

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-информационный
журнал

www.sci-ru.org

12 2021

12+

УРОКИ ПАНДЕМИИ И РОССИЙСКАЯ НАУКА

ИСКУССТВЕННЫЙ ФИЗИК

НОВАЯ СИЛА В ПРИРОДЕ?

Захватывающий эксперимент
может раскрыть невидимый
мир физики

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ РАН — 2021





Темы номера

ПРИВЕТСТВИЕ

Президент Российской академии наук Александр Сергеев: приветствие общему собранию членов РАН

МЕДИЦИНА

Вице-президент РАН Владимир Чехонин: о вкладе ученых в борьбу с пандемией

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Главные уроки пандемии

Ольга Беленицкая

Главный государственный санитарный врач РФ **Анна Попова** — об организации жизни в беспрецедентно сложной ситуации пандемии

ВАКЦИНОЛОГИЯ

Обогнать вирус

Александр Бурмистров

Что показывают исследования российских вакцин? Почему весь мир пришел к трехкратной вакцинации? На эти и другие вопросы о стратегиях борьбы с COVID-19 отвечает член-корреспондент РАН **Денис Логунов**

СОДЕРЖАНИЕ

Декабрь 2021

ОНКОЛОГИЯ

Онкология в красной зоне

20

2 *Янина Хужина*

Академик **Андрей Каприн** — о работе онкологов в условиях пандемии и о личном опыте встречи с COVID-19



ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

COVID-19 перестал щадить детей

28

6 *Наталья Лескова*

Каковы особенности течения новой коронавирусной инфекции у детей, как ее нужно лечить и что делать, чтобы не заболеть? Объясняет член-корреспондент РАН **Александр Горелов**



ЭКОНОМИКА

Коронакризис: в поисках «вакцины» для экономики

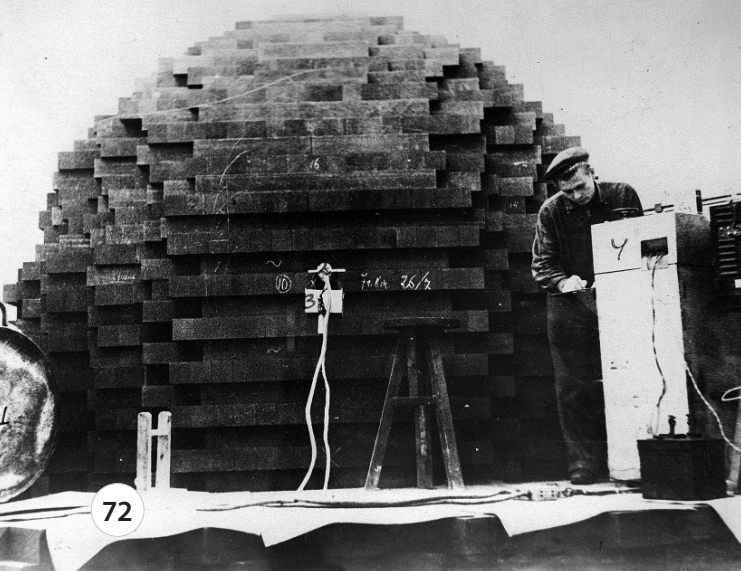
34

14

Анастасия Рогачева

Как отразится внезапный и глубокий спад экономики, вызванный пандемией, на нашем будущем? О прогнозах и возможных последствиях рассказывает академик **Борис Порфирьев**





ПУЛЬМОНОЛОГИЯ

Феномен немой одышки

Анастасия Рогачева

Член-корреспондент РАН **Сергей Авдеев** — о специфике поражения легких при заражении дельта-штаммом COVID-19



ПСИХОЛОГИЯ

Психологические грани пандемии COVID-19

Александр Бурмистров

Как полтора года пандемии повлияли на психологическое здоровье общества? Почему буксует вакцинация? Отвечает профессор РАН **Тимофей Нестик**



ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Невидимая Вселенная

Марсела Карена

Несоответствие между теорией и экспериментом, когда речь идет о мюонах, указывает на возможность существования новых частиц и сил природы



АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Физический первый

Янина Хужина

75 лет исполнилось первому в Евразии ядерному реактору Ф-1, с которого началась атомная эра в нашей стране



ДЕРМАТОЛОГИЯ

44 Паспорт нужен каждой коже

80

Анастасия Рогачева

Главный внештатный дерматовенеролог и косметолог Минздрава РФ **Николай Потеев** — о методе фотофиксации, позволяющем предотвращать рак кожи



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Искусственный физик

86

Анил Анантхасвами

Системы машинного обучения покоряют квантовую физику

ПСИХОЛОГИЯ

Социальная стойкость

92

Нэнси Аверетт

Психологическая устойчивость сообществ малообеспеченных чернокожих была недооценена



КЛИМАТОЛОГИЯ

Аляска в огне

100

Рэнди Джандт и Элисон Йорк

Пожары преобразуют ландшафты Крайнего Севера и усиливают изменение климата



Разделы

Науки о здоровье

110

50, 100, 150 лет тому назад

112



2021



ПРЕЗИДЕНТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВ:

ПРИВЕТСТВИЕ ОБЩЕМУ СОБРАНИЮ ЧЛЕНОВ РАН

Дорогие коллеги!
В этом году наше собрание проходит
в формате сессии под названием
«Роль науки в преодолении пандемии
и посткризисном развитии общества».

Последние два года мир живет в состоянии пандемии. За это время стало понятно, что в значительной степени именно благодаря науке нам удастся справиться с заболеванием. Мы уверены, что выход из пандемии, надеемся, скорый, будет связан с тем, что наука определит правильные решения в медицине, экономике и других направлениях.

В первую очередь на собрании будут представлены доклады медиков о разработках новых тест-систем лекарственных препаратов и вакцин. Это основная часть, которая сегодня привлекает особое внимание. Действительно, наши медики-ученые прекрасно поработали во время пандемии. Хочу поблагодарить их за тот высокий уровень отечественной науки, который они продемонстрировали. Мы вами гордимся.

Второе направление, которое мы обсудим на общем собрании, — это фундаментальные аспекты вирусологии, сейчас это особенно острая проблема. Мы должны много знать не только о том вирусе, который пришел, но и о тех, что могут потенциально появиться.

Будут представлены доклады по точным наукам и новым методам инструментальной диагностики в лечении *COVID-19*. Будут прочитаны доклады математиков о моделях распространения пандемии. Результаты, которые показывают существующие модели, крайне важны в области прогнозирования.

На собрании с докладами выступают социологи и психологи. Они расскажут, каким образом общество и отдельные люди реагируют на жизнь в условиях пандемии. Сегодня общество находится в стрессовых условиях и важны результаты, на которые органы власти будут опираться, принимая решения о том, каким образом помогать отдельным людям и группам граждан.

Наконец, выступают руководители министерств и ведомств, которые возглавили борьбу с пандемией в нашей стране. Мы ждем руководителей Министерства здравоохранения, ФМБА, Роспотребнадзора и других государственных структур, с которыми очень тесно сотрудничаем в период пандемии.

Российская академия наук и ученые, работающие в институтах, внесли и вносят существенный вклад в борьбу с заболеванием и в те решения, которые принимаются для выхода из кризиса. Еще раз хочу поблагодарить всех, кто встал на борьбу с пандемией *COVID-19*, и желаю успехов участникам общего собрания!

Президент РАН А.М. Сергеев



ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ РАН

ВЛАДИМИР ЧЕХОНИН:

О ВКЛАДЕ УЧЕНЫХ В БОРЬБУ С ПАНДЕМИЕЙ

Российские специалисты, ученые РАН и Минобрнауки внесли колоссальный вклад в борьбу с пандемией. Речь идет о создании диагностических методов, лекарств и вакцин. Первые диагностические тест-системы были произведены в нашей стране совместно с Институтом молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН под руководством А.В. Иванова. Специалисты Национального медицинского исследовательского центра гематологии Минздрава России приняли участие в создании первого диагностикума. Ученые Института биорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова под руководством академика А.Г. Габиева разработали иммуноферментные тест-системы, позволяющие количественно анализировать антиковидные иммуноглобулины классов M, G и A в сыворотке крови пациентов. Это сугубо наша академическая работа, созданная совместно с Министерством науки и высшего образования РФ.

В Федеральном научно-клиническом центре физико-химической медицины под руководством академика В.М. Говоруна были разработаны принципиально новые системы анализа вируса и антител к нему на основе флюидных технологий.

Много было сделано и в области создания лекарственных препаратов. В частности, в Институте органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения РАН уже длительное время ведутся работы по созданию противовирусных препаратов, высокоактивных в том числе и для борьбы с *COVID-19*. Под руководством академика В.Н. Чарушина разработан уникальный препарат «Триазавирин», обладающий мощной противовирусной активностью и относительно невысокой токсичностью. Этот препарат был апробирован с первых же дней развития коронавируса в мире. По просьбе наших коллег из Китая были поставлены более 600 доз этого лекарственного средства для лечения пациентов с коронавирусной инфекцией и получены достаточно позитивные отзывы. Много было сделано и в разработке принципиально новых препаратов, которые способны играть активную роль в ингибировании процессов ассоциации вируса и клеток-мишеней человека. Прежде всего, речь идет о препарате на основе нитропиримидина, созданном коллективом под руководством академика В.О. Попова. Этот препарат полностью блокирует взаимодействие вируса и клетки-мишени, и, я думаю, в ближайшее время он будет принят для соответствующих доклинических испытаний.

Российская академия наук внесла определяющий вклад в создание профилактических средств, прежде всего вакцин. На площадке Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи под руководством академика А.Л. Гинцбурга была создана платформа, позволяющая достаточно быстро и активно реагировать на любые инфекционные вызовы, с которыми встречается человечество. Речь идет, конечно же, о «Спутнике V», который появился в мире, пожалуй, раньше всех остальных вакцин. Это высокоэффективная вакцина, которая перспективно показала себя при различных видах мутаций коронавируса.

В ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора под руководством А.Ю. Поповой и Р.А. Максютюва создана вакцина «ЭпиВакКорона», а в Институте полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова под

руководством члена-корреспондента РАН А.А. Ишмухаметова — цельновирионная вакцина «КовиВак».

В Институте экспериментальной медицины под руководством члена-корреспондента РАН А.Н. Суворова работают над так называемой пероральной пробиотической, или кефирной, вакциной. Многообещающую бифункциональную вакцину создают ученые НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева Минздрава России — она будет активна в отношении и гриппа, и коронавируса.

Говоря о фундаментальной науке, следует отдать должное нашим врачам — членам отделения медицинских наук РАН, которые под руководством академика В.И. Стародубова делают все необходимое для того, чтобы нивелировать те проблемы, с которыми сталкивается медицинское сообщество, создают необходимые методические протоколы и рекомендации, позволяющие эффективно бороться с коронавирусной инфекцией в красной зоне.

Важную роль играет сотрудничество ученых РАН с зарубежными коллегами. Проводятся совместные конференции и совещания с учеными Национальной академии наук США, Китайской академии наук, Берлин-Бранденбургской академии наук Германии и многими другими. Были приняты решения организовывать сотрудничество по борьбе с коронавирусной инфекцией в аспекте совместных фундаментальных и прикладных исследований.

Принимая во внимание тот факт, что весь мир сегодня вынужден активно бороться с *COVID-19* и объединяться в этой борьбе, а также оценивая огромную роль ученых РАН в этом противостоянии, президиум РАН принял решение провести научную сессию общего собрания РАН, посвященную этой проблематике. Отрадно, что правительство РФ высоко оценило эту инициативу и поддержало наше предложение. ■

Нет сомнений в том, что общими усилиями мы обязательно преодолеем все вызовы периода пандемии и создадим адекватную систему борьбы с вирусными и бактериальными инфекциями.

ГЛАВНЫЕ УРОКИ ПАНДЕМИИ





Уже два года весь мир живет с масками, локдаунами, ограничениями. Как должна быть организована жизнь в такой беспрецедентно сложной ситуации? Как наладить быстрое и эффективное взаимодействие с наукой? Как наилучшим образом выстроить медицинскую помощь, не подвергая риску жизнь и здоровье врачей? Об этом и многом другом рассказывает доктор медицинских наук, профессор **Анна Юрьевна Попова**, врач-эпидемиолог, руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главный государственный санитарный врач РФ.



Первые совместные учения Роспотребнадзора и ВОЗ для команд быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера с использованием мобильных лабораторий в Казани

— Анна Юрьевна, прошло два года с начала пандемии, которые, наверное, по напряжению стоят десятков лет. Скажите, пожалуйста, что изменилось в науке? Какие главные темы и разработки внесли максимальный вклад в борьбу с угрозой COVID-19?

— Первое, что изменилось в науке, — это темп. Темп всех действий, скорость мысли и скорость принятия решений. Абсолютно понятно, что ситуация стала очень серьезным драйвером в науке. При всех негативных последствиях пандемии есть аспект, который нельзя не отметить: ситуация заставила нас всех, ученых и практиков, работать гораздо интенсивнее и действовать гораздо быстрее и эффективнее. Это главная задача на сегодня. Важно отметить также консолидацию всех ученых — создание консорциумов по самым разным темам, объединение ведомств, ученых фундаментальной и прикладной науки — для решения конкретных задач. И это, безусловно, дает науке свой результат, иногда совершенно

неожиданный. Взять хотя бы цифровизацию всех процессов. Большое количество математиков и физиков включены в процесс осмысления и обработки данных, логики и построения аналитических и прогнозных материалов. Сегодня эпидемиологи совершенно точно не остались в одиночестве. К ним и к вирусологам присоединились ученые самых разных специальностей, которые дают прекрасные результаты в различных научных направлениях.

В первую очередь ученые освоили принципиально новые подходы к созданию вакцины. Научились мобилизовывать наши научные и научно-практические подразделения на быстрое проведение доклинических и клинических испытаний. Становится реальностью амбициозная цель, которую поставил перед собой Роспотребнадзор в рамках программы «Санитарный щит»: создание прототипа вакцины буквально за несколько недель и вывод ее в гражданский оборот в течение полугода или даже менее.

— Вы — врач-эпидемиолог, ученый. Наверное, известие о появлении коронавируса вы восприняли не так, как неспециалисты в этой области. Вы ожидали, что все обернется так драматически?

— Мы ожидали вместе с учеными из других стран нечто подобное, и о возбудителе «икс» говорили уже если не десятилетия, то многие годы до начала 2020 г., и все находились в разной степени готовности к этому событию. Правда, чаще всего говорили о мутациях вируса гриппа как возбудителя с самым высоким пандемическим потенциалом. Но случилось то, что случилось.

Это известие я получила 31 декабря, во второй половине дня, в канун Нового года, и часть новогодней ночи мы провели в консультации с коллегами из нашего посольства в Китае. Мы им тоже спать не дали. Несмотря на разницу во времени, необходимо было выяснить, что происходит в далеком от Пекина Ухане и что нужно делать. Вот такие были у меня новогодние праздники 2020 г.

И здесь я не только как ученый, как вы уже отметили, и как врач-эпидемиолог, но в первую очередь как руководитель службы должна была реагировать, что, собственно, и было сделано. К исходу праздничных дней Российская Федерация уже имела четкий алгоритм. Его прообраз был создан нами еще в 2018 г.: что мы делаем, если приходит неизвестный вирус. И мы начали по нему работать. Поэтому у нас

уже 11–15 января 2020 г. была первая тест-система — первый вклад российских ученых в борьбу с пандемией.

Конечно, в тот момент было сложно представить, что это вирус с пандемическим потенциалом. Но предположить такое развитие событий — моя обязанность. Мы его и предположили. Поэтому дальше последовали закрытие границ, разработка пула тест-систем, а потом — начало разработки вакцин в РФ, очень внимательное наблюдение за всем, что происходило в мире. Это тоже делали ученые, в первую очередь из Роспотребнадзора. Шесть наших научно-исследовательских организаций в онлайн-режиме мониторили все, что тогда публиковалось. Анализировали все материалы, которые когда-либо выходили на эту тему в мире. Поэтому уже после праздников у нас был готов обзор научной литературы. Мы понимали, с чем можем иметь дело. На тот момент никакой другой достоверной информации не было, поэтому мы шли по нашим предположениям, научно обоснованным. Хочу сказать, что главная особенность всех мероприятий, которые проводила и проводит служба, в отличие от многих служб в других странах — безусловное первичное научное обоснование каждого действия.

— Ваше ведомство очень гибко и быстро реагирует на все, что связано с пандемией. Как это происходит?

— Первое — это происходит круглосуточно, в онлайн-режиме. И мы в самом деле живем все вместе эти два года. Коллектив Роспотребнадзора всегда был очень дружным, слаженным, потому что каждый делал свое дело. А в этой ситуации я могу только, пользуясь случаем, сказать огромное спасибо своим коллегам: и практикам, и, в первую очередь, ученым, потому что все вопросы оценки, анализа и дальнейших предложений, и управленческих решений — это их большая, очень важная и ответственная работа. И они в этот период ведут себя просто героически. Может быть, это не всегда очевидно и не всегда понятно, но они делают очень много.

Например, в марте 2020 г. многие наши врачи не умели одеваться в противочумные костюмы. Но это блестяще умели делать сотрудники научно-исследовательских организаций, противочумных станций и научно-исследовательских институтов, которые работают с патогенами высокого класса опасности. И они начали писать инструкции, показывать, как это надо делать,

спасая и защищая жизни. Это вклад, о котором сегодня никто не помнит, но защита врачей, медработников, входивших в красные зоны, — это тоже предмет методической работы моих коллег.

Кроме того, нужно было научить правилам биологической безопасности специалистов лабораторий во всей стране, работающих с патогеном второй группы, к которым был отнесен *COVID-19*. Этому обучали сотрудники нашей противочумной системы на организованных нами онлайн-курсах. Тогда же нам пришлось очень быстро формировать специальные обсерваторы, потому что надо было вывозить наших людей из Уханя, эвакуировать их с круизного лайнера «Бриллиантовая принцесса» у берегов Японии, на котором возникла вспышка коронавируса.

