым концом. Был у нас ребенок, на тот момент 20-месячный, которому бабушка сварила грибной суп со случайно попавшей туда бледной поганкой. Бабушка погибла. У ребенка возникло угрожающее жизни состояние — острый некроз печени, и так получилось, что у нас была печень от умершего восьмимесячного ребенка. Родители дали согласие на пересадку. Этот крошечный орган уместился у меня в ладони. Мы спасли девочку. Сейчас она уже пошла в школу, в первый класс. Чувствует себя хорошо, все у нее в порядке. Я больше чем

уверен, что прооперированный сегодня ребенок вырастет и будет счастлив, потому что мы вложим в него всю душу.

У нас огромное количество подобных пациентов. Скажем, умирает человек в каком-то маленьком городке. Приходит его мама и говорит: «Вы знаете, я бы никогда не дала согласие, но так получи-

В составе футбольной команды «Барселона» значительное время выступал футболист с трансплантированной печенью. Потом его купил футбольный клуб «Монако» и выбрал своим капитаном

лось, что моей внучке самой нужна трансплантация почки. Как же я откажусь?» И она дает согласие. Из-за генетической близости орган подходит, и девочка сейчас носит почку умершего дяди. Таких случаев в Республике Беларусь множество. Мы стараемся о них рассказывать, чтобы каждый мог пропустить эту историю через себя. Никто ведь не застрахован от подобных опасностей. Однако мы никого не принуждаем. Не хочет человек отдавать органы — не надо. Более того, по нашему закону и тем, что стоят в регистре отказников, мы делали трансплантацию почки.

— Они потом уходят из регистра?

— Не все. Но не мне их судить.

— Говорят, вы оперировали бывшего директора израильской разведки «Моссад»...

— Да. Меира Дагана. Это было в 2012 г. У него был рак печени, и правительство Израиля обратилось к нашему правительству с просьбой произвести ему пересадку. Дело в том, что на тот момент ему было чуть больше 65 лет, а у них тогда существовал закон, запрещающий делать такие операции лицам, достигшим этого возраста. У нас же, как и во всем мире, не было и нет ограничений.

— Кто был его донором?

— Конечно, гражданин Беларуси, хотя по национальности он мог быть и русским, и поляком, и евреем. Я получил официальное разрешение правительства и сделал операцию. Все прошло хорошо, но там был тяжелый, запущенный рак. Он после этого прожил почти четыре года. А спустя небольшое время после операции пожертвовал свои роговицы, которые были пересажены жителям Израиля

ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ОРГАНОВ ДЕТЯМ

Трансплантация органов детям внедрена в 2009 г.

Апрель 2009 г. — май 2016 г.: выполнено 106 трансплантаций почки (возраст пациентов от 2,5 до 17 лет); 10,4 % трансплантаций (11 из 106) от живого донора; выживаемость пациентов — 100%.

Сентябрь 2009 г. — май 2016 г.: выполнено 45 трансплантаций печени (возраст пациентов от четырех месяцев до 16 лет); 42,2% трансплантаций (19 из 45) от живого донора; госпитальная выживаемость — 93,3%.

Июнь 2013 г. — июль 2015 г.: выполнено две трансплантации сердца; госпитальная выживаемость — 100%.



Директор НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского М.Ш. Хубутия

76 и 78 лет. Его большим другом был Шимон Перес, который также подписал карту донора. Это все хорошо смотрится, хорошо звучит. Но, с моей точки зрения, большее значение имеет народная история, когда кто-то рядом нуждается в органе и получает его, живет полноценной жизнью, работает и эта ситуация никак не сказывается на его самочувствии. Скорее наоборот — такие люди больше ценят жизнь, они умеют радоваться, излучают оптимизм. Окружающие видят это и понимают, что дело того стоило. Именно так мы и заслуживаем народное доверие.

Могели Шалвович Хубутия, директор НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, академик РАН:

— Когда-то наши врачи ездили в Беларусь оперировать, пересаживать почку, печень, сердце. Тогда О.О. Руммо был еще совсем молодым специалистом. А потом стало ясно, что он один из самых талантливых врачей, каких я знаю в пределах бывшего Советского Союза. Это одаренный ученый, выдающийся хирург, хотя и очень скромный человек, который одинаково доброжелателен с профессором и рядовым врачом. Как говорил С.С. Юдин, хирург «с руками и без головы» или же, наоборот, «с головой и без рук», — это ничто. А у него есть и то и другое.

Сегодня трансплантология в Беларуси развивается быстрыми темпами во многом благодаря тому, что это направление широко поддерживает президент. Вскоре страна будет одним из самых развитых в трансплантологии центров Европы. С белорусскими коллегами мы часто встречаемся на научных конференциях, находимся в постоянном

взаимодействии. Настоящий ученый всегда стремится к общению с коллегами из самых разных стран, чтобы обмениваться опытом, узнавать что-то новое. В этом плане Беларусь очень открытая и «правильная» страна.

Трансплантология зародилась очень давно. У нас недавно опубликован первый в России учебник по трансплантологии под моей редакцией, на обложку мы поставили репродукцию средневековой фрески, где христианские святые — чудотворцы Косма и Дамиан — приживляют больному ногу взамен утерянной.

Сейчас трансплантология остро востребована во всем мире. Ситуаций, когда людям нужна пересадка донорских ор-

ганов, к сожалению, не становится меньше. Часто встречаются лекарственные поражения печени — например, при длительном приеме гормональных препаратов или салицилатов (например, аспирина). То есть медикаментозных отравлений печени, ведущих к необходимости трансплантации органа, очень много.

Основным показанием для пересадки сердца выступает дилатационная кардиомиопатия, когда сердце начинает «расползаться» без видимых причин. Это могут быть генетические проблемы, инфекционные заболевания. Или же ишемическая кардиомиопатия, когда у человека один инфаркт следует за другим. При отсутствии донорских органов мы вживляем пациентам аппарат вспомогательного кровообращения, и это позволяет спасти жизнь тех, кто длительно ожидает трансплантацию. Аппарат разработан при участии специалистов нашего НИИ и широко внедряется в клинической практике.

Если говорить о трансплантации почек, то здесь основное показание — поражения вследствие диабета и воспалительных заболеваний мочевыводящей системы. Иногда вместе с почками перестает работать и поджелудочная железа, и таким людям мы часто пересаживаем оба органа.

В силу всех этих причин особую важность приобретает проблема клеточных технологий в трансплантологии: создание трансгенных животных, выращивание необходимых органов. С моей точки зрения, за этими технологиями большое будущее. Мы активно занимаемся такими исследованиями. Уверен, что и в этом направлении мы будем двигаться вместе с Беларусью. ■

Беседовала Наталия Лескова



«КАРТОШКА

ЖАРЕНАЯ, ОТВАРНАЯ, ПЮРЕ...»

Всем памятна эта фраза
из фильма «Девчата».

Между тем учеными доказано:
от картошки растолстеть нельзя.

100 г картофеля содержат
всего 70 ккал,
в то время как 100 г
белого хлеба — 240

С

тоит немного отъехать от Минска — и глазу открываются бесконечные просторы обработанных полей. Беларусь производит впечатление крепкого, рачительного хозяина. Исторически одна из главных ее ценностей — «бульба», то есть картофель. Интерес к этой культуре давно стал научным. Сейчас в рамках программы Союзного государства ученые постигают, как правильно выращивать, хранить и употреблять картошку, а также учатся производить из топинамбура альтернативные виды топлива, медицинские препараты и диетическое питание. Их девиз: то, что натурально, — высокоэкологично. Об этом и многом другом — наша беседа с сотрудниками Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству.



Генеральный директор Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству С.А. Турко

Сергей Андреевич Турко, генеральный директор Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, кандидат сельскохозяйственных наук:

— Ученые из Российской Федерации и Республики Беларусь постоянно общаются, обмениваются опытом, информируют друг друга о своих достижениях, оказывают помощь и содействие, если это необходимо.

С Российским аграрным университетом им. А.К. Тимирязева нас связывает давняя дружба. С ним мы работаем по программе Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура». Эти традиционные для наших широт культуры стали для многих большим открытием. Наша сторона занимается в основном картофелем и добилась здесь немалых достижений. Топинамбур же, оказывается, может идти на переработку и участвовать в технологических процессах. В сельском хозяйстве он может использоваться как корм, в медицине — как лекарство (из него получают растительный аналог инсулина — инулин), в индустрии отдыха и спорта — как фиточай и биодобавка к пище. Он может стать отличным топливом в энергетике. Из топинамбура производят лабораторный вариант спирта — дистиллят.

Думаю, БАДы из топинамбура пригодятся и для прохождения службы в армии — как отличная энергетическая добавка к пище для солдат и офицеров, безвредная в отличие от нынешних энергетических напитков. Хотя, конечно, хотелось бы использовать этот ценный продукт в мирных целях — для спортсменов, космонавтов, представителей экстремальных профессий.

Работы, которые распределены по союзной программе, начинали свой путь из совместной концепции. Каждый брал то направление, которое ему ближе и интереснее. Сегодня мы можем говорить о первых результатах совместной работы.

Вадим Леонидович Маханько, заместитель генерального директора по научной работе Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, кандидат сельскохозяйственных наук:

— Программа Союзного государства выполняется совместно Российской Федерацией и Республикой Беларусь. Главные заказчики программы со стороны РФ — Министерство сельского хозяйства, со стороны Республики Беларусь — Национальная академия наук. Составлены две рабочие программы, и для каждой части есть свои индикаторные показатели. Главной исполнителем в Республике Беларусь — наш Научно-практический центр, исполнителем — Центр по механизации сельского хозяйства, Центр по продовольствию и Центральный ботанический сад. Главной исполнителем в Российской Федерации — Тимирязевская академия.