Все это шло вместе — практика, наука, методическая помощь. Мы работали в очаге, организовывали работу, а потом на базе этих методических наработок были открыты другие стационары в стране. Это просто короткий штрих — вспомнить, что было больше полутора лет назад.

— Как ваше ведомство взаимодействует с академией наук в период пандемии?

— Российская академия наук и Роспотребнадзор очень тесно координировали свои усилия с самого начала пандемии, это связано с обменом научными данными, созданием совместных рабочих групп, взаимодействием не только между институтами и учреждениями, но и конкретно между учеными.

— Тема вакцинации неожиданно вызвала очень много споров, причем горячих.



Специализированная противоэпидемическая бригада РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора в Бейруте (Ливанская Республика)

Люди «сражаются» в соцсетях, на работе, дома... Как вы считаете, почему?

— Мне кажется, это следствие достаточно давнего упущения. Я специально перелистала школьный учебник биологии и поняла, что там об этом сегодня никто не говорит. Сегодняшние школьники и студенты, если это не студенты медицинских и биологических вузов, просто не знают о системе иммунитета, о том, как человек устроен, как он защищается от внешних биологических угроз.

Впервые в истории человечества мы оказались в ситуации, когда личная тема здоровья коснулась всех и каждого и информация по этой теме стала абсолютно доступной. И никто не задумывался над тем, какого качества эта информация. А ведь распространяются заведомо ложные сведения, которые заставляют отказываться от прививки. Поэтому будет продолжаться работа по разъяснению необходимости вакцинации и одновременно будут применяться меры для ограничения контактов тех, кто еще не вакцинирован и не имеет иммунитета после перенесенного заболевания, чтобы сохранить их здоровье и жизни.

И здесь я тоже хочу сказать коллегам-ученым огромное спасибо за их подвижнический труд по разъяснению. На это уходит их драгоценное время, но сегодня это необходимо.

— Как вы считаете, нужны ли какие-то изменения в учебной программе медицинских институтов?

— Да, конечно. И в школах тоже. У нас очень умные дети, они уже могут рассуждать, прививаться ли им, принимать решения.

Вы знаете, результатом счастливых в биологическом плане 1960–1970-х гг., когда мир уповал на то, что против всех инфекционных болезней есть вакцины, а против микробов и бактерий — антибиотики, стало то, что люди начали считать, что с ними в этом плане больше ничего не случится. На каком-то этапе в значительной части европейских государств закрылись инфекционные стационары. И в наших вузах тоже сократилось количество часов эпидемиологии и инфекционных болезней. К 2013 г. мы вернули в государственный образовательный стандарт увеличенное количество часов, но пока все равно этого недостаточно, об этом сегодня говорят все. Я уверена, что в ближайшем будущем количество часов эпидемиологии будет восстановлено в том объеме, как это было раньше. И здесь важны не только теоретические, лекционные, но и практические занятия.

— Очень многие ждут детской вакцины от COVID-19. Когда она появится?

— Это базовый принцип: вакцина должна быть а) безопасна; б) эффективна. И поэтому детская вакцина в Российской Федерации, как и во многих странах мира, должна соответствовать этим требованиям. Но требования по оценке соответствия гораздо более жесткие. Я абсолютно уверена, что вакцина, которую зарегистрируют в нашей стране, будет соответствовать этим требованиям. В научной педиатрической среде пока идут дискуссии, это в основном вопрос педиатров и инфекционистов, какие группы детей прививать — группы риска или предложить это каждому желающему. В основе принятия такого решения, безусловно, будет взвешенный научный подход.

— Вначале говорили, что дети не подвержены коронавирусной инфекции...

— А они вначале и не болели. По поводу того, почему вирус стал поражать детей, есть разные гипотезы. Во-первых, он несколько изменился, во-вторых, его



Отработка навыков практического взаимодействия по совместному реагированию в случае вспышки инфекционного заболевания во время совместных учений Роспотребнадзора и ВОЗ в Казани

стало очень много в популяции, это тоже надо иметь в виду. То есть вероятность встречи ребенка с вирусом значимо выросла. Дети преимущественно болеют бессимптомно, но у тех, у кого ослаблен иммунитет или есть другие особенности здоровья, клиника может быть очень тяжелая.

— **Можно ли прогнозировать, как будет мутировать вирус и чего опасаться дальше, чтобы принять превентивные меры?**

— Мутации коронавируса — это непрерывный процесс. Для того чтобы отслеживать мутацию, в РФ создана своя система мониторинга, она работает с самых первых дней. Сначала это был только «Вектор». В конце прошлого года по поручению президента Российской Федерации была создана национальная платформа, куда все российские исследователи, которые проводят полногеномное и фрагментарное секвенирование, выкладывают результаты своих исследований. Сегодня на национальной платформе, работающей на базе Центрального научно-исследовательского института эпидемиологии, больше 40 тыс. геномных последовательностей COVID-19. Порядка 10 тыс. последовательностей выложено нами в международной базе, основной информационной базе в мире сегодня.

Эта огромная работа проводится для того, чтобы не пропустить тех мутаций, которые могут быть значимыми в эпидемиологическом плане.

— **Пандемия COVID-19 когда-нибудь закончится?**

— Пандемия закончится только тогда, когда коллективный иммунитет населения Земли будет более 80%. Эта цифра известна, она не меняется, и пока все население Земли либо не привьется, либо не переболеет коронавирусом, пандемия не остановится. Мы понимаем, что надо готовиться к новым вызовам, потому что COVID-19 рано или поздно закончится, перейдет в привычную сезонную инфекцию, а после него будет опять новый вариант гриппа, например, или к нам прорвутся другие возбудители, из других групп вирусов. С этим человечество столкнется в ближайших десятилетиях, и мы уже сейчас должны быть к этому готовы. У нас есть эффективные средства противодействия, которые связаны с соблюдением мер гигиены, социального дистанцирования и ограничений для людей, которые не вакцинированы и не переболели.

Очевидно, что нужно соблюдать основные гигиенические требования, разрабатывать



Дезинфекция на объектах транспорта и социальной инфраструктуры

средства профилактики инфекционных заболеваний, учиться предотвращать болезни. Это основной урок, который нам дает пандемия.

— **Гигиена стала важной темой в период пандемии коронавируса. Что нового мы узнали о гигиенической безопасности за последние два года?**

— Мы узнали, что меры, выработанные нашими предшественниками, врачами XX в., гигиенистами, социальное дистанцирование, ношение СИЗ так же прекрасно работают в XXI в. в условиях пандемии коронавируса. А еще мы нашли абсолютно достоверное доказательство того, что вакцинация — самый эффективный способ профилактики.

Вирус пришел, он будет, здесь нам в одночасье ничего не изменить, надо учиться с ним жить. Нужны правила, которые позволят не снижать значимо качество жизни и вместе с этим продолжать жить, ходить на работу, приносить пользу обществу, поддерживать экономику, развивать ее. Об этом было написано более 50 самых



Визит председателя Правительства РФ М.В. Мишустина в Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора

разных методических рекомендаций для самых разных отраслей жизни.

Хочу привести яркий пример успешности. Уже второй год мы проводим летнюю оздоровительную кампанию для детей, которые могут отдохнуть в меньшем количестве, чем обычно. Мы все так организовали, что в этот период у нас не было ни вспышек, ни заболевших детей. Точно так же как школы, которые начали работать в очном режиме. Мы — единственная страна, где дети практически не уходили в режим онлайн, за исключением отдельных субъектов, отдельных школ и отдельных городов. И это тоже благодаря тому, что мы сохранили нашу научную эпидемиологическую школу, которая имеет огромную историю.

У меня на рабочем столе учебники Елкина, Громашевского (*И.И. Елкин и Л.В. Громашевский — выдающиеся советские ученые-эпидемиологи. — Примеч. ред.*). Я их достала в начале 2020 г., потому что поняла, что не все мои молодые коллеги понимают, о чем мы говорим. Мы их оцифровали, и теперь у нас на рабочем электронном столе находится настольная книга всех эпидемиологов. Это дань нашим великим учителям. Эти учебники написаны достаточно давно, но ведь физиологическая сущность человека практически не изменилась, как и его контакт с патогеном. Мы не знаем патогенеза полностью, но мы понимаем, как развивается эпидемия и какие законы работают. Потому что эпидемиология — это великая наука. Относиться к ней легко

и панибратски совершенно невозможно. И то, что наша страна проходит это тяжелое испытание, пандемию, вполне достойно, — это заслуга наших коллег из НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера в Санкт-Петербурге, Московского НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, противочумной системы из пяти институтов — Российского научно-исследовательского противочумного института «Микроб», из других противочумных институтов, из Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор», из научного центра прикладной микробиологии и биотехнологии в Оболенске и многих других. Нужно продолжать, потому что ситуация при всей своей печаль-

ности, сложности и напряженности оказалась, как я уже говорила, драйвером для российской науки.

— Анна Юревна, почему вы стали эпидемиологом?

— Мне в жизни повезло, я всегда хотела быть врачом. В прекрасном городе Ростове-на-Дону, где я родилась и выросла, был клуб юных медиков, который я посещала. Когда я училась в девятом классе, меня направили на кафедру эпидемиологии Ростовского медицинского института к профессору Г.Н. Калмыковой. Я пришла на кафедру, надо было готовить доклад, выступать на студенческой конференции, на которую нас тогда приглашали. И первый мой доклад был об Эдварде Дженнере,



М.В. Мишустин в ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора

о вакцинации против натуральной оспы. Вот так сложилось — судьба привела, и я не стала отказываться. Людей моей специальности изначально учат этому в институтах. Медико-профилактические факультеты во всех вузах, где они есть в Российской Федерации, готовят студентов к тому, чтобы формировать все меры защиты для популяции. Не для каждого в отдельности, а на популяционном уровне. Это методы статистики, оценки, анализа, методы формирования управленческих решений, методы прогноза. Конечно, для этого нужно знать, как работает наше тело, основы физиологии в норме и патологии — все это очень важно в нашей работе, потому что любое действие эпидемиолога основано на дифференциальном диагнозе как для каждого человека, так и для популяции.

— Как вы считаете, в каком направлении будут дальше развиваться те области науки, в которых российские ученые получили новые данные в период пандемии?

— Мы все больше будем уделять внимание персонализированной медицине и персонализированной эпидемиологии, потому что разнообразие исходов инфекционного заболевания зависит от генетики каждого конкретного пациента. Это же касается и разнообразия результатов вакцинации. Мы очень много узнали о том, что происходит с организмом человека при попадании в него возбудителя коронавируса инфекции, и о том, что за разнообразными симптомами заболевания лежит наследственность каждого пациента. Выяснение факторов, маркеров генетической наследственности очень сильно поможет в будущем при составлении индивидуального «паспорта здоровья». Это наиболее перспективная тема для развития медицины ближайшего времени.

Мы получили много информации о развитии инфекционного процесса в организме человека, когда вирус поражает не один орган, а системы органов и тканей. Мы понимаем, как лечить людей, у которых после респираторной инфекции развиваются неврологические проявления, нарушения систем свертываемости крови, нарушения работы пищеварительной системы. Эти драгоценные знания мы будем использовать и дальше.

Повторю, что, несмотря на огромный ущерб, который пандемия нанесла здоровью людей, а также экономике нашей страны, она дала мощный импульс развитию

фундаментальной и практической науки. Прежде всего речь идет о стремительном прогрессе методов молекулярной диагностики инфекционных заболеваний. Чтобы обеспечить быстрое и эффективное тестирование большого числа людей в сжатые сроки, специалистами были взяты на вооружение перспективные (но малоиспользуемые до пандемии) подходы на базе изотермической амплификации нуклеиновых кислот, например метод *LAMP*, который в будущем можно применить и для выявления иных патогенов. Кроме того, метод потенциально пригоден для экспресс-диагностики в лабораториях, не обладающих дорогостоящим оборудованием. Таким образом, с большой долей вероятности такой подход может быть использован при создании диагностикомов в рамках будущего «Санитарного щита» России.

Гигантскими шагами стало развиваться другое направление — создание вакцинных препаратов. Ранее подобные процессы занимали годы.

Я уже упоминала о том, что в лабораториях Роспотребнадзора, других ведомств и научных центров активно внедряются методы *NGS*-секвенирования геномов вирусных патогенов, их биоинформатического анализа для выявления новых штаммов, предсказания свойств вирусов и т.д. В будущем методы *NGS*-секвенирования вместе с ПЦР-тестированием могут стать мощным алгоритмом распознавания вирусов. Совершенствуются и биоинформатические методы поиска новых вирусных патогенов в данных секвенирования, что крайне важно, так как сейчас науке известны менее 1% всех вирусов на планете.

— Анна Юрьевна, если можно, в заключение такой вопрос: вы столкнулись с этим вирусом лично?

— Нет, я привилась. Начала прививаться в сентябре прошлого года, затем ревакцинировалась. Вакцинировала и ревакцинировала всю свою семью. Мы все активны и чувствуем себя хорошо. Я абсолютно верю — и это не лозунг — в наши отечественные вакцины. Они в самом деле работают и спасают. Мне очень хочется, пользуясь страницами вашего журнала, обратиться к согражданам еще раз: единственный способ сегодня защитить себя — это привиться. Спасибо за такую возможность нашим ученым. Ее нельзя не использовать. ■

Беседовала Ольга Беленицкая

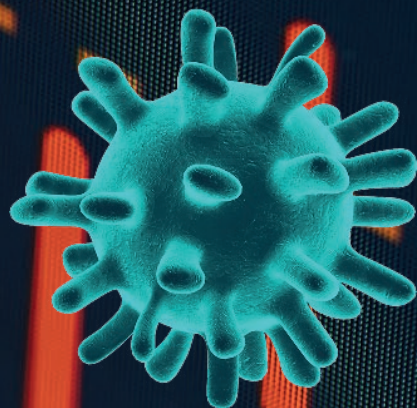
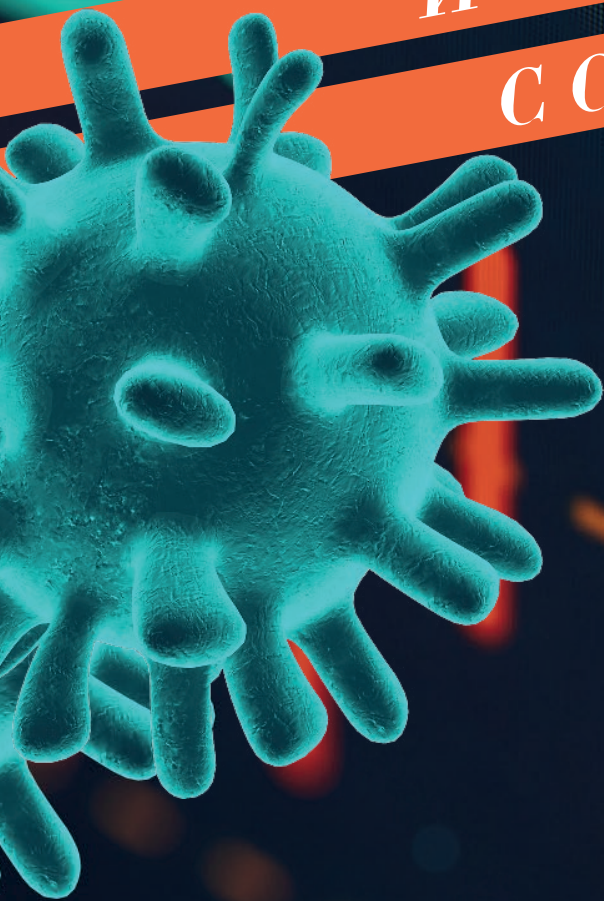
ОБОГНАТЮ ВИРУС

ПЕРСПЕКТИВЫ

ИССЛЕДОВАНИЙ

И СТРАТЕГИЯ БОРЬБЫ

С COVID-19





Пандемия беспрецедентно стимулировала науку, особенно в области вирусологии и вакцинологии. Что показывают исследования «Спутника V» и «Спутника Лайт»? Почему весь мир пришел к трехкратной вакцинации? Какие фундаментальные знания, полученные в пандемию, выглядят наиболее перспективно? Об этом журналу «В мире науки» рассказывает член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи **Денис Юрьевич Логунов.**

— Отечественную вакцину «Спутник V» зарегистрировали в августе 2020 г., массовая вакцинация началась в январе 2021 г. Какие новые данные об эффективности и безопасности препарата ученые получили в течение последнего года, когда «Спутник V» начали широко использовать для создания коллективного иммунитета?

— За это время мы не узнали ничего принципиально нового в отношении влияния вакцины на организм с позиции побочных эффектов. То есть «Спутник V» безопасен.

Аденовирусы — это почти 400 протоколов клинических исследований и огромная история применения. Весь профиль безопасности для аденовирусных векторов не просто понятен, а очень тщательно изучен. Вакцину «Спутник V» начали массово использовать только после токсикологических исследований — это обязательное требование регулятора, — и мы не увидели ничего нового ни в доклинических, ни в клинических испытаниях. Кстати, вакцинами на основе аденовируса многие годы прививают военнослужащих армии США, а это сотни и сотни тысяч людей.

Организм человека хорошо переносит вакцину. Все побочные эффекты понятны и в основном классифицируются как легкие нежелательные явления. В основном это боль в месте введения вакцины и повышение температуры, при этом побочные эффекты развиваются в первые два дня и исчезают в течение недели.

Очень важно, что мы получили массу зарубежной экспертной информации. Сейчас «Спутник V» зарегистрирован в 71 стране мира, введено больше 100 млн доз препарата. Это огромная независимая экспертиза в области безопасности: и в Аргентине, и в Сан-Марино, и в европейских государствах, например в Венгрии, исследования показывают очень хороший профиль безопасности. «Спутник V» не ассоциирован с венозными тромбозами, о которых сегодня много говорят, и в отличие от мРНК-вакцин нет связи с миокардитами.

В области эффективности история интереснее. В первую очередь она связана с эволюцией вируса. В журнале *The Lancet* мы опубликовали статью по поводу первой, второй и третьей фаз клинических испытаний. Анализы когортных данных и данных гражданского оборота в то время, когда доминировал уханьский штамм, показали, что эффективность «Спутника V» — от 92% до 99%. 99-процентную эффективность показали независимые исследования в Бахрейне, в которых участвовали 184 тыс. человек.

Разнообразие штаммов, включая уханьский, к июню полностью изменилось в связи с появлением дельта-штамма. Сегодня я вижу, что этот штамм распространился на 99,9%, доминируют только он и его потомки.

В отношении этого штамма эффективность вакцины упала не критически — когортные исследования в Москве показали 83-процентную эффективность «Спутника V». Да, снижение эффективности есть, но оно не драматическое и даже ниже того, что наблюдают при применении мРНК-вакцин.

Так или иначе, в связи с изменчивостью и эволюцией вируса регуляторика всех стран мира пришла к третьей вакцинации. В Израиле, Америке, Европе и России министерства здравоохранения рекомендовали третью бустерную дозу для иммунного ответа. Дополнительно подчеркну, зачем это необходимо.

Можно использовать разные стратегии, но мир сейчас пошел по пути, обкатанному на вирусе гриппа. У всех людей есть иммунитет к гриппу, кроме новорожденных, которые еще не сталкивались с вирусом. Но при этом мы зачем-то вакцинируемся. Это очень простая ситуация, которую прекрасно понимают люди, занимающиеся ОРВИ. Дело в том, что большинство вирусов, которые вызывают острые респираторные вирусные инфекции, крайне изменчивы. Изменяясь, вирус достигает одной эволюционной задачи: мы теряем часть эффективного иммунитета, часть Т-клеточного, часть антител, которые распознавали исходный вирус. То есть из-за изменения антигенных детерминант, у вируса появляется окно возможностей.

Кроме того, в случае *COVID-19* инкубационный период заканчивается в течение трех-пяти дней, в среднем это же верно и для гриппа. Сколько иммунной памяти мы можем привлечь к войне с патогенами? В среднем клетки удваиваются раз в сутки. То есть при коротком инкубационном периоде мы можем увеличить иммунную память незначительно — примерно в 10–20 раз. В случае с инфекцией инкубационный период, которой продолжается 14 дней (например, корь), мы сможем увеличить объем иммунной памяти в 16 тыс. раз (2¹⁴). Представьте, сколько иммунных клеток мы можем мобилизовать для защиты организма.

Изменчивость вирусов, вызывающих сезонные и острые респираторные заболевания, их короткий инкубационный период — залог их существования. То есть иммунитет есть, но вирус работает на опережение. Это происходит с *COVID-19*: вирус заражает даже людей, которые переболели. Иммунитет снижается, и у вируса появляется окно возможностей.

В этой связи единственным отработанным путем, который позволяет добиться эффективного иммунитета, остается ревакцинация. Мы мобилизуем наши войска, создаем инфляцию иммунной памяти, среди которой будет и огромная часть сохранивших свое действие В- и Т-клеток. За счет такой инфляции мы можем защитить организм.

Повторюсь — это тот путь, к которому пришли все основные регуляторы: США, Европа, Израиль, Россия и многие другие страны.

Наряду с ревакцинацией важный элемент борьбы с вирусом — постоянный мониторинг существующих штаммов, проверка их патогенности и защитной эффективности вакцины, в первую очередь на модельных животных. Параллельно создаются и испытываются на опережение новые варианты вакцины (с новыми вариантами антигена S), проходят их испытания в экспериментах с животными и даже ограниченные клинические исследования, после чего они депонируются в виде своего рода «консервов». Если дельта-штамм эволюционирует дальше и эффективность вакцины упадет ниже положенной, такие вакцинные штаммы можно будет расконсервировать и ввести в медицинскую практику.

— **Подобные «консервы» создаются и в отношении «Спутника V»?**

— Да, конечно. Эта работа проходит в фоновом режиме. Как только появляется информация о вариантах вируса, вызывающих настороженность, сразу заказывается синтез гена, кодирующего основной протективный антиген. Получаются новые кандидатные варианты вакцины, которые испытываются на животных. Поэтому и штамм «бета», и штамм «дельта», и другие варианты в виде вакцинных «консервов» у нас есть.

— **Один из популярных предрассудков относительно «Спутника V» — что вакцина была разработана в излишней спешке. Какие работы НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи предшествовали созданию вакцины?**

— Я неслучайно говорил, что аденовирусные вакцины и аденовирусные векторы — это мировой опыт, которому больше 40 лет.

Первые картирования генома аденовирусов с целью создания на их основе вирусных векторов прошли в конце 1970-х гг. Первые рекомбинантные вирусы, которые можно использовать в качестве векторов, получили в начале 1980-х гг. Платформа создания аденовирусных препаратов разрабатывается более 40 лет, поэтому говорить о какой-то спешке нет никакого повода.

Первая вспышка SARS произошла в 2002 и 2003 гг., и уже тогда были отработаны основные подходы, определен протективный антиген, определены антигены, потенциально способные вызывать ADE-эффект (их присутствие в составе вакцин может быть нежелательным). То есть уже в течение 20 лет понятно, какой антиген

нужно использовать для того, чтобы защитить организм от коронавируса.

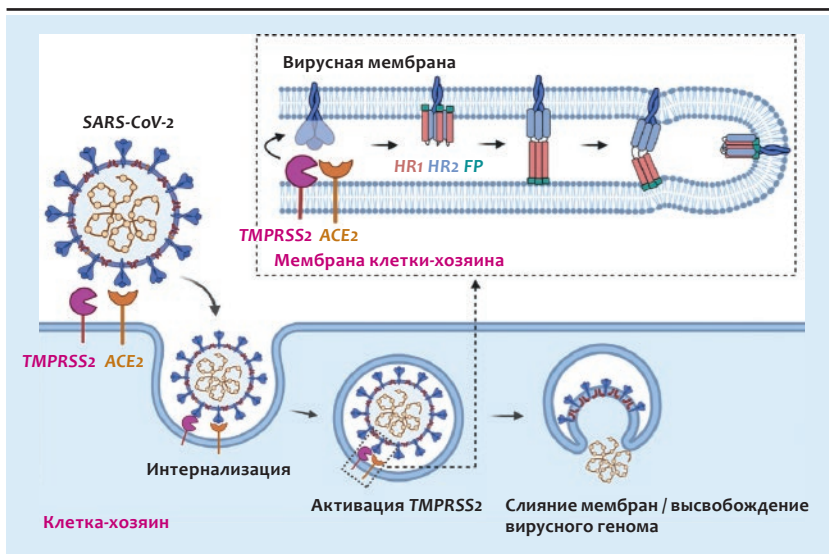
У нас на ходу готовая технологическая платформа, в стране есть возможности по быстрому синтезу, нам даже не надо выделять патоген: благодаря тому, что в России есть возможности по синтезу генов *de novo*, мы можем мгновенно синтезировать нужный ген, имея только буквенный код. Сейчас мы можем заказать ген и за одну-две недели создать кандидатный вариант вакцины, который будем исследовать в доклинических и клинических испытаниях.

Эта технология развивалась много лет и дошла до уровня практической реализации не только в России, но и в мире. Не знаю, почему это расстраивает людей.

— **По причине многолетних исследований можно отбросить и предрассудки относительно отложенных побочных эффектов?**

— У нас больше 50 серотипов аденовирусов, и мы бодем некоторыми из них не один раз в жизни. Повторюсь, в американской армии живыми аденовирусами четвертого и седьмого серотипов провакцинированы несколько сотен тысяч людей. После такой вакцинации исследована связь на предмет соматических болезней в отдаленных периодах: через 20 и 30 лет после увольнения людей из армии. Ученые задумывались над проблемой, и есть публикации, которые подтверждают, что вакцинация аденовирусными препаратами никак не связана с увеличением случаев онкологических заболеваний, инфарктов или других соматических заболеваний.

«Спутник V» сделан на основе векторов — используемые аденовирусы лишены области (генов), ответственной за размножение вируса. Если живые аденовирусы не вызывают отдаленных



Механизм проникновения SARS-CoV-2 в клетку-хозяина

Источник: Fruitful Neutralizing Antibody Pipeline Brings Hope To Defeat SARS-CoV-2, Alex Heim et al. In Trends in Pharmacological Sciences, No. 2020, Vol 41, No. 11.

последствий, связанных с соматическими заболеваниями, то те же самые аденовирусы, которые лишены способности размножаться, не умеют это делать тем более.

Есть большая история исследований, это огромный массив информации, который можно найти в научных журналах. Такие предрассудки в отношении аденовирусных вакцин просто наивны.

— **В начале ноября журнал *The Lancet* опубликовал результаты исследования вакцины «Спутник Лайт». Появилось очередное подтверждение ее безопасности и эффективности. Расскажите подробнее о препарате, которым сегодня предлагают ревакцинироваться.**

— «Спутник Лайт» — это первый компонент вакцины «Спутник V». В 2019 г. во всем мире возникла необходимость в создании вакцины против *COVID-19*, прошла большая конференция Всемирной организации здравоохранения, где обсуждалось, какой должна быть вакцина. Мы четко понимали, что нужна прайм-буст-иммунизация. Мы сразу вышли на этот подход, потому что хорошо выучили урок во время появления ближневосточного респираторного синдрома (*MERS*). Было понятно, что для создания стойкого иммунитета в абсолютно стерильной популяции нужны две последовательные вакцинации. При этом весь мир самонадеянно заходил на один укол, возможность двукратного использования вакцины практически не рассматривалась. Сейчас все пришли к трехкратному применению вакцины, в том числе *Pfizer* и *Moderna*.

За два года ситуация решительно изменилась, появилось значимое число переболевших и вакцинированных людей, дальше иммунная прослойка будет только расти. Благодаря нашим исследованиям и исследованиям наших аргентинских коллег мы поняли, что для вакцинации переболевших и ревакцинации привитых можно использовать только один укол. То есть первой дозы «Спутника V» достаточно, чтобы вывести иммунный ответ на пик, например, у переболевшего *COVID-19* человека, если уровень антител упал практически до нулевого значения. Из-за того что иммунный ответ развивается по вторичному типу, он развивается быстро и бурно.

Таким образом, для значимой части популяции достаточно только одного введения.

Естественно, «Спутник Лайт» может использоваться и самостоятельно. В журнале *The Lancet* мы показываем ее эффектив-

ность — у молодых людей это почти 80%, но несколько ниже у пожилых.

— **Почему именно «Спутник» остается основной вакциной в России?**

— Если посмотреть на современные подходы к созданию вакцин, видно, что все они стали платформами. Это значит, что больше не нужно выращивать патогенный вирус, использовать огромные санитарные зоны и беспрецедентные меры по защите персонала. Достаточно вырастить безобидные аденовирусы или запаковать безобидную мРНК в липидную оболочку. Такие технологии очень легко транслировать.

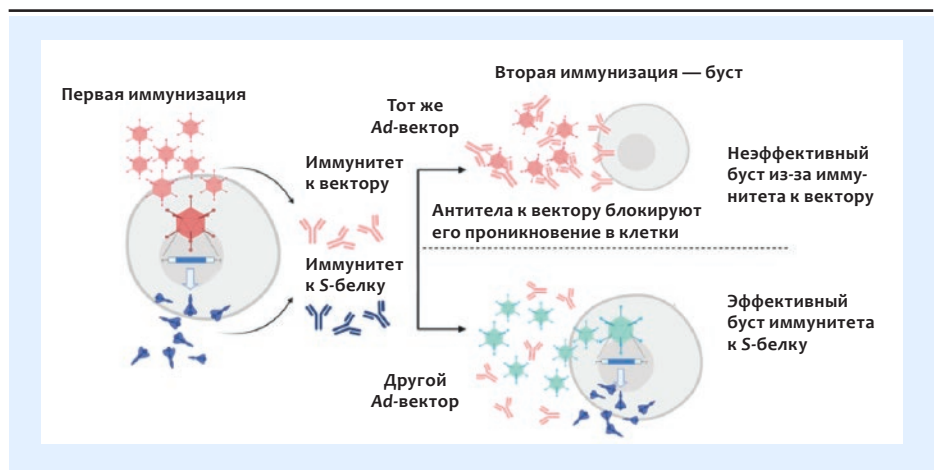
Технологию вирусных векторов можно развернуть в любом месте: в Китае, Индии, России. Хорошо, что в России нашлись компании, развернувшие на своих площадках производственную технологию, которая была разработана в НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи, и вывели производственные мощности на миллионы доз в месяц.

Благодаря универсальности эта платформа легко вписывается в классические биотехнологические процессы. Если у компании есть опыт в производстве моноклональных антител, любых рекомбинантных белков или эукариотических клеток, ее можно за месяц переквалифицировать на производство векторных вакцин.

Ситуация с мРНК-вакцинами несколько сложнее — есть особенности с химическим синтезом (липидным синтезом, синтезом модифицированных нуклеотидов). Но если у людей есть опыт, эти технологии тоже легко транслируются без необходимости соблюдения специальных жестких противоэпидемических условий.

— **Пандемия — сложное время, но многие говорят, что она продвинула науку. Какие новые знания мы получили в области вирусологии и фундаментальных исследований?**

— Естественно, изучая этот патоген, мы получили массу новых знаний. Это патоген, который



Формирование иммунитета при прайм-буст-иммунизации

никогда не существовал в человеческой популяции, но теперь он с нами навсегда: я уверен, что он превратится в аналог сезонных коронавирусных возбудителей, которые давно известны. Думаю, в эту ситуацию мы перейдем в ближайшие год-два.

Но до этого нам было необходимо выучить много разных вещей. В первую очередь, в области фундаментальной науки был определен молекулярный патогенез вируса на уровне проникновения в клетку. Здесь медики быстро подхватили флаг у ученых и разработали или адаптировали к применению уникальные препараты. В начале пандемии возникла ситуация, когда больной попадал в реанимацию и было непонятно, что с ним делать; уже через три-четыре месяца мы лечили цитокиновый шторм моноклональными антителами.

Конечно, было много критики, якобы нельзя делать все «с колес» и мы очень сильно рискуем. На самом деле понимание фундаментальных процессов и облегчение регуляторных подходов позволили управлять ситуацией с точки зрения вакцинации, профилактики и лечения.

Так слаженно и оперативно человечество еще не реагировало ни на одну пандемию. Безусловно, мы многому научились.

— Какие из тех знаний, что мы получили в период пандемии, выглядят наиболее перспективно? В какую сторону новая информация подталкивает науку?

— Все существующие векторные и мРНК-платформы станут мейнстримом. Выпущено более 100 млн доз «Спутника» и, наверное, около 1 млрд доз вакцин *Moderna* и *Pfizer*. Большинство разрабатываемых вакцин будут ориентироваться на эти платформенные решения, за ними будущее.

Результаты в области понимания биологии, механизмов проникновения и подбора протективных антигенов абсолютно точно лягут в основу будущих исследований.

Беспрецедентный опыт вовлечения медицинского персонала в противоэпидемические мероприятия тоже останется. Никуда не денутся и разработки, которые связаны с терапией цитокинового шторма и дистресс-синдрома, возникающего в легких. Это огромная работа, которая была бы невозможна в «мирное» время. Сейчас эти результаты можно транслировать на состояния, которые вызывают другие вирусные инфекции. Даже не могу представить, за сколько лет «мирного» времени мы получили бы такое количество новых инструментов и знаний.

— Вы когда-то сталкивались с таким же острым вызовом, как необходимость максимально быстрого создания вакцины от COVID-19?

— Конечно нет. Возникали задачи, которые требовали предельного напряжения, но они были связаны с «военными действиями», которые шли далеко за границей. В нашем случае это лихорадка

Эбола и ближневосточный респираторный синдром. Коллектив трудился, ездил в экспедиции и проводил клинические испытания. Было очень нелегко: когда разворачивается эпидемия, результаты нужны в сжатые сроки, а не через полгода.

Но сейчас мы трудились не просто в тяжелых условиях, под угрозой были семьи сотрудников. Безусловно, никто раньше не работал в такой обстановке.

— Ночевали в лабораториях?

— Могу многое рассказать про этот период. Если коротко — люди засыпали на рабочем месте.

— Сейчас коллектив функционирует в спокойном режиме?

— Да, и хорошо, что это так. Невозможно бесконечно существовать в авральном режиме. Мы многое (но, естественно, не все) поняли про вирус, разработали инфекционные модели, отработали методы тестирования, и сейчас можно работать планомерно, без героизма.

— Почему вы в свое время решили заниматься именно микробиологией?

— Когда я учился в Курском мединституте на фармацевтическом факультете по специальности «биотехнология», можно было пойти практически куда угодно, но в какой-то момент мне просто стала интересна эта тема. Хотелось заниматься именно наукой, геной инженерией и вирусными векторами. Я не думал о престиже медицинских специальностей.

Поступил в аспирантуру, где начал заниматься геной инженерией вирусов. Потом работа повернулась в область противоопухолевых препаратов, векторов для геной терапии рака и различных генетических заболеваний. Тогда же стало понятно, что аденовирусные векторы — крайне перспективная платформа именно для создания вакцин.

— Как пандемия повлияла на отношение молодежи к микробиологии? Ситуация подстегнула молодых людей заниматься именно этой областью науки?