В рамках программы Союзного государства мы оцениваем коллекцию лучших сортов картофеля российской и белорусской селекции по комплексу показателей, определяющих их питательную ценность и пригодность к промышленной переработке на картофелепродукты. Всего оценивается 51 сорт картофеля. Суть нашего исследования в том, чтобы среди них выделить сорта-индикаторы, или, как мы еще их называем, эталоны по определенным биохимическим показателям, питательной ценности и пригодности к промышленной переработке, на основе которых можно строить индустриальное производство и создавать новые сорта картофеля. Речь идет о таких показателях, как содержание сухих веществ, крахмала, сырого протеина, суммарного белка, редуцирующих сахаров, нитратов, витамина С, антиоксидантной активности и пригодности к производству картофелепродуктов.

В Австралии в процессе эксперимента доброволец в течение 300 дней питался одним вареным картофелем и запивал его водой. В результате он сбросил 15 кг

Одно из направлений наших исследований — выделение сортов для диетического питания. Мы считаем, что такие сорта должны обладать комплексом показателей, определяющих питательную ценность картофеля. Диеты бывают разные. Есть диеты для ослабленных людей, где используются сорта картофеля с более высокой питательной ценностью, содержанием крахмала, белка, витаминов. И в то же время есть диеты, которые направлены, наоборот, на желание похудеть, и тогда это сорта картофеля с низким содержанием крахмала и белка. В питании людей, страдающих аллергическими заболеваниями, своя специфика. Для этого существуют селекция и отбор.

В магазинах столь обширной информации о картофеле не встретишь. Есть четыре основных кулинарных типа, и они обозначаются латинскими буквами. А — это салатный тип, который не разваривается. D — это тип картофеля, который очень сильно разваривается при варке. В и С — промежу-



Перспективные сорта картофеля и топинамбура

точные типы. Уважающие себя и покупателей продавцы всегда указывают кулинарный тип. Исходя из этого человек знает, какой тип картофеля ему нужно купить. Если же он хочет узнать более подробную информацию, можно зайти на наш сайт и обо всем там прочитать.

Вообще, учеными доказано: от картошки растолстеть нельзя. Сейчас в Австралии проходит эксперимент: доброволец под наблюдением врачей питается в течение 300 дней одним вареным картофелем. И запивает водой. Он сбросил около 15 кг. Я и сам ем картофель три раза в день и, видите, не толстею. Дело в том, что 100 г картофеля содержат всего 70 ккал, в то время как 100 г белого хлеба — 240. А если его еще и намазать маслом... Словом, от умеренного употребления картофеля не поправляются. Надо только делать это правильно — в вареном или печеном виде, не злоупотребляя маслом. Полнеют от сочетания картофеля с мясом, сосисками, колбасой, где высоко содержание жиров. От жареной картошки и чипсов вы тоже не станете стройнее и здоровее. Картофель фри — пример не самой здоровой пищи.

Из перечисленных сортов наиболее калорийным считается тот, который сильно разваривается. Дело в том, что развариваемость картофеля зависит от содержания в нем крахмала. Когда крахмала в картофеле мало, он не разваривается. Это и есть кулинарный тип А, пригодный для салатов. А когда картофель разваривается в пюре, то это продукт с высоким содержанием крахмала, а значит, наиболее калорийный. Однако все это не отменяет того, что в салатном картофеле может быть очень много белка, антиоксидантов и витамина С.

Кстати, картофельный белок по составу очень близок к белку женского молока, поскольку содержит все восемь незаменимых аминокислот, которые в организме человека синтезироваться сами не могут. Поэтому создание сортов картофеля с высоким содержанием белка — очень актуальное направление. Сейчас много случаев непереносимости молока, в том числе и материнского. Картофель для таких детей-аллергиков жизненно необходим.

Заниматься картофелем сегодня без современной приборной и технической базы невозможно. Создание новых сортов, производство высококачественного семенного материала — это целая индустрия, контролирующая многомиллиардные рынки. Времена энтузиастов с лопатой на небольшом клочке земли давно ушли. В нашем центре был построен селекционно-гибридный модуль по картофелеводству, не имеющий аналогов на постсоветском пространстве. Уникальность его в том, что все лабораторные и тепличные блоки проектировались и создавались при непосредственном участии ученых для конкретных научных целей. В тепличных блоках применяется максимальная

Хотел бы сказать несколько слов о технологии выращивания картофеля на грядах. Это большая тематика, в рамках которой мы ведем исследования по выращиванию картофеля для продовольственных и семенных целей. Суть технологии связана с выращиванием картофеля на грядах в две и в три строки. Строки — это ленты картофеля с шириной междурядий 42 см. Обслуживают их три машины: грядоделатель, сепаратор почвы и сажалка, которая высаживает клубни на грядах в две и три строки.

Мы ведем исследования на трех сортах различных групп спелости. Например, из ранней группы спелости — сорт «Манифест», среднеспелый сорт — «Скарб» и поздний сорт — «Вектар». Сорт зарегистрирован в Российской Федерации под названием «Вектор белорусский». Что касается хранения, это тоже большая тема исследований, которая предусматривает разработку проекта хранилища на 1 тыс. т, в том числе и для топинамбура. Сейчас мы ведем исследования по хранению картофеля с различными температурными режимами — 1–2, 3–4, 5–6 и 7–8° С. Оп-



Клубни картофеля сорта «Вектар»



Трехстрочная посадка картофеля сажалкой СГ-2



Загрузочный бункер сажалки СГ-2

автоматизация, а управление микроклиматом осуществляется из единого центра. Это значительно упрощает работу ученых, помогая проводить большее количество экспериментов с высокой точностью.

Дмитрий Дмитриевич Фицура, заведующий лабораторией технологий производства и хранения картофеля, кандидат сельскохозяйственных наук:

— Мы работаем по четырем большим мероприятиям в рамках союзной программы: разработка грядковых технологий производства картофеля, технологий его уборки, технологий доработки и предпосадочной подготовки, технологий хранения картофеля.

тимальная температура — 3–4° С. Мы также ведем исследования с обработкой клубней озоном при закладке на хранение. Это довольно известный агротехнический прием, но он мало применяется на практике.

Озон широко используется не только в народном хозяйстве, но и в медицине, в пищевой промышленности. Им обрабатывают операционные палаты, перевязочные, жилые помещения. Практика показывает, что он незаменим и в сельском хозяйстве — в том числе для хранения картофеля. Правильное хранение очень важно для его качества.

Продукт должен соответствовать стандарту по ряду признаков, прежде всего по цвету. Нередко в продаже можно видеть зеленоватую картошку.

Это означает, что в ней повышено содержание соланина. Прежде всего, он образуется при попадании прямых солнечных лучей, например когда картофель на гребне выходит на поверхность почвы. Зеленый окрас — это и есть соланин, ядовитое вещество и для животных, и для человека. Есть такой картофель опасно. Даже если срезать зелень, соланин остается в отваре.

Людмила Николаевна Козлова, заведующая лабораторией биохимической оценки картофеля, кандидат сельскохозяйственных наук.

— Нередко люди интересуются: как правильно употреблять картошку. Чаще всего ее чистят, ва-

— Программа Союзного государства — это своего рода инвестиционный проект в области сельского хозяйства, который направлен на обеспечение продовольственной безопасности в части селекции, семеноводства и товарного производства картофеля и топинамбура. Программа уникальна тем, что здесь осуществляется комплексный подход к решению проблемы импортозамещения и развития производства топинамбура как сельскохозяйственной культуры, обладающей высокой пищевой и диетической ценностью, а также широким набором целебных свойств.

Цель программы — создание научного, технологического и технического обеспечения всех этих

Междурядная обработка при традиционной технологии производства картофеля



рят или жарят. И то и другое неправильно. Если вы хотите сохранить питательную ценность картофеля, его надо варить или запекать в мундире. Если как следует вымыть картошку, можно запечь ее и есть, даже не очищая. Дело в том, что большая часть питательных веществ содержится в кожуре или в подкорковом слое. При чистке вы это срезаете, даже если умеете чистить очень тонко. А у картошки в мундире лучше всего сохраняются все самые ценные питательные вещества.

Если вы сварили картошку, отвар нужно слить. Во всяком случае, если это картошка из магазина. При производстве в промышленных масштабах картофель обрабатывают пестицидами против колорадского жука и фитофтороза. Эти вещества остаются в отваре.

Алексей Семенович Дорохов, доктор технических наук, профессор РАН, директор Института механики и энергетики им. В.П. Горячкина при Российском государственном аграрном университете им. К.А. Тимирязева:



Производственное испытание сажалки CF-2

процессов от самой селекции и семеноводства картофеля и топинамбура до получения продуктов здорового питания.

Во всем мире, в частности в России, картофель — всем известный продукт. Недаром его называют вторым хлебом. Однако уже в рамках нашей программы открыты новые сорта картофеля, которые дают повышение урожайности и подвергаются более длительному хранению.

А вот топинамбур, хотя его уже давно возделывают в нашей стране, пока остается малоизвестным и недооцененным. Интерес к топинамбуру как к перспективной сельскохозяйственной культуре появился еще в 20-х гг. XX в. благодаря русскому селекционеру академику Н.И. Вавилову: он предложил возделывать эту культуру как неприхотливую, высокоурожайную, засухо- и морозостойкую и, самое главное, полезную в питании.

Проблема состояла лишь в том, что топинамбур не выдерживал длительного хранения. Поэтому тогда предпочтение было отдано картофелю. Однако в последние годы благодаря развернувшимся активным научным исследованиям

биохимического состава и лечебно-профилактических свойств топинамбура интерес к этому уникальному продукту питания заметно вырос. Получаемый из топинамбура и незаменимый для больных сахарным диабетом инулин во многих странах мира признан безопасным пищевым ингредиентом. Научно доказано, что он укрепляет иммунную систему человека, нормализует обмен веществ и улучшает работу кишечника.