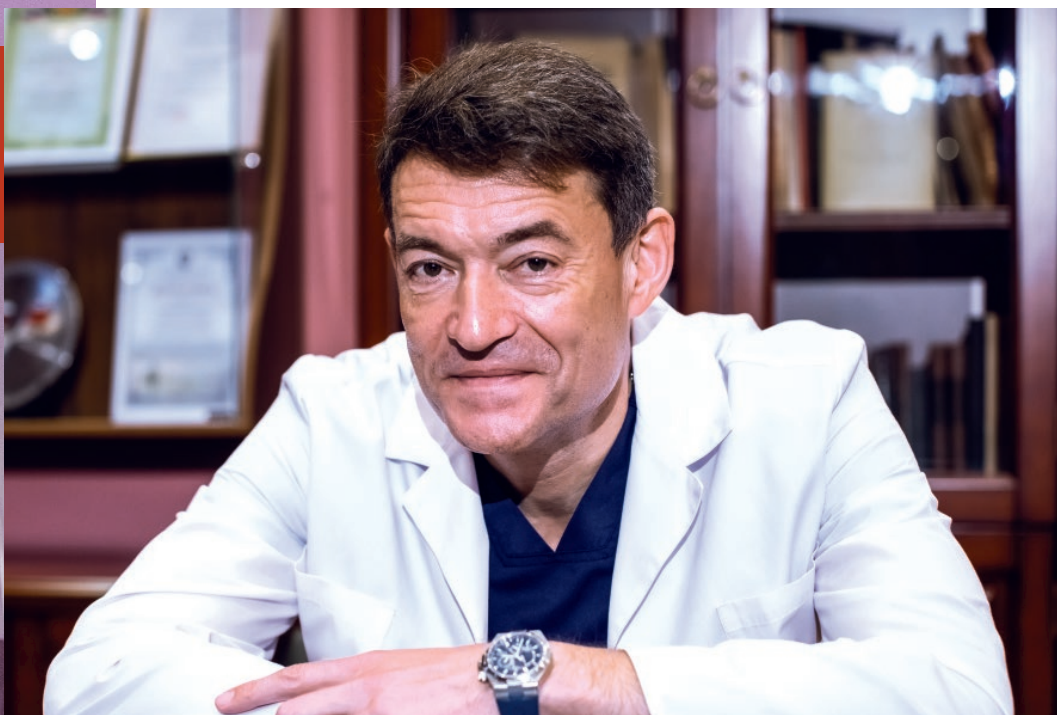
— Безусловно. Сейчас у нас практически все население понимает, что такое вирусы, что такое защитный иммунитет и какие бывают типы иммунитета. Прогресс населения в области вирусологии, иммунологии и вакцинологии просто невероятный. Это коснулось не только молодых специалистов, но в целом изменило интерес всего населения Земли к проблематике, связанной с эпидемиями.

Приток специалистов в НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи довольно существенный, и это понятно: последний год наш центр постоянно на слуху. Молодые специалисты хотят разрабатывать вакцины и лекарственные препараты. И в настоящее время наш центр может многому научить молодежь. ■

Беседовал Александр Бурмистров

ОНКОЛОГИ В КРАСНОЙ ЗОНЕ





Онкологические заболевания, к сожалению, не уходят на карантин, и борьба с ними продолжается, но теперь уже в условиях пандемии. О работе онкологов в красной зоне и личном опыте встречи с *COVID-19* рассказал академик **Андрей Дмитриевич Каприн**, практикующий хирург, главный внештатный специалист-онколог Минздрава России, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава РФ, вице-президент Центрально- и Восточноевропейской академии онкологии.

— **Андрей Дмитриевич, расскажите о своем опыте работы в красной зоне. Что вам особенно запомнилось?**

— Эти воспоминания для нас одновременно и дорогие, и непростые. Мы одними из первых перепрофилировали часть своих филиалов под дополнительные центры для диагностики и работы с пациентами с новой коронавирусной инфекцией — в частности, Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба, где был создан отдел обсервации, и НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина, который был полностью перепрофилирован под инфекционное отделение.

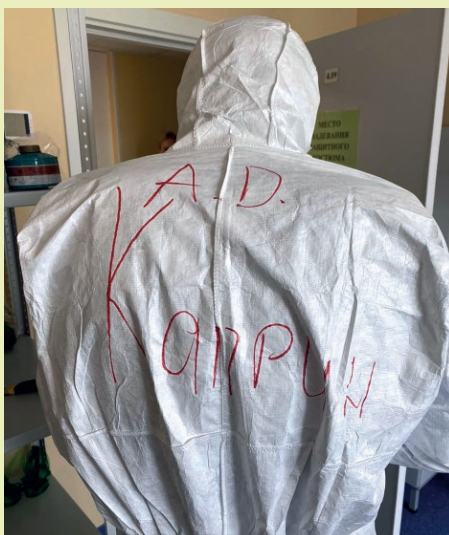
Много лет назад я в качестве заведующего отделением работал в НИИ урологии вместе с выдающимся урологом Н.А. Лопаткиным. Тогда я и подумать не мог, что когда-нибудь возглавлю НМИЦ радиологии, куда войдет этот институт, и что он будет перепрофилирован для борьбы с такой угрозой мирового масштаба, как COVID-19. Онкологические заболевания сами по себе представляют одну из сложнейших проблем, с которыми сталкивается человечество, а теперь к ней прибавился еще и коронавирус.

Министр здравоохранения РФ М.А. Мухоморов специально приезжал, чтобы открыть в апреле 2020 г. инфекционное отделение НИИ урологии им. Н.А. Лопаткина. Было понятно, что у нас будет особенно тяжелый фронт работ, когда к нам будут поступать пациенты, страдающие онкологическими заболеваниями и коронавирусом одновременно. Мы проработали фактически пять месяцев в красной зоне. Когда

эта горячая пора миновала, были построены новые медицинские учреждения, с новыми мощностями, мы вернулись к своему привычному профилю. Я думаю, наш коллектив отработал очень хорошо и четко. Более того, на основании накопленного опыта были созданы экспертные группы, которые до сих пор ездят по регионам России и помогают другим врачам консультациями, советами по организации работы в красных зонах и просто работой в отделениях в качестве реаниматологов, рентгенологов, инфекционистов. Наши медики трудились в Кургане, Улан-Удэ, Комсомольске-на-Амуре, Ставрополе, Твери и других городах. Несмотря на то что мы не знали досконально, с чем имеем дело, все-таки смогли справиться с тяжелой ситуацией.

Для борьбы с COVID-19 нам пришлось фактически перестраивать наш НИИ урологии им. Н.А. Лопаткина, строить с нуля инфекционную клинику, нужны были специальные тамбуры, где могли бы переодеваться врачи, и т.д. Вместе с директором филиала О.И. Аполихиным и другими коллегами мы фактически жили в своих кабинетах, месяцами не виделись с семьями.

Много лет назад я работал фельдшером скорой помощи, когда еще был студентом. Опыт приема больных, которых везли бесконечной чередой по скорой во время пандемии, был для меня совершенно новым. Многие мои коллеги, работая в красной зоне, проявили себя удивительным образом, раскрылись с другой стороны. Они продемонстрировали настоящие героизм и стойкость. Никогда не жаловались, вели



Академик А.Д. Капрын вместе с коллегами в красной зоне. Архив ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

себя очень скромно и трудились с невероятной отдачей. Я не хочу сейчас называть фамилии, все эти люди награждены, их труд был оценен по достоинству.

— **Некоторые врачи даже получили специальные государственные награды...**

— Да. Я признателен нашей стране за столь высокую оценку работы врачей. Семь наших специалистов были удостоены правительственных наград, орденов и медалей. Это, конечно, здорово стимулирует. Многие наши медики были также отмечены грамотами президента РФ.

— **Вы чувствовали поддержку со стороны коллег и пациентов?**

— Очень. Мне запомнился один случай, связанный с моими пациентами, которые на тот момент жили в Швейцарии. Звонят мне и говорят: «Мы вам гуманитарную помощь возим — две фуры швейцарского печенья». Сначала подумал, что шутят, а потом и правда приходят две огромные фуры, до отказа забитые печеньем. Вы можете себе это представить? Мы им угощали пациентов и врачей, отправляли в детские дома. Добровольцы привозили нам медицинские маски, защитные костюмы и т.д. Большую помощь оказали и представители бизнеса. В общем, скинулись всей страной, как говорится. Знаете, как говорят про русских? Что мы в горе сильны и можем взять любую высоту. И действительно, вся эта ситуация с пандемией нас сплотила.

— **В своих выступлениях вы часто говорите, что мы как на войне во время пандемии.**

— Да, потому что это такая же неизведанная и непредсказуемая история, как война: ты встаешь из окопа и не знаешь, убьют тебя или нет. Так же и с инфекцией: она действует на любого, как пуля, и ты не знаешь, выживешь ты или нет. Мы уже два года живем в условиях пандемии и, к сожалению, потеряли многих товарищей. Мы наблюдаем тяжелую ситуацию в мире, видим, что вирус мутирует, что не у всех выдерживает сердце и по-разному течет болезнь; многие погибают не сразу, а позднее, из-за различных осложнений. Кругом неизведанное, и все как на войне, где нет программной линии поведения.

У врачей-онкологов, помимо уже имеющих, появились дополнительные опасности и сложности. Да, есть смертность от COVID-19, но я всегда напоминаю, что 27 тыс. людей по всему миру каждый день умирают от рака. Вдумайтесь в эти цифры!

Статистика заболеваемости и смертности от COVID-19 в России и в мире на 18 ноября 2021 г.

		Заражения	Смерти
В МИРЕ	Всего	255 004 381	5 124 002
	За сутки	+ 621 943	+ 9 128
В РОССИИ	Всего	9 219 912	260 335
	За сутки	+ 37 374	+ 1 251

В среднем в день от онкологических заболеваний умирает около 26 тыс. человек в мире (ВОЗ, МАИР). Данные предоставлены ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

Считай, небольшой город стирается с лица Земли ежедневно.

— **В чем заключается основная сложность, если мы говорим об онкологии?**

— Представьте, человек с онкологией находится на плановом лечении, и вдруг во время этого лечения он заболевает коронавирусом. Как мы знаем, инкубационный период составляет 14 дней, иногда больше. Если пациента оперируют или лечат агрессивными методами, его организм уже находится в ослабленном состоянии, а тут еще сюрприз в виде COVID-19. Пациенту, скажем, нужно пройти еще несколько курсов лечения от рака, а мы из-за COVID-19 вынуждены это лечение прерывать на неопределенный срок. В таких случаях мы должны составить индивидуальную программу для этого пациента, мы же не можем оставить его без лечения, пока он переболеет коронавирусом. А когда именно нужно подключать это лечение? Тут все очень сложно.

— **Правда ли, что некоторые пациенты с COVID-19 легче переносят лечение от рака и наоборот?**

— Мы обратили внимание на то, что некоторые наши пациенты неплохо переносят коронавирусную инфекцию; у них не возникало так называемого цитокинового шторма, то есть агрессивной иммунной реакции. Они не переживали высокую температуру и зашкаливание маркеров воспаления. В основном речь идет о молодых пациентах с лимфомами. Сейчас мы проводим анализ полученного материала и изучаем угнетение иммунной системы на фоне химиотерапии и связь этого процесса с COVID-19. Делать какие-то однозначные выводы пока рано.

ОНКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАЦИЕНТЫ В ГРУППЕ РИСКА ПО КОРОНАВИРУСУ

Риск смерти существенно выше, чем в общей группе инфицированных коронавирусом.

Смертность среди онкологических пациентов колеблется в районе 11–35%.

В 70% случаев онкологическим больным требуется госпитализация, длительность которой составляет минимум две недели.

Проводимая противоопухолевая терапия, даже в случае ее завершения в течение последних трех месяцев, может быть негативным фактором.

Данные предоставлены ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

— Может ли COVID-19 как-то повлиять на злокачественную опухоль?

— Широкомасштабные исследования в этой области пока не проводились. Есть определенные сложности с реализацией подобных сложнейших экспериментов: для этого нужно создавать специализированные центры, информационные системы и т.д. Министерство здравоохранения сейчас делает очень многое для создания ВИМИС (вертикально интегрированной медицинской информационной системы), которая будет курировать в том числе и подобные исследования. Когда такая система появится, думаю, мы сможем получить ответ на ваш вопрос.

— Андрей Дмитриевич, а вы болели коронавирусом? Расскажите, пожалуйста, о своем опыте.

— Да, я переболел коронавирусом в апреле этого года. На тот момент я уже не работал в красной зоне. Пациенты и операции идут потоком, и, конечно, мы, врачи, от заражения не застрахованы. Сначала я болел в своей служебной квартире в Обнинске, потом мое состояние ухудшилось и коллеги настоятельно рекомендовали лечь в больницу. Я лечился в Московской городской клинической больнице № 52 и очень благодарен главному врачу М.А. Лысенко и ее заместителю С.В. Царенко за их доброту и опыт. Болезнь протекала достаточно тяжело: была лихорадка, уже начинался цитокиновый шторм. Мне прописали сложнейшие препараты. Благодаря профессионализму врачей и их заботе я пришел в норму за три недели.

— Среди ваших коллег есть те, кто заболел COVID-19 повторно?

— Не припомню такого. Если кто-то и болел повторно, то, скорее всего, в легкой форме. Были те, кто болел обычной простудой, при этом имея отрицательный ПЦР-тест на руках. Кстати, наши врачи очень дисциплинированные. У нас есть такое правило: наши профсоюзные организаторы каждый день обзванивают по списку тех сотрудников, которые болеют дома. Ежедневно в 16:00 я получаю сведения об общем состоянии и ходе болезни каждого сотрудника. Мы помогаем коллегам всем чем можем. Если нужно, отправляем человека из дома на лечение в клинику.

За все время пандемии мы не потеряли ни одного сотрудника. И лишь около месяца назад ушла из жизни главный ученый секретарь МРНЦ им. А.Ф. Цыба, ей было 70 лет. К сожалению, она не была вакцинирована и, кроме того, заболев, решила на госпитализацию очень поздно, когда показатели были уже очень плохими. Мы очень скорбим, что нашей многоуважаемой коллеги больше нет с нами. Поэтому я еще раз хочу призвать всех к вакцинации. Прививка в десятки раз снижает вероятность того, что у человека будет тяжелое течение заболевания. Кроме того, и об этом буквально недавно говорил мой уважаемый коллега А.Л. Гинцбург, нельзя, чтобы в организме в популяционном смысле возникла почва для инкубации нового штамма. Штамм, когда на него не влияют предшествующие антитела, полученные организмом в результате коронавируса, ведет себя очень свободно и может видоизменяться. Поэтому организм должен встретить вирус подготовленным, оказать хоть какое-то сопротивление. Нужно сделать так, чтобы ему не было комфортно в новой среде.

— Онкологические заболевания сейчас — не противопоказание для вакцинации от коронавируса?

— Да, онкопациентам не только не противопоказано, а, наоборот, необходимо сделать прививку от COVID-19, чтобы себя защитить. Минздрав опубликовал не так давно рекомендацию по этому поводу, каждый может с ними познакомиться на сайте министерства. В целом скажу, что вакцинироваться надо посоветовавшись с лечащим врачом и в период ремиссии.

Буквально недавно мои сотрудники подготовили на эту тему очень интересный перевод статьи, которую выпустило ESMO (Европейское общество медицинской онкологии), очень уважаемая организация, в которой мы, кстати, состоим и выступаем

экспертами части групп). В обзоре *ESMO* сообщалось, что в Европе уже сузили количество противопоказаний для вакцинации. О чем это говорит? О том, что наши европейские коллеги тоже думают о том, как вакцинировать людей с онкологическими заболеваниями, и вопрос этот очень непростой.

Недавно мы вернулись из Будапешта, где участвовали в работе Конгресса Центрально- и Восточноевропейской академии онкологии. Этот вопрос, конечно же, там тоже обсуждался. наших зарубежных коллег очень заботит антипрививочная кампания. В Венгрии, кстати, разрешили к применению все вакцины, имеющиеся на мировом рынке, чтобы люди могли выбрать сами. Там очень популярна наша вакцина «Спутник V». Я говорил с руководителями здравоохранения Венгрии, и их позиция такова: «Нужно, чтобы человек не сомневался, шел и прививался, и нам не так важно, какой именно из сертифицированных вакцин — российской, американской или китайской — он будет прививаться, главное, чтобы было доверие». В каком-то смысле пандемия открывает границы. Например, когда мы работали в красной зоне, у нас было порядка десяти телеконференций с онкологами из европейских стран. Мы общались с коллегами из Канады, Франции, Швеции, Швейцарии, Италии, и не только. Шведы, итальянцы, если вы помните, не очень хорошо перенесли пандемию и даже обращались к нам за опытом.

Мы видим, с каким уважением сегодня относятся к российским онкологам зарубежные коллеги. Мы все сейчас забываем о тех санкциях, которые, казалось бы, должны были нас разобщить, но общая беда всех объединяет. Онкология мнит всех — это точно, проверено на себе за 30 лет работы в этой области. Точно так же с пандемией *COVID-19*, потому что каждый может оказаться на этой

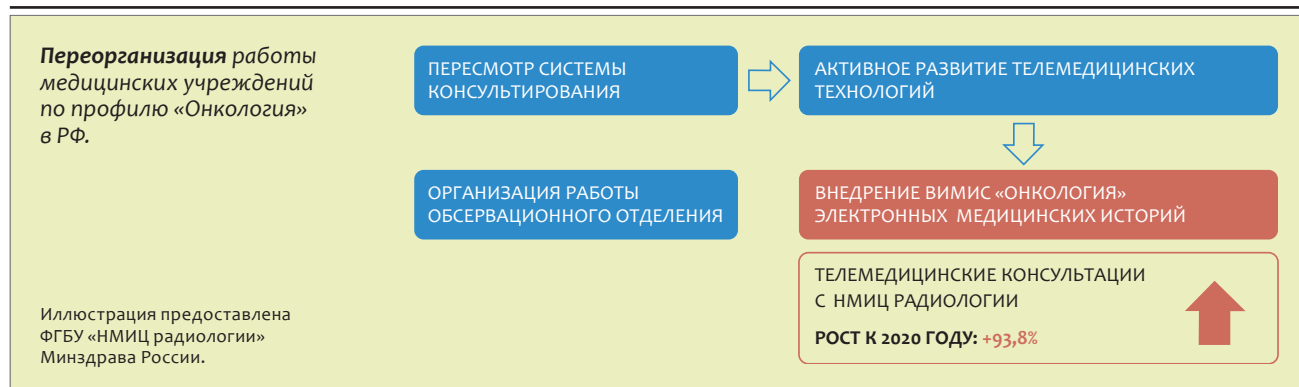
эпидемиологической больничной койке, как и онкологической, ведь болезнь не знает ни рангов, ни погон и не щадит никого. Здесь мы все равны.