Основные соисполнители программы в России — Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха, который занимается селекцией и семеноводством применительно к этим культурам, а также Всероссийский институт механизации сельского хозяйства, который позволил нам разработать комплекты машин, оборудования для возделывания и уборки картофеля и топинамбура. Наше сотрудничество — наглядный пример эффективной интеграции науки и производства. Не случайно главным исполнителем стал Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, где долгие годы работал сам Н.И. Вавилов, исследуя в том числе завоевания молодой науки генетики. Мы продолжаем эти традиции в лаборатории биотехнологий.

Наша задача номер один сейчас — сохранить топинамбур. Мы создаем инновационные хранилища с использованием модифицированной газовой среды. Они не только разработаны, но и в ряде регионов уже построены, поставлены, в них полным ходом идут эксперименты.

Следующий важный вопрос — разработка высокоэффективных безотходных ресурсосберега-

ющих технологий, а также рецептуры промышленной технологии производства функционально-экологических продуктов здорового питания из картофеля и топинамбура. То, что мы получим на стол, должно быть качественным, обогащенным витаминами, минералами и другими необходимыми для нашего организма питательными веществами.

Далее — разработка технологии и организация производства пищевого инулина. Тут существуют проблемы, связанные в первую очередь с неудобной формой корней топинамбура. Они растут в разные стороны, неравномерно. Главной задачей селекции было выведение такого сорта, который оказался бы максимально приближен по форме к сфере, как у картофеля. Нынешние технологии позволяют этого достичь.

После этого мы приступили к разработке промышленной технологии оборудования для получения биоэтанола, который может быть использован для биотоплива. Это альтернативный источник энергии, и, как показывает практика, сейчас, когда мы сильно зависим от невозобновляемых видов энергии, планомерная работа в этом направлении совершенно необходима. В рамках нашей программы будут созданы заводы, которые займутся производством биоэтанола из топинамбура.

Топинамбур обладает очень большой зеленой массой. Мы привыкли воспринимать его как сорняк. Многие хозяйки просто выдирают его с корнем. А ведь это отличный корм для скота. Что же касается плодов, они обладают приятным вкусом и высокой энергетической ценностью.

Интересен наш эксперимент по влиянию топинамбура на рост борщевика — всем известного ядовитого растения. Оказалось, там, где мы высадили топинамбур, борщевик начал расти намного хуже. Кроме того, он довольно красиво цветет и приятно пахнет — иначе говоря, здесь присутствует еще и эстетическая составляющая. Из топинамбура и картофеля мы намерены производить целую линию сухих и желированных продуктов с диетическими свойствами — варенье, мармелад, пюре, супы, добавки к пище, фруктозно-глюкозный сироп, безалкогольные напитки из топинамбура. Часть производств в нашей стране уже работает.

Исполняя программу, мы добились высоких результатов с научной точки зрения — получили новые сорта, технологии, машины, оборудование. По предварительным расчетам, к 2018 г. мы сможем производить до 4 тыс. т оригинального картофеля и до 1 тыс. т топинамбура ежегодно. Это соответствует полной ежегодной потребности государства. ■

Беседовала Наталья Лескова



Директор Института механики и энергетики
им. В.П. Горячкина А.С. Дорохов

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ — **СОСНЫ:**

ЕСТЬ ТАКАЯ ПРОФЕССИЯ — **ДЕЛАТЬ ИЗОТОПЫ**



В

7 км от Минска расположен объект, о существовании которого в советские времена говорили либо шепотом, либо вообще никак. Сегодня на территорию Государственного научного учреждения «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований — Сосны» Национальной академии наук Беларуси пройти тоже не так просто, однако нам это удалось. О том, чем сейчас живет ядерный центр Беларуси, мы поговорили с заместителем председателя президиума НАНБ академиком **Сергеем Яковлевичем Килиным** и генеральным директором института кандидатом физико-математических наук **Андреем Владимировичем Кузьминым**.

— **Когда и с какой целью был создан институт?**

— История института начинается с письма, написанного в 1957 г. академиком АН СССР И.В. Курчатовым в Правительство Белорусской ССР, в котором он предложил построить в Белоруссии научно-исследовательский атомный реактор. В том же году было принято решение о строительстве в районе Минска в составе АН БССР исследовательского ядерного реактора типа ИРТ-1000 тепловой мощностью 1 тыс. кВт. Обязательства по строительству реактора были возложены на Институт энергетики АН БССР. В монтажных работах и поставке оборудования большую помощь оказали предприятия Госкомитета по использованию атомной энергии СССР, Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, в котором белорусские инженеры и физики прошли обучение и стажировку.

Сформировать научный коллектив для работ по ядерной энергетике в Институте энергетики АН БССР и подготовить к пуску ядерный реактор в 1960 г. было поручено академику АН БССР А.К. Красину, одному из создателей первой в мире АЭС в Обнинске.

В структуре Института энергетики организовали два отделения: тепло- и массопереноса и ядерной энергетике. А.К. Красина утвердили заведующим отделением атомной энергетике и заместителем директора по научной работе.

22 июня 1965 г. постановлением Президиума АН БССР на базе отделения атомной энергетике и площадки «Сосны» был создан Институт ядерной энергетике АН БССР (ИЯЭ АН БССР), первым директором которого стал А.К. Красин.

К этому времени на площадке института были введены в эксплуатацию лаборатория реакторов физической мощности (критических стенов),

стендовый корпус с теплофизическими экспериментальными установками, заканчивались работы по сооружению радиохимической лаборатории с «горячими камерами» для обеспечения работ с материалами и веществами высокой радиационной активности, изотопного корпуса.

В 1973 г. было создано специальное конструкторское бюро с опытным производством и завершено строительство первой очереди экспериментальной производственной базы со специальными стендами, установками, новыми технологическими процессами по изготовлению и испытаниям изделий атомной техники.



Основной вход в Объединенный институт энергетических и ядерных исследований — Сосны



Заместитель председателя
президиума НАНБ С.Я. Килин

Основными направлениями фундаментальных и прикладных исследований института стали создание передвижной атомной электростанции «Памир-630Д», научным руководителем и главным конструктором которой в разные годы были академик АН БССР А.К. Красин и член-корреспондент АН БССР В.Б. Нестеренко, разработка газоохлаждаемых ядерных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах различного назначения, изучение взаимодействия излучения с веществом и использование источников ионизирующих излучений в народном хозяйстве страны.

— **Ваш институт так красиво называется — «Сосны». С чем связано такое романтическое имя столь серьезного учреждения?**

— Думаю, определенную роль при выборе названия сыграло размещение промышленной площадки в живописном хвойном лесу.

— **В советские времена основными заказчиками института были Министерство обороны и Министерство среднего машиностроения СССР. Чем сейчас занимается институт?**

— Основные направления нашей работы — научное сопровождение безопасного развития атомной энергетики в Республике Беларусь, исследования и разработки в области обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, использование ядерных и радиационных технологий в интересах различных отраслей экономики республики, фундаментальные и прикладные исследования в области ядерной физики, физики элементарных частиц, физики высоких энергий.

— **Что интересного и важного сделано в институте за последние 20 лет?**

— У нас создана новая уникальная экспериментальная база для проведения фундаментальных исследований и решения прикладных задач: универсальный критический стенд «Гиацинт» для исследования нейтронных размножающих систем, ядерно-физический подкритический комплекс «Яліна» для исследований физики и кинетики подкритических систем, управляемых внешними источниками нейтронов, проведена модернизация мощной изотопной гамма-установки УГУ-420, развернуты работы на ускорителе электронов УЭЛВ-10-10. Специалистами института разработаны и созданы установка по переработке жидких радиоактивных отходов, установка для электролитно-плазменной полировки металлических изделий, внедрен исходный эталон единиц массового и объемного расхода воды.

В нашем институте проводится активная работа по выполнению Республикой Беларусь положений Договора о нераспространении ядерного оружия, Конвенции о физической защите ядерных материалов и Соглашения о гарантиях МАГАТЭ, модернизирована система физической защиты института.

Вместе с российским ГИЦ «Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (Дмитровград) создано совместное белорусско-российское ЗАО «Изотопные технологии», основные направления деятельности которого — производство, хранение, получение, применение, транспортировка радиоактивных материалов и изделий на их основе, а также проектирование, изготовление, монтаж, наладка, диагностирование, эксплуатация, ремонт и обслуживание радиоизотопных устройств и установок.

— **С какими российскими институтами и по каким направлениям вы сотрудничаете наиболее активно?**



Универсальный критический стенд «Гиацинт»

— У нас тесные научные связи со многими ведущими научными центрами Российской Федерации, в том числе с находящимися в ведении госкорпорации «Росатом». Прочный фундамент взаимовыгодного сотрудничества был заложен еще во времена Минсредмаша. Только работы по созданию передвижной атомной электростанции «Памир-630Д» предполагали кооперацию более чем со 150 ведущими научными и производственными организациями СССР. Приведу далеко не полный перечень уважаемых научных и производственных центров, с которыми мы взаимодействуем наиболее активно: ГИЦ «Научно-исследовательский институт атомных реакторов», ФГУП «НИИ НПО "ЛУЧ"», Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н.А. Доллежала и т.д.

— **Сейчас в республике осуществляется грандиозный мегапроект по строительству Островецкой АЭС. Вы наверняка принимаете в нем участие.**

— Наш институт выступает головной организацией — исполнителем работ по Государственной программе «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 гг. и на период до 2020 г.», Государственной подпрограмме научных исследований «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии». Только у нас есть лицензия на право проведения экспертизы безопасности в области использования атомной энергии. Мы выполнили большой объем работ по разработке и экспертизе проектов законодательных и нормативно-технических документов по вопросам развития атомной энергетики и обеспечения ядерной безопасности Республики Беларусь, научной экспертизе предложений, технических решений, связанных со строительством АЭС, ее безопасностью, по разработке и совершенствованию методов оценки воздействия АЭС на окружающую среду, технологий



Генеральный директор ГИЦ «ОИЭЯИ — Сосны» А.В. Кузьмин

обращения с радиоактивными отходами и целому ряду других важных направлений.

— **Не так давно прошла информация, что рассматривается вопрос о создании на базе ОИЭЯИ — Сосны нового исследовательского реактора. Но ведь подобный реактор уже работал и был выведен из эксплуатации после аварии на ЧАЭС?**

— В 1962 г. на площадке ГИЦ «ОИЭЯИ — Сосны» НАНБ был введен в эксплуатацию исследовательский реактор ИРТ-2000. В 1976 г. он был модернизирован до ИРТ-М с доведением тепловой мощности до 5 МВт. Спустя 12 лет работы реактор был остановлен и в конце 1990-х гг. выведен из эксплуатации.

Реактор использовался для проведения многочисленных исследований, в первую очередь по атомной энергетике, в частности, на нем была создана петлевая установка ГПУ-100П с теплоносителем на основе оксидов азота, на которой исследовались как ампульные образцы конструкционных материалов и топливных композиций, так и конструкции твэлов и тепловыделяющих сборок, а также было изучено влияние температуры, давления, нейтронного и гамма-излучения на изменение физико-химических свойств теплоносителя и др. На нем же был отработан весь комплекс проблем, связанных с созданием передвижной АЭС «Памир-630Д».

Кроме того, на этом реакторе проводились научные исследования в различных областях: физики твердого тела и полупроводников, геологии,

ФАКТЫ

Основные направления деятельности ОИЭЯИ

- научное сопровождение безопасного развития атомной энергетики в Республике Беларусь;
- исследования в области обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;
- использование ядерных и радиационных технологий в интересах различных отраслей экономики;
- исследования в области ядерной физики и физики элементарных частиц

медицины, радиационной химии и т.д. В частности, на нем была создана петлевая установка ХЯУ-5 для изучения радиационно-химических процессов под действием осколков деления (получения гидразина из аммиака).

Взамен выведенного из эксплуатации реактора ИРТ-М в нашей республике планировалось построить новый исследовательский реактор, но в связи с распадом СССР это не было сделано.

В мае 2014 г. был подписан Меморандум о намерениях между госкорпорацией «Росатом» и Национальной академией наук Беларуси по сотрудничеству в области создания исследовательского реактора на территории нашей республики. За прошедшее время белорусскими и российскими специалистами проделана большая организационная и подготовительная работа, разработаны и находятся в стадии согласования проекты основополагающих документов как межгосударственного уровня, так и технического характера.

— Когда могут начаться практические работы?



Ядерно-физический подкритический комплекс «Яліна»

— Уверен, что все вопросы в скором будущем будут успешно решены и мы совместно с российскими коллегами перейдем к следующим стадиям реализации такого масштабного и сложного проекта, как создание в Республике Беларусь многофункционального исследовательского ядерного реактора и центра ядерных исследований на его базе.

— Зачем нужен такой исследовательский реактор? С Островецкой АЭС понятно, она превращает Беларусь из импортера электроэнергии в экспортера. А какая практическая польза будет от вашего ИЯР?

— По данным Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), в настоящее время в мире эксплуатируются 246 исследовательских ядерных реакторов. 19 находятся в режиме временного, а 140 — в режиме длительного останова. 343 исследовательских реактора выведены из эксплуатации. Продолжается строительство шести новых исследовательских реакторов. Разработаны проекты и начаты строительные работы на площадках 12 новых исследовательских реакторов. Кроме того, рассматривается возможность строительства шести новых и модернизация ряда существующих исследовательских реакторов.

В 2012–2015 гг. НАН Беларуси обращалась в различные заинтересованные министерства и ведомства республики с запросом о целесообразности строительства и направлениях использования нового исследовательского ядерного реактора и лабораторного комплекса на его базе. В результате был определен достаточно широкий круг представляющих несомненный интерес научных и прикладных задач по таким направлениям, как ядерная физика, физика ядерных реакторов, физика твердого тела, физика конденсированного состояния, радиационная физика, радиационная химия, радиационная биология, радиационное материаловедение, нейтронно-трансмутационное легирование материалов, радиационная стойкость изделий электронной техники и радиоэлектронной аппаратуры, производство изотопов для медицинских, промышленных и сельскохозяйственных целей, обучение и подготовка кадров в области ядерной энергетике и ряду других не менее важных направлений. Исследовательские реакторы предназначены для выполнения физических исследований на выведенных пучках нейтронного и гамма-излучения в экспериментальных каналах (вертикальных, горизонтальных или наклонных), проходящих через отражатель и радиационную защиту. В этом случае объекты облучения и экспериментальное оборудование находятся за пределами радиационной защиты реактора. Основные экспериментальные элементы — вертикальные каналы — позволяют доставлять объекты облучения в область наиболее интенсивных потоков нейтронного и гамма-излучения в активной зоне и отражателе для целей, например, радиационного материаловедения. Автономные контуры охлаждения используются для поддержания требуемых режимов испытания новых инженерных решений для элементов конструкции реакторов, проведения натурных испытаний в условиях, максимально приближенных к реальным.

— Полагаю, что с запуском Белорусской АЭС особую важность приобретет пункт, касающийся обучения и подготовки кадров.

— Подготовка персонала в таких областях, как физика реакторов, безопасность реакторов, ядерная и радиационная безопасность, динамика реактора, развитие и поддержание компетенций в области экспериментальных методов ядерной физики и управления сложными ядерно-опасными объектами, невозможна без отработки практических навыков работы на действующем ядерном реакторе.

Широкое практическое применение нашли нейтронно-активационный анализ, неразрушающий контроль качества изделий, неразрушающий анализ состава материалов, нейтронная радиография и другие нейтронные методы. Производство радионуклидов, включая медицинские изотопы, обработка продукции сельского хозяйства и проведение медицинской диагностики и терапии — вот далеко не полный перечень практически значимых применений такой уникальной по своим возможностям установки, как исследовательский ядерный реактор.

Беседовал Равиль Атжанов

Николай Васильевич Архангельский, советник аппарата руководства акционерного общества «Наука и инновации»:

— Сотрудничество с белорусскими учеными имеет длительную историю, мы уже совместно реализовывали некоторые очень интересные проекты. Один из них — разработка реактора с диссоциирующим теплоносителем. Такая установка была создана в Минском энергетическом институте и называлась «Памир». На ее основе предполагалось создать большой комплекс с энергетическим реактором «Бриг». С помощью российских специалистов (мы тогда жили в одной стране) была создана большая экспериментальная и производственная база для серии подобных установок.

К сожалению, после Чернобыля и распада СССР эта работа была приостановлена, но в любом случае связи с нынешним Объединенным институтом энергетических и ядерных исследований — Сосны у нас всегда были достаточно тесными и мы сотрудничали именно по разработке новых, необычных концепций ядерной энергетики.

Потом исследовательский реактор в «Соснах» был закрыт, однако в Беларуси остались интересные установки — критическая установка



Советник аппарата руководства АО «Наука и инновации» Н.В. Архангельский

и подкритические размножители, которые дают новые неожиданные возможности для экспериментальных работ. Сотрудничество по этим направлениям продолжалось.

А сейчас открылись новые горизонты, связанные с решением о строительстве в Беларуси атомной электростанции. Для полноценного вхождения в блок ядерно-энергетических держав Беларуси нужно иметь мощную экспериментальную установку, и самая подходящая здесь — исследовательский реактор.

Уже несколько лет мы с белорусскими коллегами обсуждаем этот вопрос, проводим семинары в Москве и Минске, на которых определяем экспериментальную программу, то, чем реактор может быть полезен для белорусской науки и индустрии. Безусловно, этот проект интересен обеим сторонам взаимодействия.

Что дает этот проект? Главное — наработка необходимых компетенций, чтобы быть эффективным и грамотным членом ядерно-энергетического клуба. Если такого реактора нет, вы превращаетесь в истопников, которые топят печку, не понимая, что в ней горит, как и почему. Важно и то, что строительством блока дело, конечно, не ограничится. Наступит время, и белорусские ученые начнут заниматься быстрыми реакторами. С таким комплексом они смогут решать многие вопросы: какие именно реакторы им строить, какие делать изотопы, которые нужны Беларуси для решения ряда важных задач народного хозяйства. Эта работа дает самостоятельность и независимость, без которых любой стране трудно развиваться. И мы готовы оказывать нашим друзьям и коллегам всестороннюю помощь. ■

Подготовила Анна Пименова

КОЛЛАЙДЕР В CERN

НАМ НЕ ЧУЖОЙ

Возможно, мы стоим на пороге революционных преобразований, которые откроют нам путь в принципиально новую науку, способную уточнить или изменить фундаментальные составляющие современной физики. Россия и Беларусь участвуют в крупнейших международных научных проектах, цель которых — приблизить ответы на многие глобальные вопросы и даже попытаться проникнуть в тайну мироздания. Об этом и многом другом — в наших интервью с учеными, которые принимают активное участие в этих проектах.