— **Существует ли такое понятие, как «противораковый образ жизни»? Есть ли точно установленные корреляции, связь, например, курения, употребления алкоголя с этим заболеванием?**

— Безусловно. Есть целый перечень факторов, которые ВОЗ официально считает влияющими на возникновение онкологических заболеваний. И, кстати, генетика, то есть наследственный рак, здесь дает вклад всего лишь 15% среди популяции. Остальное — малоподвижный образ жизни, злоупотребление алкоголем, ожирение и употребление красного мяса — факторы, которые сегодня уже абсолютно точно ассоциированы с раком. Люди с ожирением в десятки раз чаще страдают онкологическими заболеваниями, а употребление красного мяса — доказанная причина возникновения колоректальных раков. Курильщики болеют раком в 30 раз чаще, чем некурящие. К этому списку также нужно добавить и некоторые вредные вещества: речь идет о производстве в промышленных масштабах асбестов, красителей, анилиновых красителей и т.д., но это уже отдельные узкие предприятия, которые можно взять под контроль с помощью целевого скрининга этих работников.

— **А если в организме человека есть хронический воспалительный процесс, это тоже может привести к раку?**

— Да. Есть отдельная группа предраковых болезней: например, существует целый перечень гастритов, которые приводят к раку желудка, и они известны. Их нужно обязательно лечить. Есть вирус папилломы человека, который может привести к развитию рака шейки матки и рака полости рта. Сюда же следует отнести различные



лейкоплакии. Опасно также избыточное количество солнца, злоупотребление загаром, посещение соляриев, особенно если качество аппаратуры оставляет желать лучшего или аппаратура слишком агрессивная. Постоянный источник воспаления, ослабляющий организм или точечно воздействующий на ткань, может стать провоцирующим фактором для клеточной мутации. Ведь что такое рак? Это клеточная мутация, при которой клетка начинает делиться бесконтрольно и становится «бессмертной». Наш организм постоянно следит за делением клеток. У нас ежедневно возникают множество клеток, похожих на раковые, но организм так устроен, что гасит и уничтожает мутирующую клетку. Но когда клетка начинает бесконтрольно делиться, это сродни революции: большое скопление объектов, которое организм уже не в состоянии удержать. Поэтому за здоровьем всегда нужно следить очень внимательно. Если мы говорим об онкологии, то для этого как раз и существуют различные скрининговые программы. Напомню, что мы единственная страна в мире, где принято семь скрининговых программ, включая три, рекомендованные ВОЗ.

— Андрей Дмитриевич, давайте подведем итоги уходящего года и борьбы с пандемией. С чем мы пришли и что имеем сейчас?

— Прежде всего, хотел бы обратиться к работе онкологической службы. Я очень благодарен за то колоссальное доверие, которое мы получили и от Министерства здравоохранения России, и от наших пациентов. Я рад, что онкодиспансеры не закрывали, что мы продолжали работать, а люди с онкопатологиями — своевременно получать медицинскую помощь. Сейчас уже точно можно сказать, что российская онкологическая служба выстояла в это сложнейшее время. У нас не уменьшилось количество плановых хирургических операций, консультаций и лабораторных исследований. Вышла на новый уровень телемедицина: онлайн-консультации и заочные консилиумы врачей, мастер-классы стали востребованы как никогда, их количество выросло в десятки раз. У нас была создана, как раз в связи с первой волной пандемии, горячая линия помощи нашим пациентам, и это тоже стало отличным дополнением к уже имеющимся стратегиям оказания медицинской помощи.

В России живут очень талантливые врачи, которые смогли перестроиться на ходу,

работая с этим тяжелым контингентом больных. Несмотря на пандемию, у нас продолжают интересные научные исследования. А еще абсолютно изменилось отношение к медицине!

— А в чем это выражается?

— Колоссально вырос уровень уважения в обществе к людям в белых халатах. Многие поняли, что мы из сферы услуг, к которой нас ошибочно причисляли многие годы, превратились в сферу помощи и здравоохранения, то есть именно мы охраняем здоровье наших сограждан в тяжелое время. Что вы слышите из динамиков в самолете в наши дни? Благодарность врачам, которые спасают жизни. Это очень приятно.

Изменилось и отношение на правительственном уровне. Медикам стали вручать специализированные награды: ордена, медали. А ведь раньше такого не было.

Кроме того, уменьшилось количество негативных репортажей про врачей в СМИ. А еще я как заведующий кафедрой в РУДН вижу большее количество желающих поступить в медицинский институт и даже, что раньше было не частым явлением, желание молодых ребят идти в ординатуру по специальности «онкология».

Многие страны Восточной Европы, республики бывшего СССР вновь вернулись к нам. Мы получаем больше приглашений и позитивных контактов, нас стали теплее встречать, мы часто слышим русскую речь там, где раньше по-русски говорить было не принято.

В прошлом году меня избрали вице-президентом Центрально- и Восточноевропейской академии онкологии. Ранее ни одного из россиян не было в числе вице-президентов профессиональной онкологической организации европейского уровня. Российским врачам не так часто доводится председательствовать совместно с известными экспертами из Германии и других стран. В этом году мой коллега, директор Московского клинического научного центра (МКНЦ) им. А.С. Логинова И.Е. Хатьков стал почетным членом Американской ассоциации хирургов. Это первый случай на моей памяти, когда российский онколог вошел в состав Американской ассоциации хирургов. Это говорит об уважении, о том, что российские врачи, их опыт и голос ценятся в мире. Мы очень надеемся, что за счет упорного труда и высокого профессионализма нам удастся сохранить эти позиции. ■

Беседовала Янина Хужина

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



**COVID-19
ПЕРЕСТАТИ
ШАДИТИ
ДІТЕЙ**



Каковы особенности течения новой коронавирусной инфекции у детей, как ее нужно лечить и что делать, чтобы не заболеть? Рассказывает член-корреспондент РАН **Александр Васильевич Горелов**, заместитель директора по научной работе Центрального института эпидемиологии Роспотребнадзора, председатель Национального научного общества инфекционистов.



От 10% до 30% детей, перенесших коронавирусную инфекцию, встречаются с проявлениями постковида разной степени выраженности, наиболее часто страдает головной мозг

— Александр Васильевич, вы всю жизнь занимаетесь детскими инфекциями. Как сегодня у детей протекает новая коронавирусная инфекция?

— Коронавирусной инфекцией я занимаюсь достаточно давно. Альфа-коронавирусы — это традиционные возбудители респираторных инфекций и острых диарей у детей в первые семь лет жизни. На их долю приходится 10–20% всех детских инфекций. Когда коронавирусы как патогены были открыты, они вызывали интерес, но с тех пор многое изменилось. Первое пришествие SARS-CoV-1, MERS относительно легко коснулось нашей страны, чего нельзя сказать про нынешний коронавирус. По сути, даже сейчас мы имеем как будто две разные инфекции — инфекцию 2020 г., обусловленную уханьским штаммом, и ситуацию, которая связана с дельта-вариантом.

Поначалу нам казалось, что пришел медленно мутирующий штамм, и полгода оно действительно так и было. У детей отмечаются в основном легкие, бессимптомные формы заболевания. Были иллюзии, что дети мало вовлекаются в эпидемический процесс. На самом деле этого априори быть не может, потому что дети живут в одном социуме со взрослыми и, по нашим данным, в 70% заражаются коронавирусной инфекцией именно в семьях.

— То есть чаще, чем в школах и детских садах?

— Значительно чаще. Классический пример — то, что наиболее часто болеют дети до года,

которые, как известно, не ведут активную социальную жизнь. Это капельная инфекция, а капли падают сверху вниз, поэтому взрослый становится источником заражения. Тут напрашивается очень важный вывод: вакцинируя родителей, ты не только защищаешь себя, но и даришь здоровье своим детям.

На сегодня известно, что около 11% детей вовлекаются в эпидемический процесс, и это сейчас связано в основном с доминирующим дельта-вариантом. Мутации отражались на клинических проявлениях, но специалисты не отметили особенностей течения COVID-19 у детей, связанных с британским или южноафриканским штаммом.

А вот дельта-вариант изменил клиническую симптоматику не только у взрослых, но и у детей. Так, на прошлой неделе в Москве было зарегистрировано более тысячи случаев заболеваний детей, то есть одна десятая часть от всех заболевших в мегаполисе. В разных возрастных периодах отмечались разные проявления, но наиболее тяжело болеют дети до года и подростки.

— Слышала, что болезнь протекает у детей тяжелее, чем в начале эпидемии. Это так?

— Особо тяжело инфекция протекает у детей с врожденными и хроническими патологиями. Мы знаем, что дети — это не уменьшенная модель взрослого, у них есть возрастные особенности формирования органов и систем, поэтому такие дети — уязвимая категория, в которой заболевание протекает особенно тяжело. Если говорить об особенностях нынешнего штамма, то у детей, как и у взрослых, инкубационный период стал более коротким. Дети в целом стали активнее вовлекаться в эпидпроцесс. Мы видим более быструю манифестацию заболевания. Это связано прежде всего с тем, что увеличилась скорость репликации и выросла вирусная нагрузка, как, впрочем, и у взрослых.

Но тут есть два парадокса. Если в 2020 г. мы говорили, что только у 2% детей отмечается изолированное поражение желудочно-кишечного тракта без респираторных симптомов, то сейчас их уже минимум 20%. У каждого третьего ребенка отмечается поражение не только респираторного, но и желудочно-кишечного тракта. Это к вопросу о том, нужны ли перчатки.

— Выходит, все-таки нужны?

— Нужны, поскольку входными воротами инфекции служит в том числе желудочно-кишечный тракт. Еще весной прошлого года мы говорили о том, что пневмония у детей до года отмечается нечасто, частота ее регистрации растет с семилетнего возраста, а у подростков клиника

с поражениями легких такая же, как у взрослых. Еще одна особенность — в педиатрической практике описаны менингоэнцефалиты, изолированные поражения нервной системы, когда только из спинномозговой жидкости выделяется возбудитель инфекции. В этом году также опубликованы данные о том, что у подростков отмечается специфическое поражение кожи, так называемый постковидный палец, похожий на синдром обморожения.

— Насколько я знаю, ковидные пальцы — одно из проявлений постковидного синдрома. Насколько часто он развивается у детей?

— От 10% до 30% детей, перенесших коронавирусную инфекцию, встречаются с проявлениями постковида разной степени выраженности, наиболее часто страдает головной мозг. Проявления разные: раздражительность, отсутствие усидчивости, внимания и прочие отклонения, которые нужно корректировать с соответствующими специалистами. Поражению подвержены также органы дыхания, сердце, почки.

Еще одно проявление постковида — системный мультивоспалительный синдром, который мы первыми в России описали в мае прошлого года. К настоящему моменту нами уже описан 61 случай такого тяжелого последствия, которое проявляется обычно через две-три недели после того, как COVID-19 закончился, причем многие дети об этом даже не знают.

— То есть они переносили инфекцию бессимптомно, чувствовали себя хорошо, а потом вдруг развивается тяжелый постковид?

— Именно так. Мультивоспалительный синдром — самое грозное осложнение COVID-19, протекающее с повышением температуры, поражением нескольких органов и систем одновременно. Требуется лечение в условиях реанимации, назначение пульс-терапии, внутривенного иммуноглобулина.

— Ведь это смертельно опасное состояние?

— У нас, к счастью, летальных исходов не было, но сам факт развития этого синдрома очень значим. Его коварство еще и в том, что нередко мультивоспалительный синдром, помимо лихорадки и интоксикации, проявляется выраженными болями в животе. Здесь очень важна дифференциальная диагностика — очень часто его путают с «острым животом», что приводит к необоснованному хирургическому вмешательству. Сейчас мир активно работает над этим. Поэтому у детей COVID-19 многолик, опасен и не очень предсказуем.

— Можем ли мы сказать, что новая коронавирусная инфекция — наиболее тяжелая среди респираторных инфекций?

— Безусловно, она очень тяжелая. В целом сейчас около 2,5% летальности. Это много, заметно больше, чем при гриппе. Мы всегда говорили: дети должны болеть, но без осложнений. Болея, мы формируем

адаптивный иммунитет, но болезни также формируют хроническую патологию. Это было всегда в виде различных осложнений — отитов, пневмоний, инфекционно-зависимой формы бронхиальной астмы, инфекционного поражения сердца...

— Не говоря уж про ветрянку, которая чревата грозным осложнением в виде опоясывающего герпеса.

— Да, человек, однажды испытавший это состояние, не забудет его никогда. Сейчас мы можем сказать то же самое про COVID-19 с его тяжелым постковидным синдромом. Мы жили спокойно и считали, что инфекции в прошлом, мы победили. У нас было сокращение числа инфекционных коек, почти не стало инфекционистов. В настоящий момент отношение меняется. Мы вдруг вспомнили, что инфекционных агентов более 1,5 тыс., причем разных нозологических форм, и даже если говорить о коронавирусах, это абсолютно разные возбудители и разные заболевания.

— Была ли эта инфекция неожиданностью для специалистов?

— Она стала неожиданностью только для неспециалистов. Считаю, что самый большой террорист на планете Земля — это природа, и мы прекрасно знали, что инфекции имеют свойство возвращаться. Они были, есть и будут, в том числе новые. Ключевым демографическим фактором всегда были и остаются возбудители инфекционных заболеваний. Достаточно прийти чуме или холере — и население стран и материков значительно уменьшалось. Несмотря на развитие современной медицины, COVID-19 с локдаунами наиболее наглядно проявил то, что к инфекциям нужно относиться внимательно и общаться с ними на вы.

— Александр Васильевич, как вы относитесь к вакцинации детей от COVID-19?

— К вакцинации в целом я отношусь крайне позитивно. Надо помнить, что именно вакцинация подарила 25 лет жизни человечеству. Это абсолютно доказанный факт. Она создала иллюзию спокойствия. Например, охват вакцинации от кори в 94% позволяет 6%, которые в силу каких-то обстоятельств не вакцинируются, жить совершенно спокойно и не умереть от грозного заболевания, потому что циркуляция вируса уменьшается.

Относительно вакцинации взрослых против COVID-19 я говорю однозначно — да, потому что завершены клинические испытания. Относительно вакцинации у детей думаю так: вакцина вводится абсолютно здоровым людям и, пока не будут завершены клинические испытания, массово ее применять не будут. Регламентированы четыре возрастные группы, в которых проводятся испытания. Сейчас завершены первая и вторая фазы детей от 14 до 18 лет. Если регламентирующий орган — Росздравнадзор или Минздрав — примет решение, будем проводить вакцинацию у этой возрастной

категории. Мы помним, что этиотропных противовирусных лекарств от *COVID-19* как не было, так пока и нет, поэтому остановить или оборвать инфекционный процесс без вакцинации не представляется возможным.

Следующая группа — до семилетнего возраста, потом до двухлетнего возраста, потом младше двух. И пока в каждой из них не будут проведены все фазы клинических испытаний для конкретного вакцинного препарата, вакцинация не будет разрешена. Дети — это особо охраняемая категория, как, впрочем, и беременные, и вакцинация детей никогда не будет проводиться без согласия родителей или опекунов.

— Какая сопутствующая патология может стать противопоказанием или сигналом для осторожности при вакцинации от *COVID-19*?

— В настоящий момент, как и у взрослых, абсолютное противопоказание — это острая инфекционная патология, когда дается отвод на три недели.

— А различные онкологические заболевания?

— Вакцинация рекомендована в состоянии медикаментозной ремиссии. Это классика жанра: например, ребенку предстоит пересадка костного мозга, и если он не переболел ветряной оспой или не привит, то встреча после пересадки будет фатальной, ребенок погибнет, несмотря на то что появляется шанс в 98% продолжить жизнь. Поэтому в международных протоколах вакцинация от ветряной оспы введена как обязательная перед трансплантацией.

— В медицинском сообществе немало противников вакцинации детей от *COVID-19*. Есть и весьма титулованные специалисты, которые говорят, что дети этим не болеют и им достаточно существующего календаря прививок, их организм будет перегружен биологически активными препаратами. Что вы можете сказать по этому поводу?

— Это распространенное заблуждение. Я уже рассказывал, что дети болеют, и часто достаточно тяжело, с осложнениями. Главное свойство нашей иммунной системы — найти и обезвредить, понять, свой или чужой. На появление любого агента мы вырабатываем соответствующие антитела. Было показано, что с первым вдохом человек получает 30 тыс. неизвестных для него антигенов, с первым глотком грудного молока — 20 тыс. новых антигенов. Для педиатров, которые занимаются вакцинацией, этот вопрос уже давно закрыт, никакой перестройки или перегрузки не происходит. Болея, выздоравливая, мы с вами дифференцируем и специализируем свои антитела. Поэтому мир пришел к щадящей вакцинации, когда в одном шприце мы вводим несколько разных вакцин. Такое отношение к ребенку нужно для его безопасности. И на самом деле отечественный календарь прививок отстает минимум на три-четыре позиции от зарубежных стран.

— То есть, наоборот, мало?

— Мало. У нас нет обязательной вакцинации от той же ветряной оспы, от ротавирусной инфекции, папилломавирусной инфекции, обладающей огромным онкогенным потенциалом. Мы как-то не задумываемся, насколько все это важно. Такие банальные вещи, как бешенство или столбняк, до настоящего момента неизлечимы. От кори до сих пор нет лекарств. Если бы мы с вами не вакцинировались, корь принесла бы много бед.