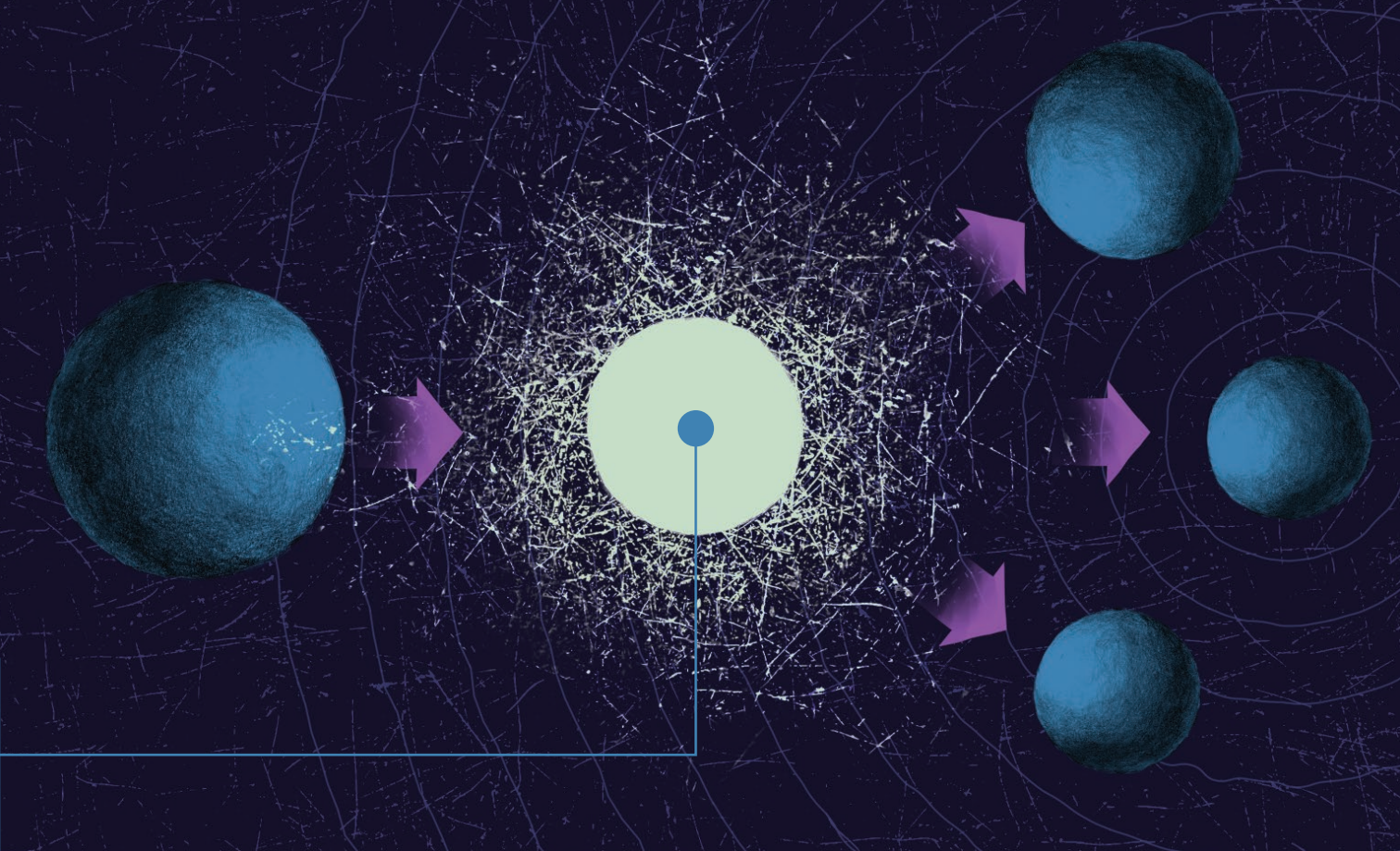
Сергей Афанасьевич Максименко, директор Института ядерных проблем БГУ, доктор физико-математических наук.

— Беларусь — один из главных соорганизаторов ОИЯИ. Как вы сотрудничаете с Дубной?

— Объединенный институт ядерных исследований — международная межправительственная организация, ее члены — 18 стран, среди которых, конечно же, и Республика Беларусь. Председатель Государственного комитета по науке и технологиям А.Г. Шумилин — полномочный представитель Республики Беларусь в ОИЯИ в Дубне. Как и любая другая страна, Беларусь вносит взнос в бюджет ОИЯИ, получая взамен доступ к исследовательским установкам ОИЯИ в рамках программ и проектов научных исследований. Отмечу сразу, что большая часть вноса Беларуси в ОИЯИ расходуется внутри Беларуси белорусскими научно-исследовательскими организациями (главным образом, Национальной академией наук Беларуси

и Министерством образования РБ) и промышленными предприятиями на выполнение заказов ОИЯИ. До Дубны доходит уже готовый продукт, результат, оставляя в стране неоценимый опыт высокотехнологичных наукоемких работ. Отмечу также, что часто возникают задачи, выполнение которых выходит за рамки вноса Беларуси, но и тогда Дубна финансирует такие работы. Это говорит о высоком уровне и наших ученых, и наших производственных предприятий.

Сотрудничество Беларуси и Объединенного института ядерных исследований существует давно, едва ли не с самого начала деятельности последнего, и мы как представители страны-соучредительницы с удовольствием принимали участие в праздновании 60-летия ОИЯИ. Институт ядерных проблем БГУ играет двоякую роль в развитии сотрудничества Беларуси с ОИЯИ. С одной стороны, наш институт выполняет большой объем работ по заказам ОИЯИ, а с другой — по поручению полномочного представителя наш институт



осуществляет большую работу по координации деятельности белорусских ученых в ОИЯИ и администрированию части взноса РБ в ОИЯИ.

— **Известно об активном участии белорусских ученых в CERN. А что вы делаете для будущего линейного коллайдера?**

— Начну с того, что около 25 белорусских ученых стали соавторами двух первых публикаций, сообщающих об открытии бозона Хиггса в CERN, и, кстати, 14 человек из них — сотрудники Института ядерных проблем БГУ. Элементы детекторов, которые стоят в CERN на установке CMS, изготавливались на Минском станкостроительном заводе им. Октябрьской революции.

Сотрудники НИИ ЯП выступают также соавторами инженерно-технической документации на мюонный детектор CMS. Работы отмечены наградой CERN Achievement Award for CMS Construction (2010).

Под руководством заведующего лабораторией экспериментальной физики высоких энергий НИИ ядерных проблем БГУ М.В. Коржика разработан новый класс сцинтилляционных материалов на основе тяжелого сцинтиллятора вольфрамата свинца. Эти материалы стали основой для создания электромагнитных калориметров детекторов в CERN и других организациях. Можно надеяться, что они найдут применение в детекторных системах будущего линейного коллайдера. Совместно с ОИЯИ нами проведены уже две международные конференции по инженерии сцинтилляционных материалов и радиационным технологиям (2014 и 2016 гг.).

Полученный в рамках работ в CERN опыт принес М.В. Коржику совместно с НИЦ «Курчатовский институт» победу в конкурсе мегагрантов правительства РФ 2016 г. с проектом по созданию нового поколения сцинтилляционных материалов и детекторов на их основе для регистрации нейтронов в широком энергетическом диапазоне. Это ли не пример уровня разработок белорусских ученых и одновременно важности участия наших ученых в крупных международных проектах?

Отмечу широкое участие в сотрудничестве с Дубной и CERN, особенно в эксперименте ATLAS, Института физики НАНБ.

По заказу ОИЯИ в Беларуси были изготовлены сверхпроводящие ниобиевые резонаторы. Это ключевой элемент ускорительных секций Международного линейного коллайдера (МЛК). Создание таких резонаторов — очень непростая научно-техническая задача, требующая высокотехнологического оборудования, совершенной гелиевой криогеники, высокоточной измерительной техники и, главное, высокопрофессиональных кадров. Нам удалось сформировать мощный научный коллектив, объединив усилия двух академических институтов — Физико-технического института и Научно-практического центра НАНБ по материаловедению, а также двух организаций министерства образования — Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники и Института ядерных проблем БГУ.

Первый удачный опыт ставит перед нами всеми — и заказчиком, и исполнителями — задачу

создания в Беларуси новой наукоемкой и высокотехнологичной отрасли, нацеленной и на выполнение заказов ОИЯИ, и на совместный выход на международный рынок современной ускорительной техники, включая *CERN*. Это крупная задача на многолетнюю перспективу. К проекту присоединятся МИФИ и НИЦ «Курчатовский институт». Это уже новый виток взаимодействия. Впереди еще много промежуточных этапов и решений, как это всегда бывает при запуске больших проектов. Можно пожелать удачи нам всем на этом пути.

Сейчас мы готовим очень важный документ — трехстороннее соглашение (БГУ, ОИЯИ, МИФИ) по подготовке молодых ученых в совместной магистратуре и аспирантуре с потенциалом последующего трудоустройства в ОИЯИ. Планируется стажировка сотрудников, обмен кадрами, подготовка специалистов для совместных проектов — прежде всего для проекта *NICA*.

— А каково ваше участие в проекте *NICA*?

— У нас очень хороший опыт изготовления различных электронных микросхем для ядерно-физических экспериментов, приобретенный за годы сотрудничества с *CERN* и ОИЯИ, и этот опыт востребован именно в проекте *NICA*. То, что нужно для массового потребителя, изготавливается большими сериями на заводах, а в ядерно-физических установках речь идет о партиях в несколько сотен или тысяч микросхем. Эта как раз наша ниша.

— В Дубне разрабатывают микросхемы, а делают их в Беларуси?

— Тут цепочка сложнее, она состоит из нескольких этапов. Дубна выступает заказчиком, она формирует техническое задание. Далее у нас разрабатывается схема чипа. А затем что-то делается у нас, в Беларуси, а для выполнения других этапов мы прибегаем к услугам немецких фирм или, например, Гонконга.

Следует, однако, подчеркнуть, что участие белорусских научных организаций и предприятий в проекте *NICA* гораздо шире, чем разработка и изготовление микросхем. Белорусские ученые участвуют в разработке научной программы исследований на установке *NICA*, а белорусские предприятия, такие как ОАО «КБТЭМ-ОМО», завод ОАО «Стройтехпрогресс», производственное унитарное предприятие «Артмаш», обеспечивают выполнение технических и технологически сложных заказов для этого проекта.

Я с удовольствием говорю о наших совместных работах с Дубной, о нашем участии в их программах. Но я хотел бы сказать, что, хотя мы юные — нашему институту 30 лет, — но работаем достойно. Ядерно-физические исследования и физику частиц высоких энергий можно объединить в одну группу, и это очень большая часть нашей жизни, но не вся наша институтская жизнь.

У нас продуктивно идут работы по материаловедению, физике твердого тела, углеродным наноструктурам. Формируются новые кластеры, направления. Они тесно связаны и с Россией, и с международным сообществом. Однако, говоря о научных связях с Россией, я не могу не добавить ложку дегтя в свое выступление. Уровень этих связей явно недостаточен. Да, у нас есть совместные гранты российского и белорусского фондов фундаментальных исследований, но размер финансирования совместных проектов абсолютно недостаточен. Программы Союзного государства выглядят лучше, но их малое число, и, главное, раздельное финансирование каждой из сторон не обеспечивает достаточной и достойной ширины каналов вза-



Директор Института ядерных проблем БГУ С.А. Максименко

имодействия. Я часто бываю в самых разных городах России, в различных российских научных центрах. Я вижу тягу и белорусских, и российских коллег к совместной работе. Так давайте сделаем следующий шаг: найдем приемлемые формы участия белорусских ученых в российских конкурсах на равных основаниях. У нас же Союзное государство — единое образовательное пространство, единая транспортная система. Поэтому и научно-техническое пространство тоже должно быть единым.

— Вам достаточно ускорителя в Дубне, или есть проекты по строительству своего ускорителя в Беларуси?

— Такие проекты существуют, но я не их сторонник, если речь идет о белорусском национальном исследовательском ускорителе, так как это требует

колоссальных финансовых затрат, а также вложений в подготовку национальных кадров, которых, на мой взгляд, недостаточно в стране. Строительство международного ядерно-физического научного центра с большим ускорителем, с диагностикой, со всей необходимой инфраструктурой выглядит гораздо привлекательней. Но и здесь проблем не оберешься. В свое время американцы отказались от суперколлайдера и направили высвободившиеся деньги на развитие более приземленных наук — в нанотехнологии, материаловедение, оптику и фотонику. Сравнительно небольшие деньги по сравнению с многомиллиардным проектом суперколлайдера были отданы в CERN. И Америка выиграла. Что страшного в больших установках? То, что ни на что другое денег не останется. На мой взгляд, для нашей страны более привлекательны ускорители медицинского направления, обеспечивающие производство короткоживущих изотопов для диагностики и терапевтических целей и решающие еще ряд сопутствующих задач.

— **Расскажите про ваш институт.**

— Институт создали 30 лет назад. Первым директором, идеологом и инициатором создания был известный физик-теоретик, автор двух открытий еще в советское время В.Г. Барышевский. Он сейчас почетный директор института. Институт родился из кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета.

Один из наших первых крупных проектов — участие в разработке национальных средств обнаружения ядерных боеголовок в рамках переговоров США и СССР по ОСНВ. В частности, в 1989 г. мы участвовали в американо-советском эксперименте по обнаружению ядерных боеголовок на крейсере «Слава». Позднее наш опыт в регистрации малых доз радиации был востребован в Беларуси при решении проблем чернобыльской аварии. Наш институт стал головным в Республиканской научно-технической программе по созданию и выпуску аппаратуры и оборудования для обеспечения радиометрического и дозиметрического контроля, а позднее — в Программе по разработке и внедрению методов и аппаратных средств для обеспечения радиационной и экологической безопасности. Работы в этом направлении с уклоном в медицинские исследования продолжаются и сейчас, отчасти совместно с американцами.

Недавно мы получили лицензию Госатомнадзора на «право осуществления деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения в части проведения экспертизы безопасности в области использования источников ионизирующего излучения». Организована работа лаборатории ядерной спектрометрии и экспертизы радиационной безопасности. Проводим экспертизу. Из России к нам тоже обращаются.

— **Может, качественно делаете?**

— Делаем-то мы качественно, безусловно, но, наверное, слишком дешево. Надо повышать цены.

Продолжая рассказ о НИИ ядерных проблем, отмечу широкий круг фундаментальных исследований по ядерной оптике, выполняемых под руководством профессора В.Г. Барышевского. Нельзя не упомянуть работы по созданию на основе сильноточных высоковольтных импульсных ускорителей мощных импульсных источников микроволнового излучения. Разработан экспериментальный образец генератора с виртуальным катодом, обеспечивающий пиковую импульсную мощность СВЧ-излучения в диапазоне частот от 2,5 ГГц до 5 ГГц порядка 200 МВт.

Благодаря пионерским результатам в области исследования углеродных наноструктур, в частности графена, Институт ядерных проблем БГУ стал одной из двух научных организаций в РБ — головных по выполнению проектов Седьмой рамочной программы научных исследований ЕС (координатор — профессор С.А. Максименко), а также единственным научно-исследовательским учреждением за пределами ЕС, вошедшим в качестве исполнителя в европейский мегагрант *Graphene Flagship*, объединяющий усилия научно-исследовательских организаций Европы с целью достижения европейского лидерства в исследовании и применении графена (ответственный исполнитель — заведующий лабораторией нанозлектромагнетизма П.П. Кужир). В настоящее время в НИИ ЯП БГУ выполняется три проекта программы ЕС «Горизонт 2020» в области электродинамики наноструктур. Организован синтез углеродных нанотрубок и графеновых пластинок и графен/полимер-слоистых структур.

Цикл работ по разработке и изготовлению наноструктурированных магнитных материалов выполняется в лаборатории физики перспективных материалов под руководством доктора физико-математических наук, заместителя директора НИИ ядерных проблем Ю.А. Федотовой.

Есть еще ряд направлений, которые трудно упомянуть в коротком интервью. Оставим их на будущее. Главное то, что НИИ ядерных проблем — живой работающий и развивающийся организм. У нас есть будущее. И даже мечта: создание в БГУ современного научно-образовательного и инновационного центра, собирающего на одной площадке факультеты естественно-научного профиля, научно-исследовательские институты и центры БГУ, лабораторный корпус для межвузовского центра коллективного пользования со сложным научным оборудованием, инновационные предприятия БГУ. Это, конечно, не рутинная задача финансирования Министерством образования текущих потребностей университетов. На мой взгляд, это задача национального уровня.

Юлия Александровна Федотова, заместитель директора Института ядерных проблем БГУ по научно-техническому сотрудничеству, доктор физико-математических наук:

— Существует действующее соглашение с Объединенным институтом ядерных исследований между дирекцией ОИЯИ и полномочным представителем Совета Министров Республики Беларусь в ОИЯИ. В рамках соглашения в Республике Беларусь выполняется порядка 50 контрактов разного уровня по заказам ОИЯИ, преимущественно на предприятиях нашей страны — «Интеграле», «Планаре» и других. В числе исполнителей есть несколько частных предприятий: «Артмаш», «Нанотех» и другие, часть из которых — резиденты белорусского Парка высоких технологий. Таким образом, мы демонстрируем достаточно высокий уровень научно-технического развития страны при выполнении в ОИЯИ крупных международных контрактов. Значительная доля этих контрактов — заказы в рамках мегасайенс-проекта *NICA*. Предприятия Республики Беларусь делают две важные составные части: механические системы и различную микроэлектронику для строящегося коллайдера. *NICA* — это ключевой для Беларуси проект, который находится под личным патронажем полномочного представителя Республики Беларусь в ОИЯИ, и коллеги из ОИЯИ нашей работой довольны. Могу сказать, что на 2017 г. в рамках проекта *NICA* у нас уже запланировано контрактов для предприятий Республики Беларусь на сумму свыше \$1 млн. Так что перспективы развития в этом направлении достаточно серьезные.



Заместитель директора Института ядерных проблем БГУ Ю.А. Федотова

В последние годы развивается и образовательная программа «Беларусь — ОИЯИ». Студенты различных вузов Беларуси принимают участие в международных стажировках в ОИЯИ. Это краткосрочная стажировка (примерно три недели), предполагающая обучение по конкретным научно-исследовательским проектам, которые ОИЯИ предлагает по согласованию с руководством тех вузов, из которых едут студенты. Чтобы получить стажировку, нужно пройти определенный конкурс, поскольку количество мест ограничено. Во время стажировки белорусский студент находится на полном обеспечении Объединенного института ядерных исследований, которое оплачивается в рамках долевого взноса Республики Беларусь в ОИЯИ. Образовательная программа «Беларусь — ОИЯИ» позволяет учащимся вузов проводить научные исследования на современных базовых установках ОИЯИ в рамках согласованных учебных программ с целью подготовки высококвалифицированных кадров для Республики Беларусь, а также открывает дальнейшие перспективы для их плодотворного сотрудничества с ОИЯИ в области новых образовательных технологий и научных исследований.

Беседовал Равиль Атжанов

О проекте *COMET* рассказали заместитель декана физического факультета Белорусского государственного университета **Владимир Васильевич Понарядов** и старший научный сотрудник Института физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси **Дмитрий Викторович Шелковий**.

— **Проект, в котором вы участвуете, называется COMET. Что это значит?**

В.П.: *COMET (Coherent Muon to Electron Transition)* — это международный проект, название которого переводится как «Когерентный переход мюона в электрон». Республика Беларусь представлена в этом проекте двумя организациями — Белорусским государственным университетом и Институтом физики им. Б.И. Степанова НАНБ. Это глобальный проект, в котором заняты свыше 180 участников из 15 стран — представители ведущих институтов Японии, России, Китая, Франции, Великобритании, Канады, Южной Кореи, Индии, Беларуси и других стран. Мы находимся в тесном сотрудничестве с российскими организациями, в частности с Институтом ядерной физики им. Г.И. Будкера в Новосибирске и московским Институтом теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова. В проекте активно участвует также Объединенный Институт ядерных исследований, находящийся в подмосковной Дубне, но он — не российская, а международная организация.