— Несмотря на то что тут, казалось бы, не с чем спорить, растет и ширится движение антипрививочников. Люди не хотят прививать своих детей, боятся каких-то ужасных последствий. Что с этим делать?

— Это недостаток информации, отсутствие диалога. Инфекциям в последнее время в курсе обучения специалистов уделяется слишком небольшое внимание. Основы иммунопрофилактики закладываются на кафедре детских инфекций. Напомню, что одна из главных причин, от чего дети, особенно раннего возраста, умирают в мире, — именно инфекционные заболевания. На этом фоне совершенно недопустим недостаток знаний у врачей. Это сеет недоверие к вакцинации. Мы не должны относиться к инфекциям легко, играючи. Мы должны говорить о внутриутробных и внутрибольничных инфекциях, об антибиотикорезистентных возбудителях, потому что их количество растет как снежный ком. Число антибиотиков уменьшается, а резистентность увеличивается, потому что есть природные источники резистентности к инфекции, и мы тут можем зайти в тупик. По оценкам специалистов, к 2050 г. летальность от антибиотикорезистентных инфекций, если ничего не произойдет, будет опережать онкологические, сердечно-сосудистые и другие заболевания на порядок. Но при этом повышается резистентность к средствам дезинфекции, дератизации и дальше по списку.

— Вернемся опять к *COVID-19*: многим детям, попавшим в больницу, требуются антибиотики. Если они демонстрируют при этом антибиотикорезистентность, как быть?

— В этой ситуации должна быть четкая грань. Антибиотики спасают жизнь пациентам, и мы должны назначать их по показаниям. Когда я оканчивал институт, нам всегда говорили, что вирусы — это судьи, приговор выносят бактерии. Да, бывает вирусное поражение легких, но бактериальное осложнение никто не отменял. И когда доктор видит объективные показания для назначения антибиотиков, они должны использоваться. Нужно подбирать такие препараты, которые в данном случае эффективны, хотя это может быть все труднее.

Но такая же проблема роста резистентности наблюдается и к противовирусным препаратам. Мы



Сейчас в нашей стране реализуется концепция санитарного щита, когда на нового микроба за четыре дня будет создана тест-система, а за четыре месяца — вакцина

активно занимаемся изучением резистентности к препаратам от ВИЧ и другим вирусам. Мы смотрим чувствительность на генетическом уровне, стараясь найти новые лазейки. Но проблема есть, вирусы постоянно приспосабливаются и хитрят.

— **Давайте скажем о других детских инфекциях. Становится ли их меньше на фоне COVID-19?**

— Каких-то инфекций становится меньше, а каких-то больше. XXI в. стал временем не только COVID-19 — мы узнали несколько новых респираторных вирусов, которые поражают прежде всего детей. Это бокавирус, метапневмовирус...

— **...впервые описанные именно вами.**

— Да, ученые нашего института разработали соответствующую диагностику. Великий В.И. Покровский, мой учитель, говорил, что очень важны разработка и совершенствование лабораторной диагностики. Сейчас происходит внедрение молекулярно-генетических методов по всему миру, что позволяет открывать все новые и новые возбудители. У нас есть условия для слежения за циркулирующей вирусом и чувствительностью к препаратам. В нашем институте по постановлению правительства создана база VGArus, куда мы собираем все данные по циркулирующим генным вариантам коронавируса в нашей стране. Это очень важно для эпидпрогноза, чтобы в нужный момент создавалась соответствующая вакцина. Инфекционная служба не стоит на месте и внедряет все новые и новые методы диагностики.

Сейчас в нашей стране реализуется концепция санитарного щита, когда на нового микроба за четыре дня будет создана тест-система, а за четыре месяца — вакцина. Наш институт принимает в этом активнейшее участие, нам поставлены важные задачи. Уже никого не устраивает ПЦР-анализ за два часа. В настоящий момент поставлена задача, чтобы мы имели ответ в течение часа. В этом году будет создано семь тест-систем для актуальных инфекций, к 2024 г. — 50. Это основа нашей биобезопасности.

Инфекции распространяются в мире со скоростью самолета. Поэтому, возникнув в одном конце

мира, они летят в другой конец. Для того чтобы реализовать концепцию санитарного щита, разрабатывается отечественная система, которая не допустит распространения инфекции.

Вторая важная составляющая — это санитарно-просветительная работа, от которой мы отошли и которую забыли. Цифровые платформы, площадки в гаджетах, плакаты «Мойте руки перед едой» опять стали актуальными. Кстати, противоковидные мероприятия не уменьшили число респираторных инфекций, но вот кишечных инфекций стало регистрироваться на треть меньше.

— **Стали мыть руки?**

— Мыть руки, использовать маски, санитайзеры, социальную дистанцию. А ведь при вирусных диареях тот же путь передачи. И сам факт того, что каждый день от безобидной, казалось бы, диареи в мире умирают 4,5 тыс. детей, заставляет задуматься о проблеме.

— **Рекомендуете ли вы детям прививаться от гриппа? Я слышала точку зрения, что грипп и COVID-19 — конкурирующие вирусы и бояться гриппа нам сейчас не следует.**

— Они абсолютно не конкурирующие. А вот тот сценарий, когда они встретятся вместе, очень нежелателен. В прошлом году была проведена беспрецедентная по масштабам вакцинация от гриппа — 60% населения было привито, 19 млн детей. Население откликнулось на призывы и пошло на бесплатные пункты вакцинации. И поэтому грипп у нас регистрировался в единичных случаях. Что покажет этот год, посмотрим. Но пока темпы вакцинации оставляют желать лучшего.

— **А вы сами вакцинируетесь и от гриппа, и от COVID-19?**

— И даже от пневмококковой инфекции.

— **Как вы все это переносите?**

— Я провожу это в разное время. Есть какие-то неприятные ощущения, но это в любом случае лучше, чем заболеть. ■

Беседовала Наталия Лескова

КОРОНА- КРИЗИС:

В ПОИСКАХ

«ВАКЦИНЫ»

ДЛЯ ЭКОНОМИКИ





По оценкам МВФ, спад экономики, вызванный пандемией, оказался внезапным и глубоким. Как он отразится на экономике в будущем? О прогнозах и возможных последствиях рассказывает академик **Борис Николаевич Порфирьев**, научный руководитель Института народнохозяйственного прогнозирования РАН.

— **С появлением коронавируса наш словарный запас пополнился новым термином «коронакризис». На какой из сфер нашей жизни он отразился сильнее всего?**

— Действительно, мы привыкли говорить о коронавирусе в контексте медицины и здравоохранения. Термин «коронакризис» отражает влияние пандемии на всю систему социально-экономических отношений, которая и оказалась в кризисе. Этот кризис уникален: во-первых, он охватил все без исключения экономические системы мира, хотя и в разной степени; во-вторых, его причины находятся вне экономики, но обусловлены коронавирусной пандемией и связанными с ней ограничениями. Хотя это далеко не первая пандемия в истории человечества, однако, согласно имеющимся данным, впервые за послевоенные годы она привела к экономическому кризису. Мировая экономика упала к июню 2020 г. более чем на 5% (рис. 1), сокращение по итогам 2020 г. составило 3,5%. В России снижение внутреннего валового продукта (ВВП) было скромнее — по данным Росстата, на 3,1%.

Основная причина такого ухудшения ситуации — сокращение экономической активности из-за введенных государством жестких ограничительных противоэпидемических мер. Больше всего это отразилось на сфере услуг, обеспечивающей основной вклад в ВВП и в развитых странах, и в России, в которой наиболее высока занятость, интенсивнее всего взаимодействие между людьми и которая испытала наибольший шок от ограничительных мер. Вначале они охватили сектор туристических услуг, включая авиаперевозки, с целью максимально уменьшить перемещения и контакты зараженных людей. В результате спад в области международного туризма достиг 74%; авиаперевозок — 60%; в мировой торговле — 15%. Далее ограничения были расширены на гостиничный и ресторанный бизнес.

Так, в России производство добавленной стоимости в этих сферах в 2020 г. сократилось почти на четверть (24%), в культуре и спорте — более чем на 11%, во внутренней торговле — на 3% (рис. 2).

Что касается производства, в сравнении со сферой услуг спад в мировой обрабатывающей промышленности был менее значительным — 8%, главным образом благодаря Китаю: в развитых странах снижение объемов выпуска в данной отрасли достигало 16–17%. В России этот показатель сохранился — падение менее чем на 0,1% при существенных различиях между отдельными отраслями и производствами, тогда как в горнодобывающей промышленности падение превысило 10%.

Если обратиться к последствиям коронакризиса для основных субъектов экономики, сильнее всего пострадал средний и особенно малый бизнес, включая самозанятых. В системе национальных

счетов это отражается в позиции «Деятельность домашних хозяйств как работодателей», которая в России в 2020 г. упала на 26% и пока далека от восстановления. Это не замедлило сказаться самым негативным образом на потреблении домашних хозяйств, которое в глобальном масштабе сократилось впервые за послевоенный период более чем на 70%, обусловив падение мирового ВВП и став уникальной чертой нынешнего коронакризиса. В России потребление домашних хозяйств сократилось на 4,8%, больно ударив не только по экономической динамике этого хозяйственного сектора, но и по доходам его субъектов и всего населения страны. Они упали на 3,5%, усугубив негативную тенденцию их снижения в предыдущие годы.

— **А есть ли сферы, в которые коронакризис наоборот принес новые возможности для роста?**

— В 2020 г., несмотря на коронакризис, в непродуцированной сфере выросли финансовые и страховые услуги — почти на 8%, а также расходы на госуправление — на 2,5%. Рост государственного потребления на 4%, связанный во многом с формированием и реализацией антикризисного пакета поддержки населения и экономики, включая рост бюджетных расходов более чем на четверть, стал единственным элементом счета использования ВВП со знаком плюс. По подсчетам моего коллеги члена-корреспондента РАН А.А. Широва, он обеспечил 0,7 процентных пункта вклада в экономическую динамику, благодаря чему падение затормозилось и остановилось, как уже упоминалось, на уровне минус 3,1%.

В сфере производства введенные противоэпидемические ограничения стимулировали — и в мире, и в России — рост спроса на фармацевтическую продукцию, медицинские услуги и изделия, а также цифровые продукты и услуги, которые использовались в растущих объемах и масштабах как населением (значительная часть которого перешла на дистанционный режим работы, так называемую удаленку), так и врачами (в формате телемедицины). Это создало благоприятные возможности для развития соответствующих видов экономической деятельности. Еще стоит отметить пищевое и химическое производства, а также сельское хозяйство, строительство, предприятия ОПК, которые в целом сохранили уровни производства и, что важно, занятости, главным образом благодаря выборочной политике государства в применении жестких ограничительных мер.

— **Каким был уровень государственной поддержки?**

— По разным оценкам, на противодействие коронакризису российское правительство выделило средства в объеме от 4% до 5% ВВП. Это значительно меньше, чем, например, антикризисная

программа в 2009 г., которая обошлась примерно в 10% ВВП; или так называемые пакеты антикризисных мер, связанных с противодействием нынешней коронавирусной пандемии и ее последствиям, в других странах. Так, в Китае они оцениваются в 13% ВВП, в США — в 25–26% ВВП, в Германии, Италии, Японии — до 60%. Если соотносить эти расходы с величиной сокращения ВВП в 2020 г., которая практически во всех этих странах, исключая Китай, оказалась заметно выше российской, то с сугубо макроэкономической точки зрения российскую антикризисную программу можно было бы считать относительно эффективной.

Однако отсюда нельзя делать вывод о ее интегральной социально-экономической эффективности: если учитывать динамику и масштабы заболеваемости, смертности населения, достигшие в ноябре 2021 г. пиковых значений, неизбежны негативные последствия для работоспособности и производительности труда и, соответственно, для роста экономики, повышения ее конкурентоспособности. Неслучайно в отличие от текущего года восстановления экономики с ожидаемыми темпами роста 4,3–4,5% ВВП прогнозы на следующий год менее оптимистичны. Что касается мировой экономики, по данным опросов мирового бизнеса, 60% респондентов считают пандемию угрозой ее будущему росту; почти половина опрошенных — угрозой росту национальных экономических систем.

— А с чем может быть связана недостаточная эффективность мер?

— Не будучи социологом, не могу компетентно обсуждать особенности социального поведения различных групп российского общества, хотя очевидно, что это важнейший фактор. Если же обратиться к экономике, стоит вспомнить начало реализации антикризисной программы, когда были установлены приоритеты господдержки — определены наиболее уязвимые группы населения, сформирован список пострадавших отраслей производства и видов экономической деятельности, в соответствии с которыми правительство выделяло дотации и субсидии, смягчало условия кредитования, в том числе ипотеки, и т.д. Исключительно важным был и остается комплекс мер по оказанию помощи семьям с детьми, пенсионерам: по оценкам специалистов нашего института, эти меры добавили 1,2% роста ВВП, тем самым сдержав темпы его совокупного снижения.

Между тем, как я уже говорил, явно недостаточной оказалась поддержка среднего и особенно малого бизнеса, а также самозанятого населения. Именно в этом сегменте произошло наибольшее падение доходов, что в итоге, несмотря на рост заработной платы и пенсий, повлекло за собой общий спад реальных денежных доходов населения и в конечном счете потянуло всю экономику вниз. Думаю, из этого стоит сделать выводы, в том числе и применительно к мерам противодействия нынешней, четвертой волне пандемии, в ходе которой государству снова пришлось прибегнуть к введению нерабочей недели в конце октября — начале ноября.

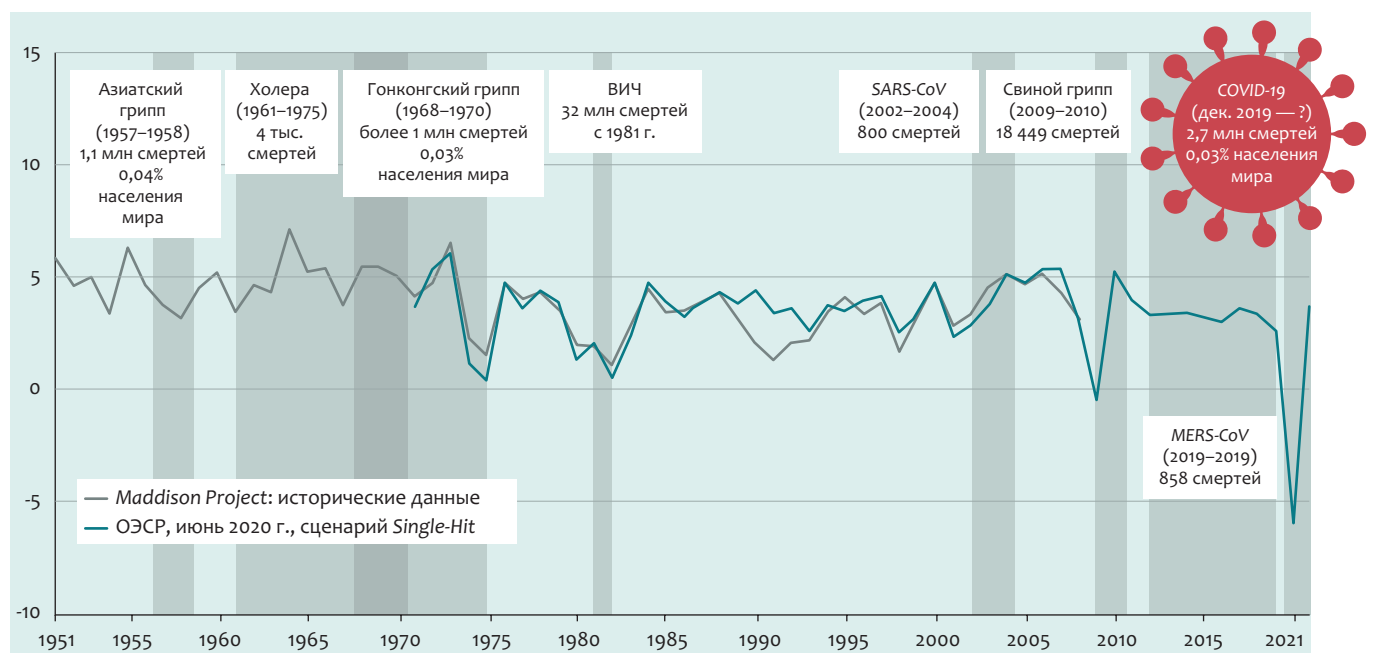


Рис. 1. Темпы роста мировой экономики и пандемии 1950–2020 гг. Источник: World Bank (2020). Historical Statistics of the World Economy: 0001–2030 AD. — Maddison Project, 2010–2020; OECD (2020) Economic Outlook No 108.