Заместитель декана физического факультета БГУ В.В. Понярядов

— Насколько я знаю, именно ОИЯИ выступал за ваше участие в проекте?

Д.Ш.: Да, наше сотрудничество давнее и многолетнее. Как говорят французы, «ищите женщину», а в нашем случае — ищите взаимный интерес. Он здесь проявился в том, что в Дубне и сейчас много людей из нашего института, которые еще во времена Советского Союза приехали работать туда, и у них двойной статус. То есть они сотрудники института или университета и одновременно работают в ОИЯИ. Мы говорим на одном языке, понимаем друг друга с полуслова, а иногда и без слов. Этот проект — далеко не первый, выполняемый нами совместно.

— Какова цель нынешнего проекта?

— Нынешний проект имеет целью поиск физики за рамками стандартной модели. Если коротко и упрощенно, стандартная модель (СМ) — это теоретическая конструкция для объяснения взаимодействия элементарных частиц и их описания. Но у этой модели, хотя она экспериментально хорошо подтверждается, есть ряд недостатков и противоречий. Мы пытаемся экспериментально нащупать первые намеки на теорию, необходимую для построения более совершенной модели, — то, что поможет нам продвинуться в понимании природы нашего мира.

Проблема в том, что СМ — во многом описательная теория. Она не дает ответы на многие вопросы. Например, почему частиц именно столько и именно таких? Почему численные значения параметров частиц именно такие? Почему масса t -кварка в 100 тыс. раз больше массы u -кварка? Ведь известно: измени хотя бы немного эти численные значения — и наш мир не смог бы существовать.

Кроме того, СМ не способна описать некоторые явления, наблюдаемые в природе. Например, сейчас известно, что у нейтрино есть небольшие массы покоя. А СМ предполагает, что нейтрино не имеют никакой массы. Во-вторых, в СМ нет полностью удовлетворительных кандидатов на темную материю Вселенной, а последняя, согласно астрофизическим фактам, составляет почти 0,23 плотности массы Вселенной. СМ также не может пока объяснить 0,73 доли темной плотности энергии Вселенной, нет объяснения наблюдаемой асимметрии вещества и антивещества и т.д.

Таким образом, несмотря на все успехи СМ, актуальным остается и вопрос о создании единой калибровочной теории, отвечающей на поставленные фундаментальные вопросы и описывающей все известные в природе взаимодействия.

Для преодоления внутренних проблем СМ был предложен целый ряд ее расширений, таких как суперсимметричные теории, теории великого объединения, модели с дополнительными измерениями пространства-времени и другие. Такие теории, выходящие за рамки СМ, называют физикой за пределами стандартной модели, или новой физикой. Поиск явлений и процессов, выходящих за пределы СМ, представляет собой одну из главных задач современной физики. Это и есть основная задача международного эксперимента *COMET*.

— Каким образом вы собираетесь выходить за пределы стандартной модели?

Д.Ш.: Мы планируем осуществить поиск когерентной безнейтринной конверсии мюона в электрон, или, простыми словами, превращение мюона в электрон без испускания других частиц. Таковую конверсию называют когерентной, так как конечное состояние ядра совпадает с начальным. Этот процесс запрещен в рамках стандартной модели физики элементарных частиц. Однако модели, которые выходят за рамки СМ, предсказывают, что он может существовать. И если такой процесс найдут, это будет означать обнаружение первого в мире сигнала новой физики. Соответственно, в зависимости от того, что мы увидим, можно будет сказать, что какие-то модели более правильные, а какие-то неверны.

— А если вы ничего не увидите?

— Если мы не найдем ничего интересного на этом уровне чувствительности, значит, сможем поставить жесткие ограничения на какие-то модели и исключить их.

— Эксперимент уже начался?

В.П.: Он будет осуществлен на расположенном в Японии ускорительном комплексе *J-PARC* (*Japan Proton Accelerator Research Complex*), созданном для нужд физики высоких энергий, адронной и нейтринной физики, материаловедения. Эксперимент разделен на две стадии: фаза I и фаза II. Фаза I уже началась: построено здание для эксперимента, начата сборка необходимого оборудования. Далее —

сам эксперимент. На первом этапе планируется поиск безнейтринной конверсии мюона в электрон, а также оценка потенциальных источников фона для второй стадии. Изначально набор данных фазы I планировался на 2016 г., сейчас срок перенесен на 2018 г. Это зависит от многих факторов, в том числе от финансирования. После окончания набора данных (около полугода работы) будут проведены перестройка и модификация геометрии эксперимента под фазу II.

— **Какова ваша роль в этом эксперименте?**

— Мы занимаемся компьютерным моделированием отклика строу-трекера, который создаст ОИЯИ. Этот трекер изготавливается на основе тонкостенных дрейфовых трубок из металлизированной полиамидной пленки (так называемая строу-трубка). Мы же занимаемся моделированием прохождения заряженных частиц через строу-трекер, состоящий из пяти камер. Используем для этого различные параметры тонкостенных дрейфовых трубок, а также подбираем варианты газовых смесей для заполнения строу-трубок. Оцениваем, при каких параметрах модулей получается наилучшее разделение частиц по ионизационным потерям и по восстановленному импульсу. Другими словами, смотрим, что оптимально в нашем эксперименте. Кроме того, в рамках сотрудничества ИФ НАНБ и ИЯФ СО РАН проводятся совместные работы, связанные с кристаллическим калориметром детектора *COMET*.

— **Что такое строу-камеры и какова их роль?**

Д.Ш.: Это система камер, которая должна точно измерять импульс частицы по отклонению в магнитном поле, а также давать информацию о ее пространственных координатах и восстанавливать траекторию движения в пространстве.

— **Подготовка к началу эксперимента, как я поняла, весьма длительная. Ну а сам эксперимент? Результатов ждать тоже придется годами?**

— Как раз наоборот. Эксперимент проводится быстро. Фаза I — полгода, фаза II — максимум год. Далее анализ, который может длиться до года.

— **Значит, если все пойдет по плану, в 2020–2021 гг. мир станет свидетелем рождения новой физики?**

— Какое-то время займет обработка данных. Они очень массивны, просто астрономические. Обычным языком, гигабайтом, даже байтом их не опишешь. Для того чтобы их обработать, нужны очень большие вычислительные ресурсы. С этой целью российские компании, в частности «Яндекс», также будут предоставлять свои мощности.

— **Чего вы ждете в результате этого эксперимента?**

В.П.: Мы надеемся получить новые фундаментальные знания. Отрицательный результат эксперимента не будет означать, что процессов за рамками СМ не существует. Будет поставлено более

жесткое ограничение на вероятность мюон-электронной конверсии, которое позволит выделить некоторые из моделей за рамками СМ и таким образом указать дальнейшее направление развития физики частиц, отсеив часть моделей как наименее вероятные. Существующий уровень развития технологий не позволяет увидеть столь тонкие явления. Если не получится в этот раз, пройдет несколько лет, за это время технологии разовьются и мы сможем поднять уровень чувствительности к данному процессу. И так до тех пор, пока что-нибудь не найдем. Ну а если эксперимент закончится положительно, это будет прорыв к качественно новым знаниям.

— **И Нобелевская премия?**

— Однозначно.

— **Проект *COMET* вы позиционируете так же, как Большой адронный коллайдер. Почему?**

Д.Ш.: По значимости они действительно сопоставимы, и те знания, которые могут быть получены в результате, не менее важны.

— **Но есть ведь и отличия?**

— Отличие очень простое. Большой адронный коллайдер — установка, где разгоняются и сталкиваются протоны с максимально высокой энергией, доступной в эксперименте на сегодня. Ускоритель можно сравнить с микроскопом: чем выше энергия сталкивающихся частиц, тем глубже внутрь материи мы можем проникнуть. С другой стороны, поиск редкого процесса возможен и в высокоточных экспериментах, осуществляемых при относительно низких энергиях. При этом оба класса экспериментов дают взаимно дополняющую информацию. Эксперимент *COMET*



Старший научный сотрудник
ИФ НАНБ Д.В. Шелковий

относится ко второму классу экспериментов: у нас узконаправленная задача, мы ищем одну конкретную реакцию.

— **Как вы осуществляете взаимодействие по проекту, если в нем участвуют много разных стран?**

В.П.: Три раза в год международная коллаборация собирается, чтобы обсуждать результаты, достигнутые к текущему моменту. Это позволяет двигаться в нужном направлении более интенсивно. В мае нынешнего года совещание *19th COMET Collaboration Meeting* проходило у нас на физфаке.

— **У вас еще и учебное учреждение. Насколько это интересно вашим студентам и аспирантам?**

— Университету это вдвойне интересно. Наши студенты, аспиранты, магистранты могут участвовать в этом деле. Когда у нас проходило совещание, они имели возможность посмотреть, как работают научные школы из других стран, других вузов. Приехали 100 человек из 20 стран, все сидели с компьютерами, взаимодействовали с докладчиком, тут же корректировали его выступление. Это была живая, захватывающая работа. Заинтересованность была огромная. И выразилась она в числе прочего в том, что сейчас у нас существует четкая договоренность с японской стороной о возможном взаимодействии и приглашении наших студентов для участия в этом эксперименте. Конечно, они мечтают туда поехать, а это дополнительный стимул лучше учиться.

— **Как будет проходить отбор?**

— Тут много факторов. Человек должен быть грамотным, коммуникабельным, знать языки, хотя бы английский. Не секрет, что в науке настали трудные времена, многие люди уходят в бизнес. Кадры удерживать трудно. А тут у молодежи появляется реальная возможность поучаствовать в очень серьезном крупном международном эксперименте. Наша задача — собрать группу студентов, которые бы наряду с маститыми специалистами развивали это направление. Поскольку проект не заканчивается в следующем году, мы надеемся, что наши студенты уже на завершающем этапе будут активно работать, защищать диссертации и обучать следующие поколения студентов. Так что наш интерес двойной — наука и образование, подготовка специалистов.

Беседовала Анна Пименова

Николай Артемьевич Русакович, главный ученый секретарь Объединенного института ядерных исследований.

— **Как Объединенный институт ядерных исследований взаимодействует с белорусскими учеными?**

— Беларусь участвует в работе Объединенного института ядерных исследований как независимое государство с 1992 г. До этого она была членом института как одна из республик СССР. ОИЯИ был создан в 1956 г. 11 странами-учредителями, и одной из них был Советский Союз со всеми входящими в него республиками. После распада СССР Беларусь вошла в состав института уже самостоятельно. Переход был достаточно плавным. В то время главой республики был С.С. Шушкевич — физик по профессии, в прошлом заведующий кафедрой ядерной физики Белорусского государственного университета, и решение о вхождении Беларуси в ОИЯИ было принято буквально за один день. У нас не было никаких проблем переходного периода. Есть множество проектов, в которых участвуют белорусские ученые. Это в основном наши домашние проекты, но и эксперименты на Большом адронном коллайдере, и другие задачи, где мы вместе работаем.

— **Насколько я понимаю, основной проект, который сейчас реализуется в ОИЯИ, — это коллайдер NICA. Беларусь в нем участвует?**

— Разумеется. Поскольку в Беларуси высокотехнологичная промышленность сохранилась, несмотря на трудности постсоветского периода, мы традиционно заказываем много продукции, которую удобно там проектировать и изготавливать. В частности, многое делается для проекта NICA.

— **Что именно заказывается?**

— Детали и системы коллайдера. Если говорить о чем-то наиболее ярком в ускорительной технике, это резонаторы из ниобия. Но не только это. Там делают очень хорошую, вполне конкурентоспособную электронику и для NICA, и для других проектов, в которых мы вместе работаем. На территории СНГ почти не осталось такого высокотехнологичного производства, как в Беларуси.

— **Если говорить об активности участников ОИЯИ, на какое место вы бы поставили Беларусь?**

— Если расположить страны по важности их участия в ОИЯИ, в том числе по взносам и по кадрам, на первом месте, естественно, будет Россия, затем Польша, далее — Чехия, Словакия, Болгария. В этой же группе находятся Беларусь и Казахстан. Но тут необходимо заметить, что вклад в научную работу далеко не всегда определяется количеством людей или денег. Есть талантливые люди, которые весьма плодотворно работают в небольших коллективах или даже в одиночку.

— **Каково ваше личное впечатление о белорусской науке? Она сохранила свой потенциал по сравнению с советскими временами?**

— Я бы сказал, что, как и промышленность, наука там тоже сохранилась в достаточно развитом виде. И сейчас она развивается. В частности, математика. В последнее время особое значение



Главный ученый секретарь ОИЯИ Н.А. Русакович

придается направлениям, имеющим отношение к программированию и информационным технологиям. Еще со времен Советского Союза там были высоко развиты исследования, связанные с лазерами, квантовой оптикой, материаловедением. В этих направлениях белорусская наука остается одним из лидеров. Сейчас в Беларуси приходится осваивать, отчасти с нашей помощью, технологию производства энергии с помощью атомных станций. В Беларуси есть Объединенный институт энергетических и ядерных исследований — Сосны, в котором еще во времена Советского Союза проектировался и, насколько я знаю, даже был создан опытный образец мобильного ядерного реактора. То есть это было и раньше, но сейчас появился новый стимул из-за намерения строить атомную станцию.

— Белорусские ученые ездят работать в ОИЯИ, многие работы делаются на территории Беларуси. А российские ученые ездят в Беларусь?

— Конечно, сотрудники нашего института ездят в Беларусь по совместным проектам. Если посчитать количество поездок туда и обратно для совместных работ, это будет примерно поровну. В Дубну приезжают ученые и работают в институте по три года и больше. Одни уезжают, другие приезжают, но примерно 20 человек находятся в Дубне постоянно. Рабочие поездки, совещания, совместные работы и разработки — это происходит регулярно.

— Вы можете назвать другие крупные проекты, в которых участвуют белорусские ученые?

— Есть проекты, которые мы называем выездными, тот же Большой адронный коллайдер.

Там наш институт задействован в трех больших экспериментах всей международной командой. В двух из них — *ATLAS* и *CMS* — участвуют белорусские сотрудники. Это началось 25 лет назад, когда только затевался БАК. Они участвовали в этих работах на всех этапах — обсуждения, конструирования, производства, испытания детекторов. Наш институт в целом, включая белорусскую команду, занимался разработкой очень больших и сложных частей этих огромных приборов. Многие из них изготавливались именно в Беларуси.

Еще есть направление, связанное с физикой нейтрино. Это поле, на котором издавна работали белорусские физики — как теоретики и как экспериментаторы. У нас есть большой блок совместных проектов, связанных с материаловедением. Это в основном изучение свойств и создание новых материалов — то, что сегодня принято называть «нанотехнологии». Эта область науки тоже высоко развита в Беларуси.

— Взаимоотношения белорусских и российских ученых важнее для политики или для науки?

— Мы в институте всегда говорим: мы политикой не занимаемся. Что действительно важно для нашего института? На первое место я бы поставил задачу создания условий для сотрудничества между учеными многих стран. Образ ученого, который сидит один за столом и что-то пишет, в нынешнее время неактуален. Как правило, есть команды, которые решают общие задачи. Для того чтобы эта работа была эффективной, исключительно важно, чтобы люди обменивались мнениями и привносили свои знания, свой менталитет в это сообщество, взаимно обогащали друг друга. Политики мы сторонимся и всячески пытаемся не допускать каких-либо политических мотивов в своей деятельности. Для нас это абсолютно неприемлемо.

Вот пример. У нас регулярно собирается Комитет полномочных представителей — высший орган ОИЯИ. В нем по одному представителю от каждого государства-участника. Все сидят за длинным столом в форме буквы «П», рассказываются традиционно по алфавиту. Первым у нас сидит представитель Азербайджана, следом за ним — представитель Армении. Как вы знаете, между этими странами продолжается серьезный конфликт. Но в Дубне они сидят рядом, решают общие проблемы, общаются и сотрудничают.

Потому наш институт и живет, несмотря на все эти пертурбации в мире, что у нас другие ценности. Наука сближает народы. Мы стараемся объединять интересы и мысли людей, а не ориентироваться на какие-то распри. ■

Беседовал Равиль Атжанов

Senior Vice President and Editor in Chief:

Mariette DiChristina

Contributing editors:

Mark Alpert, Steven Ashley, Davide Castelvecchi,
Graham P. Collins, Deborah Franklin, Maryn McKenna,
John Rennie, Sarah Simpson

Executive Editor:

Fred Guterl

Managing Editor:

Ricki L. Rusting

Managing Editor, Online:

Philip M. Yam

Design Director:

Michael Mrak

News Editor:

Robin Lloyd

Senior Editors:

Mark Fischetti, Christine Gorman, Anna Kuchment,
Michael Moyer, George Musser, Gary Stix, Kate Wong

Associate Editors:

David Biello, Larry Greenemeier, Katherine Harmon,
Ferris Jabr, John Matson

Podcast Editor:

Steve Mirsky

Art director:

Ian Brown

President:

Steven Inchcoombe

Executive Vice President:

Michael Florek

Vice President and Associate Publisher,

Marketing and Business Development:

Michael Voss

Vice President, Digital Solutions:

Wendy Elman

Adviser, Publishing and Business Development:

Bruce Brandfon

© 2016 by Scientific American, Inc.

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

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

Заглянуть внутрь мозга

Благодаря новому экспериментальному подходу, возникшему на стыке химии и биологии, ученые могут рассмотреть, что происходит в глубине центра управления организмом.

СОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ НАУКИ — 2016

Торговцы правдой

Знания попадают к людям через ряд посредников — правительства, СМИ, научные учреждения, — и у каждого из них своя политика. В этом спецрепортаже мы разоблачаем коварную практику манипулирования информацией.

Под морем Энцелада

Покрытая льдом луна Сатурна, судя по всему, располагает подводными гидротермальными источниками, что делает ее одним из самых теплых местечек в списке возможных очагов внеземной жизни.

По пути Эль-Ниньо

Это влиятельное и переменчивое климатическое явление часто обвиняют в возникновении погодных катаклизмов. Однако действительное положение вещей гораздо сложнее.

Лекарство специально для вас

Персонализированная медицина предлагает проводить генетическое тестирование пациентов, чтобы избежать назначения опасных для их здоровья лекарственных средств, но лечащие врачи идут на это неохотно.

Жизнь на чужбине

Для спасения исчезающих видов от пагубных изменений климата специалисты намерены переселять их в области, где они никогда не водились прежде. Подобная стратегия, однако, чревата серьезными рисками.

Технологии
Под морем Энцелада

Здоровье
Персональные таблетки

События
Правда об Эль-Ниньо

SCIENTIFIC AMERICAN
Ежемесячный научно-информационный журнал
www.sci.ru.org
12+

В мире науки

МОЗГ, ВИДИМЫЙ НАСКВОЗЬ

Спецрепортаж
СОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ НАУКИ
— 2016 —

Новый взгляд на то, как устроено наше мышление

Союзное государство: сотрудничество, технологии, инновации

В мире науки

Спецвыпуск
www.sci-ru.org
11 2016



**РОССИЯ
И БЕЛАРУСЬ:
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЕ
СОДРУЖЕСТВО**



ISSN 0208-0621

16011



9 770208 062001 >