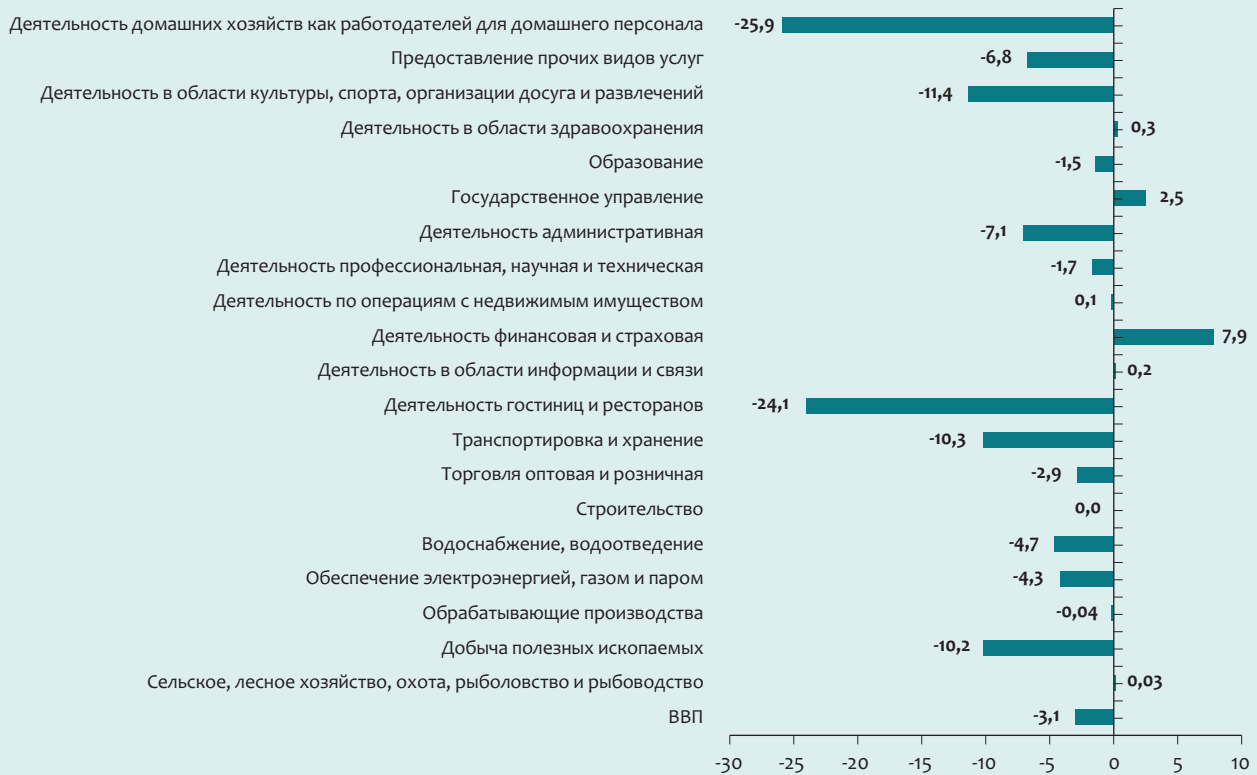


Рис. 2. Динамика элементов счета производства ВВП России в 2020 г. (в % по отношению к 2019 г.). Источник: Росстат.

— Согласно оценкам, опубликованным в докладе квартального прогноза экономики Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, посткризисное восстановление российской экономики завершилось к концу первого полугодия, а докризисный объем ВВП был достигнут уже в апреле этого года. Благодаря каким мерам этого удалось достичь? И что это значит для населения страны?

— Полагаю, сработали меры поддержки, реализованные в 2020 г., о которых шла речь ранее. Плюс к тому сказался спад заболеваемости на определенном этапе, что практически сразу отразилось на экономической активности населения. При этом, как я уже упоминал, в России в отличие от других стран тотального закрытия предприятий не было; использовался селективный подход, а в тех случаях, когда был задействован карантин, его продолжительность составляла не более четырех-пяти недель, что помогло экономике быстрее восстановиться. Если бы использовалась жесткая модель карантина на более продолжительный срок, картина была бы иной: по оценкам специалистов нашего института, после двух с половиной месяцев жесткого локдауна наступала точка неприемлемого ущерба, который бы превысил объем антикризисного пакета поддержки со стороны правительства.

И, конечно же, очень значимую роль сыграл отложенный спрос населения, рост которого в конце 2020 г. — начале 2021 г. оказался настолько стремительным, что не все экономические субъекты оказались к этому готовы, рассчитывая на более плавный выход из кризиса; возник дефицит на определенные товары, что отразилось и на инфляционных эффектах. Этот быстро возросший спрос стал мощным драйвером подъема российской экономики, который к концу текущего года ожидается на уровне 4,3–4,5%. Говоря о факторах роста, нужно специально подчеркнуть, что практически половину вклада в него обеспечивает спрос населения. Поэтому его поддержка государством — не только социально-гуманитарный императив, но и важнейшая экономическая функция. При этом особое значение имеет поддержка малоимущих семей, семей с детьми, пенсионеров, которые потребляют преимущественно отечественную продукцию, что важно с точки зрения развития импортозамещения и поддержки отечественного производителя, в том числе малого и среднего бизнеса.

— У каждого государства должен быть некий план на случай непредвиденных ситуаций и кризисов. Насколько мир и Россия в частности оказались готовы или не готовы к пандемии?

— Такие планы, конечно же, готовятся и в мире, и в России соответствующими структурами. Хорошо это знаю, так как много лет занимаюсь вопросами управления экономикой в чрезвычайных ситуациях. В России существует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), которая включает планирование, обеспечение готовности и действия, включая ЧС биолого-социального характера, к которым относятся эпидемии. Применительно к ним главными координаторами выступают Минздрав России и Роспотребнадзор во главе с главным санитарным врачом. Благодаря планированию и действиям этих структур риски такого рода ЧС сокращаются до минимума, что мы наблюдали в действительности на протяжении многих лет.

Что касается нынешней коронавирусной пандемии, ситуация противоречива. С одной стороны, по большому счету, по-настоящему эффективного противодействия такой масштабной и, что особенно важно, с постоянно меняющимися (из-за мутаций) факторами угроз пандемии не сумела обеспечить ни одна страна, кроме, может быть, Китая. Иначе откуда более 250 млн случаев заболеваний и 5 млн смертей в мире, в том числе, и более всего, у мирового экономического лидера — США? Дело, думается, не только в новизне источника пандемии, но и в определенной недооценке этой опасности государством. Так, в тех же Соединенных Штатах, насколько известно, до недавних пор вместо необходимых 20 млн тестов в сутки проводилось 2 млн, или 10% от потребности, при том что необходимые для этого \$6 млн затрат в 200 раз (!) уступали издержкам от введения карантина, которые, по оценкам Гарвардского университета, обходятся в \$12 млрд в сутки.

Недооценка степени опасности пандемии долгое время была свойственна и мировому сообществу в целом. Пример: с 2010 г. Всемирный экономический форум, который ежегодно проходит в Давосе с участием ведущих политиков и бизнесменов, регулярно публикует прогнозы группы по глобальным рискам на предстоящее десятилетие. Во всех докладах вплоть до 2020 г. (опубликован в феврале того года) риски пандемии фигурировали где-то во втором эшелоне, намного уступая рискам изменения климата и природным бедствиям. Только в прогнозе на 2021 г. риски пандемии заняли место в группе основных угроз экономике и обществу, но даже в этом случае, сравнившись с рисками изменения климата и природных бедствий по масштабам ожидаемого ущерба и потерь, они тем не менее уступили им по вероятности наступления такого события. Еще один пример. В связи с опытом эпидемий 2003 г. (тяжелый острый респираторный синдром, SARS) и 2012 г. (ближневосточный респираторный синдром, MERS) на сессиях

Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) несколько раз поднимался вопрос о нарастающей угрозе коронавирусной пандемии и включении ее в число приоритетов национальных систем планирования и готовности действий в чрезвычайных ситуациях и взаимодействия государств в этой сфере. Однако этот призыв ВОЗ не был в должной мере услышан и воспринят, что, конечно, отразилось на эффективности планирования.

С другой стороны, что касается нашей страны, на первом этапе, когда внезапно возникла угроза, подлинных масштабы и тяжесть которой не мог оценить никто, во многом из-за того, что этот вирус был ранее неизвестен медицинской науке, отечественная РСЧС в целом сработала. Предшествующий опыт работы эпидемиологов, в том числе заделы по вакцине против Эболы, позволили в кратчайшие сроки создать сразу несколько вакцин против коронавирусной инфекции. Добавим к этому профессиональные, самоотверженные действия медиков, которые помогли существенно смягчить обстановку. Особо выделим интеграционный эффект РСЧС, проявившийся в координации действий медиков с Минобороны России, которое могло оперативно построить госпитали и направило туда своих врачей. Не стоит забывать и ранее упомянутую антикризисную программу правительства. Связано ли все это с планированием и готовностью действий, свидетельствует ли об их результативности? На мой взгляд, без сомнения.

Во же время нынешняя пандемия со всей очевидностью подтвердила насущную необходимость качественного совершенствования системы здравоохранения в России (и не только в ней). В основу организации отечественной системы в свое время были положены принципы и приоритет профилактической медицины, обоснованные и реализованные Н.А. Семашко (*советский партийный и государственный деятель, врач, один из организаторов системы здравоохранения в СССР. — Примеч. ред.*). Они дали замечательные результаты, благодаря которым советскую систему организации здравоохранения многие зарубежные коллеги оценивали как образцовую. К сожалению, многое было утрачено в 1990-е гг., не все гладко развивалось и в последующие годы, но все же осталась основа, на которой можно и нужно развивать по-настоящему современную систему здравоохранения, укрепляя ее не только материально и технически, но и в кадровом и финансовом отношении. В последнем случае, как представляется, следовало бы еще раз вернуться к соответствующей статье бюджета на 2022 г. и 2023-2024 гг., которая пока предусматривает хоть и небольшое, но сокращение в постоянных ценах расходов на здравоохранение.

И еще одно соображение в отношении его организации, связанное с уроками нынешней пандемии,

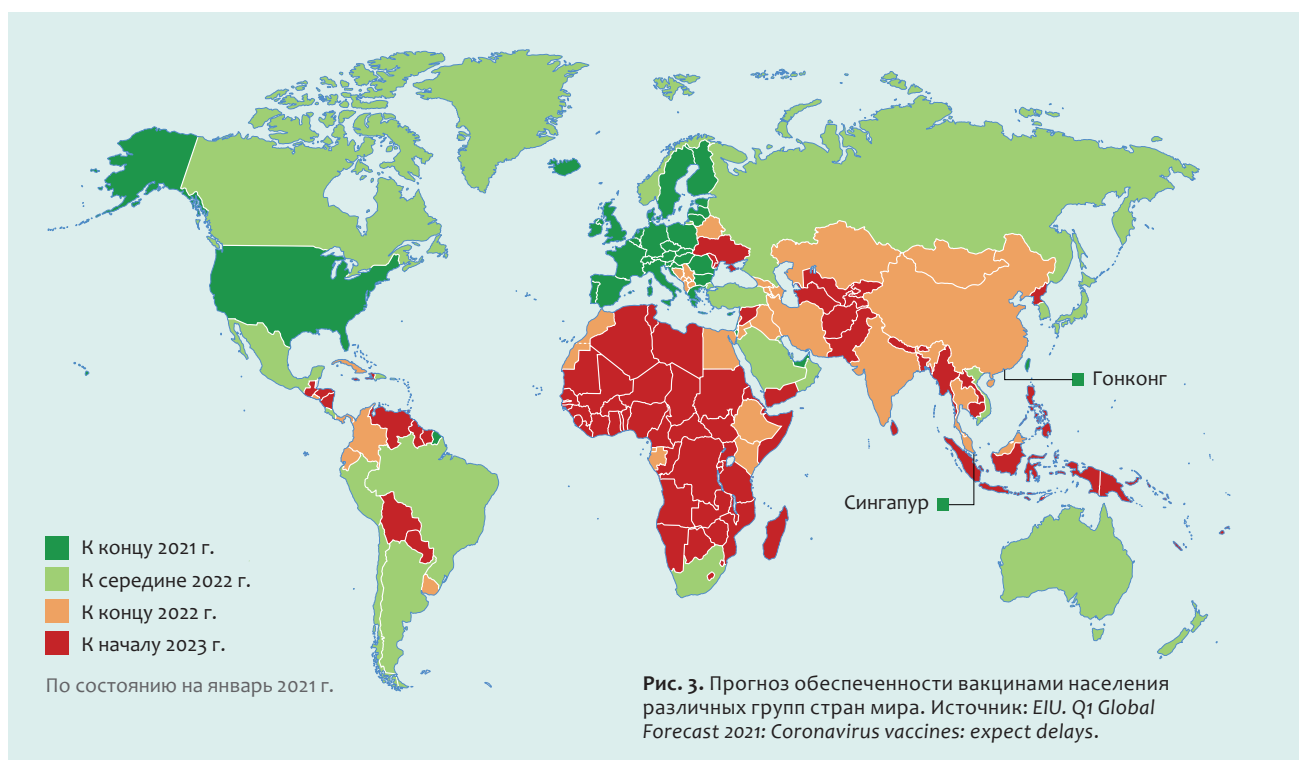
конкретнее — с добровольным подходом к вакцинации. Не будем подвергать сомнению принципы демократии, однако эффективность такого подхода к вопросам вакцинации в разных странах вызывает вопросы. Четвертая волна заболеваемости едва ли не целиком связана с нежеланием существенной части людей вакцинироваться, что создает риски для общества в целом, по сути, обезцеливая выбор не менее значительной его части, которая сделала прививки. А ведь это противоречит принципам демократии. Очевидно, нужны более сбалансированные решения, учитывающие такого рода разногласия, но в любом случае не ставящие под угрозу безопасность общества в целом. Поэтому уже сейчас многие государства принимают решение об обязательной вакцинации определенных категорий людей, прежде всего государственных служащих, медработников, работников сферы услуг и общественного питания. Представляется, что такую модель действий следовало бы реализовать намного раньше, в том числе в России.

— Есть ли прогнозы того, каким будет постпандемийный мир и когда мы сможем перешагнуть эту историю?

— Прогнозы есть всегда. На мой взгляд, разговоры о том, что постпандемийный мир чуть ли не на пороге, преждевременны. Тем не менее в конце 2020 г., когда во многих странах мира сократились заболеваемость и смертность, вызвав определенный прилив оптимизма, активизировались обсуждения «светлого будущего». Однако сейчас ясно, что оптимизм пока не оправдан, прежде

всего из-за низких темпов вакцинации населения, особенно в развивающихся странах. Согласно сделанному в январе 2021 г. прогнозу британских аналитиков из *Economic Intelligence Unit*, подразделения авторитетного еженедельника *Economist*, ситуация с вакцинами там стабилизируется не ранее конца 2022 г. И, хотя к осени 2021 г. ситуация в ряде развитых стран и в Китае, которые вышли практически на 70%-й уровень вакцинации, выглядела существенно лучше данного прогноза, перспективы наименее развитых государств остаются, мягко говоря, безрадостными, как минимум до конца 2022 г. — начала 2023 г. (рис. 3). Ранее вряд ли удастся, как вы выразились, «перешагнуть эту историю».

Если же попытаться заглянуть за этот горизонт, мир, усвоив (хочется надеяться) суровые уроки пандемии COVID-19 и коронакризиса в целом, а также наложившихся друг на друга последствий природных бедствий, кризиса в энергетике, политических конфликтов, будет уделять намного больше внимания эффективности управления различными рисками. Важную роль в этом должны сыграть цифровизация экономики, информационные и коммуникационные технологии, которые будут использоваться активнее: от систем мониторинга и раннего предупреждения о чрезвычайных ситуациях любого характера, управления производственными и логистическими процессами до дистанционных работы и обучения, диагностики и лечения заболеваний. Как известно, сфера ИКТ в пандемию показала сильный рост:



люди перешли на удаленный режим работы и учебы, что послужило стимулом для развития технологий связи; резко возрос спрос на услуги цифровой медицины. И речь не только о переносе данных о пациентах в цифровой формат, но и об использовании телемедицины для консультации и лечения. Этот тренд наблюдался и до пандемии. Но именно события 2020 г. подстегнули развитие этой сферы.

С макроэкономической, стратегической точки зрения пандемия не изменила принципиальных вызовов, перед которыми стоит российская экономика: технологическая и структурная модернизация — качественное совершенствование структуры экономики, прежде всего в пользу перерабатывающих отраслей, использование наилучших доступных технологий и развитие высокотехнологичных производств. При этом речь не идет об отходе от сырьевого сектора хозяйства: как показал опыт, относительная устойчивость российской экономики к таким испытаниям в существенной степени связана с ее структурой, в которой значительную часть занимает сырьевой сектор. Структура с преобладанием сырьевых товаров в экспорте и конечной готовой продукции в импорте оказалась более устойчивой к кризису. Это же обстоятельство позволило выстоять российской экономике и в кризис 2009 г.

Сейчас принято критиковать сырьевой сектор, называя его «ресурсным проклятием». Но ко всему необходимо подходить очень взвешенно, не перегибая палку и не выплескивая вместе с водой ребенка. Это не означает, что нам нужно до конца дней своих продолжать экспортировать сырье, хотя и не использовать конъюнктуру мирового спроса — как лишний раз доказал пример упущенных возможностей экспорта угля в 2020 г. и использования таких возможностей в отношении газа осенью 2021 г. — было бы крайне недальновидно. Необходимо глубже перерабатывать сырье, удлиняя производственно-технологические цепочки, и экспортировать товары с большей добавленной стоимостью, повышая выручку.

Еще важнее более эффективно использовать энергетические и минеральные ресурсы внутри страны. По показателю энергоёмкости ВВП Россия существенно проигрывает конкурентам, главным образом, из-за технологического отставания. Наилучшие доступные и перспективные технологии — более производительные, трудосберегающие (что важно для России, учитывая дефицит трудовых ресурсов, усугубляемый последствиями пандемии) и экологичные, в том числе по климатическим критериям. Только их масштабное использование может обеспечить конкурентоспособность российской экономики и устойчивую динамику экономического роста.

Без этих преобразований, согласно модельным расчетам, страна вряд ли сможет выйти на темпы

роста ВВП в долгосрочной перспективе выше 2%, уступая общемировому показателю и, соответственно, не получая уровня доходов, необходимых для повышения качества жизни. Это главная интегральная национальная цель развития, достижение которой неразрывно связано с приоритетами здоровья человека, его образования и культуры в стратегиях социально-экономического развития страны, что должно найти отражение в росте финансовой поддержки государства. Например, на сегодня совокупные расходы на здравоохранение составляют 5,3% ВВП, а государственные расходы — порядка 3,5% ВВП, что, конечно, недостаточно.

— Каковы оценки влияния заболеваемости и смертности на экономику?

— Влияние этого фактора на российскую экономику нельзя недооценивать, тем более что показатели заболеваемости (доля заболевших в населении страны) и летальности (доля умерших в общей численности заболевших) от COVID-19 в нашей стране превосходят общемировые показатели соответственно в 1,8 раза (55% против 3,1%) и в 2,5 раза (4,5% против 2,1%). В ноябре текущего года, как известно, уровень смертности достиг рекордных величин за все время пандемии: более 1 тыс. человек в сутки.

По разным оценкам, вклад смертности в снижение динамики ВВП в 2020 г. составил порядка 0,2 процентных пунктов (аналогичные оценки по влиянию заболеваемости на экономический рост мне неизвестны). Что касается другого измерения — социально-экономической нагрузки так называемой дополнительной смертности и заболеваемости, — здесь необходима другая оценка, а именно, стоимости потерь жизни и здоровья в отношении к ВВП. Такая оценка осуществляется с использованием показателя экономической ценности жизни человека (как его именуют статистики, ценности среднестатистической жизни — VSL) для обоснования необходимого уровня затрат на спасение (защиту) этой жизни. Оценки для России разные: от 4 млн руб. (Роспотребнадзор) до 20 млн руб. (Всемирный банк). По моим расчетам, в любом случае, исходя из масштабов дополнительной смертности от прямого и косвенного влияния COVID-19 в 2020 г., оцениваемого Росстатом в 163 тыс. человек (прогноз на 2021 г. — 400 тыс.), социальная нагрузка на экономику составляет 1,3% ВВП (прогноз на 2021 г. — 3,3–3,5% ВВП).

В отношении нагрузки на экономику от заболеваемости, как известно, по состоянию на 20 ноября 2021 г. из 9,3 млн заболевших в России почти 8 млн человек выздоровели. Точнее, закрыли больничные листы, учитывая, что отечественные медики (как и их коллеги в других странах) фиксируют серьезные проблемы со здоровьем у многих переболевших, определенная часть которых вновь попадают на больничные койки с осложнениями,

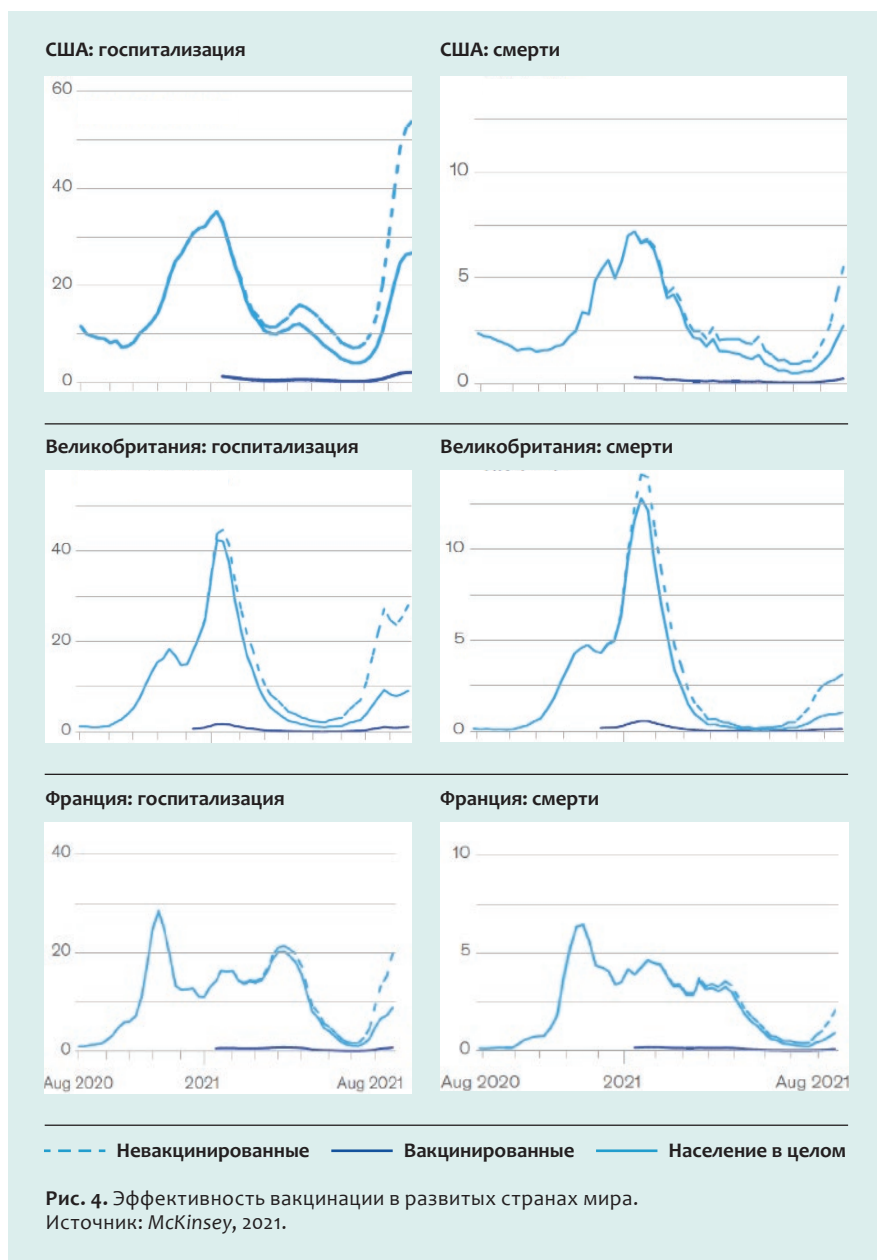
обусловленными последствиями коронавируса. По оценкам ВОЗ, порядка 10% переболевших перенесли это заболевание в тяжелой форме, что означает значительные негативные последствия для трудоспособности, не говоря уже о производительности и креативности работников. Если оттолкнуться от приведенной оценки, по нашей экспертной, причем консервативной прикидке, социально-экономическая нагрузка, обусловленная этим фактором, как минимум не уступает таковой от дополнительной смертности. Таким образом, совокупная нагрузка на экономику в 2020 г. достигала порядка 3% ВВП (это сопоставимо с величиной его сокращения, которая, напомним, составляла 3,5%); по оценке, в 2021 г. этот показатель увеличится вдвое.

— Вы уже несколько раз упомянули кризис 2008 г. Как мне кажется, тогда весь мир вышел из него благодаря кооперации, совместным действиям. Почему сейчас, когда известен общий враг, государства не хотят объединять усилия?

— В 2009 г. мир действительно довольно быстро вышел из кризиса, хотя темпы и эффективность этого выхода сильно различались по странам; некоторые из них до сих пор испытывают существенные трудности. При этом, как и сейчас, определенная кооперация действий существовала, но до полного взаимодействия было далеко. Тот кризис в отличие от нынешнего коронакризиса имел циклический характер, и способы его урегулирования были хорошо известны и потому оперативно задействованы.

Наиболее уязвимой сферой тогда оказалась финансовая, поэтому все страны, включая и Россию, активно применяли пакеты государственной поддержки, в которых доминировали ресурсы для помощи банкам и другим финансовым учреждениям; помощь реальному сектору экономики была куда скромнее. По разным подсчетам, эти меры поддержки в России стоили от 10 до 11% ВВП.

Сейчас совсем другая ситуация. Коронакризис порожден внешними для экономики причинами, негативные тренды в экономике обусловлены прежде всего ограничительными мерами, которые сопровождалась падением производства, доходов и т.д. Иными словами, природа кризиса оказалась другой и потребовала, во-первых, поддержки не финансового, а реального сектора экономики и особенно домохозяйств, а также наиболее уязвимых групп населения (что и было сделано правительством, а насколько эффективно, обсуждалось нами ранее); во-вторых, и это главное, мер сдерживания самой пандемии — прежде всего через вакцинацию, необходимость которой, к сожалению, продолжает недооцениваться населением, несмотря на усилия государства и ее эффективность. О последней свидетельствует не только отечественный опыт, но и мировая статистика.



По данным авторитетной консалтинговой компании *McKinsey*, в США, Великобритании и Франции число госпитализаций и смертности от *COVID-19* в расчете на 100 тыс. населения для вакцинированных пациентов в разы (в отдельные месяцы на порядок!) уступает показателям вакцинированных (*рис. 4*). Помимо сбереженных жизней это означает сохранение трудоспособности и производительности людей и сокращение затрат на эту статью медицинских расходов с возможностью использования средств на другие, в том числе медицинские цели.

Вместе с тем вы совершенно правильно ставите вопрос о кооперации усилий государств по борьбе с пандемией, которая — как глобальный феномен — объективно требует усиления совместных действий. Но, к сожалению, мир продолжает идти по пути регионализации и обособления — грубо говоря, каждый за себя. Это отчетливо видно и в геополитике: чего только стоят одни санкции, которые только ужесточаются, несмотря даже на пандемию и страдания людей; и в экономике, как доказывает пример с вакцинами. Их разработчики и производители — компании фармацевтического сектора экономики, отличающегося исключительно высокой степенью монополизации, — оказались в центре событий и воспользовались происходящим по полной программе.

Вспомним ситуацию вокруг отечественной вакцины «Спутник V», отвергнутой в Европе, США, Японии и даже не одобренной ВОЗ не потому, что она неэффективна, — скорее наоборот: ее эффективность превращает отечественные компании и Россию в серьезного конкурента, способного забрать весьма лакомую часть мирового рынка лекарств и медицинских препаратов. Или ситуацию с поставкой, точнее ее дефицитом, вакцин фармгигантов этих же развитых государств в развивающиеся страны. Понятно, что в рыночной экономике корпорации стремятся воспользоваться конъюнктурой спроса, но в тяжелые времена человеческой истории пристало руководствоваться соображениями социально-гуманитарного плана. Тем более что сегодня использование так называемых критериев *ESG* (*environmental, social and governance*) в качестве главных показателей рейтингов успешности компаний — едва ли не главная тенденция в развитии и лозунг западного бизнеса; правда, применительно почти исключительно к климатическому вызову, но когда речь идет о коронакризисе и его последствиях, об этих критериях почему-то забывают.

— Мы сегодня много говорили об экономических показателях и прогнозах, которые в том числе составлены в вашем институте. Расскажите о его истории.

— Институт, как следует из его названия, занимается кратко-, средне- и долгосрочными

прогнозами развития нашей экономики. Как любил повторять академик В.В. Ивантер, один из создателей современного ИМП РАН и его директор в течение 20 лет, такой прогноз — это не предсказание будущего, а анализ и оценка последствий реализации выбранных решений (сценариев развития). Это делается на основе модельного инструментария, который разрабатывается и постоянно совершенствуется специалистами института на протяжении всех 35 лет его существования начиная с 1986 г. Именно тогда лаборатория Центрального экономико-математического института АН СССР усилиями академика А.И. Анчишкина, авторитетного экономиста-практика, работавшего в Госплане СССР, и основателя ИМП РАН, трансформировалась в новый институт, чтобы обеспечить мощную интеллектуальную поддержку академического сообщества научно-технологической модернизации экономики, в которой так нуждалась страна. Как видим, задача никуда не делась и остается остроактуальной.

Сменивший скоропостижно ушедшего из жизни А.И. Анчишкина академик Ю.В. Яременко не только продолжил реализацию его планов, но и придал новый мощный импульс развитию нашего института, в том числе созданию новых методологии исследований и экономико-математических моделей.

— Каким инструментарием пользуются сотрудники института?

— Арсенал достаточно широк, он охватывает практически весь известный в экономической науке спектр инструментов. В его основе — модели межотраслевого баланса, которые были разработаны в нашей стране и прославились благодаря одному из их творцов — В.В. Леонтьеву, нобелевскому лауреату по экономике 1973 г. Эти модели постоянно совершенствуются моими коллегами, подлинными энтузиастами своего дела и специалистами мирового уровня, что ежегодно подтверждает их участие в крупнейших международных конференциях, семинарах и совместных научных исследованиях.

Отрадно, что исследования и прогнозы ИМП РАН востребованы и научным сообществом, и особенно в практике государственного и корпоративного управления, на международном уровне, в делах, связанных со сферой здравоохранения, в том числе с поддержкой принятия решений по противодействию коронавирусной пандемии, включая совершенствование моделей, используемых для оценки и прогноза последствий пандемии в России. Искренне рад, что среди наших сотрудников много молодых ученых. Именно за ними будущее и нашей науки, и нашей страны. ■

Беседовала Анастасия Рогачева



ОРЕНОМЕН

НЕМОЙ

ОДЫШКИ

*ПУЛЬМОНОЛОГ
СЕРГЕЙ АВДЕЕВ
О ПОРАЖЕНИИ ЛЕГКИХ
ПРИ COVID-19*



Новый, дельта-вариант коронавируса признан доминирующим во всем мире. Часто в первые дни заболевания люди чувствуют себя вполне хорошо. Но в это же время развивается гипоксемия и пациент попадает в больницу с серьезным поражением легких. Говорим об этом с членом-корреспондентом РАН **Сергеем Николаевичем Авдеевым**, директором клиники пульмонологии и респираторной медицины ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, главным внештатным пульмонологом Минздрава РФ.

— **Сергей Николаевич, в ноябре 2021 г. уровень заболеваемости и смертности от COVID-19 в России вновь подскочил вверх. Как вы считаете, с чем это связано?**

— Здесь играют роль сразу несколько факторов. Во-первых, появился новый штамм — более агрессивный, более вирулентный штамм «дельта». Во-вторых, в России все еще наблюдается низкий уровень вакцинации нашего населения.

К сожалению, наша страна находится на одном из последних мест по мировому уровню вакцинации, это факт. Россия не входит даже в первую сотню.

Выход только один — вакцинироваться. Это должен сделать каждый человек. Без этого справиться с COVID-19 не получится.

— **Голос врачей звучал не раз. Но доверия многих граждан к вакцинам все же нет.**

— К сожалению, голос врачей теряется за голосами так называемых антиваксеров. Удивляет и то, что в России беспрецедентно высокий уровень активности кампаний, направленных против вакцинации. И в данном рейтинге наша страна также занимает первые строчки. Подобной

ситуации нет нигде в мире. Настоящее мракобесие, иначе не скажешь. При этом логичных объяснений подобрать невозможно.

— **С появлением нового штамма возникли новые отличительные особенности протекания болезни, которых ранее не наблюдалось?**

— Да, конечно. Сегодня эта информация звучит отовсюду. Болезнь протекает в рамках более быстрого и опасного сценария. Помимо этого, сократился инкубационный период, а тяжелые формы заболевания стали чаще встречаться среди молодых и людей без сопутствующих заболеваний. В красных зонах все чаще появляются дети. Поэтому, конечно, если сравнить с тем, что было год назад, то разница есть, и она принципиальна.

— **Как COVID-19 влияет на легкие человека?**

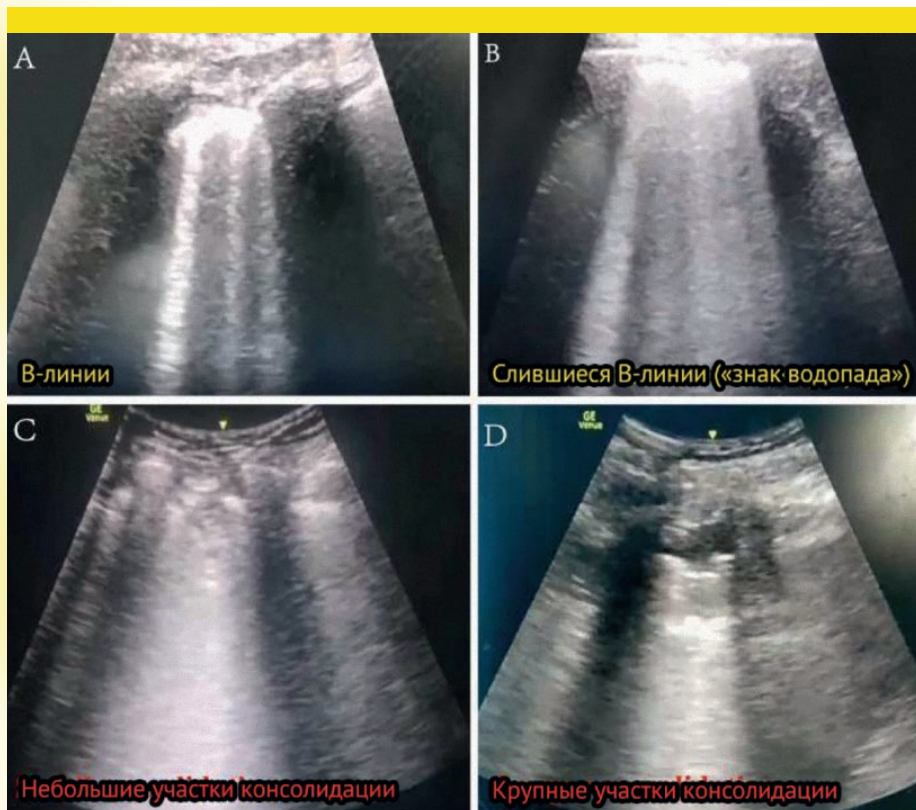
— При протекании болезни мы видим серьезное поражение легких, которое определяется рядом анатомических терминов. Наблюдаются повреждение, воспаление и образование тромбов. К сожалению, именно легкие — наиболее уязвимая и подверженная тяжелому поражению система при COVID-19.

Легкие — это ворота для инфекции. Коронавирусная инфекция представляет собой острое респираторное заболевание, которое передается воздушно-капельным путем. Соответственно, инфекция попадает в организм через дыхательные пути и эпителий, через клетки, называемые альвеолоцитами.

— **Почему при протекании болезни наша иммунная система обращается против нас?**

— Мы до конца не понимаем, почему так происходит. Но и нашу иммунную систему нельзя считать идеальной. В какой-то момент иммунитет начинает настолько активно бороться с инфекцией, что поражает собственные ткани и органы.

— **Известно, почему легкие никак не сигнализируют нам об опасности, а поражение выявляется**



УЗИ легких при COVID-19. Источник: предоставлено автором.

**Пост-COVID-19-
синдром:
спектр проблем**



Источник: Munblit et al.
Allergy 2021; submitted.

**либо на поздних стадиях уже с одышкой,
либо на рентгене?**

— Это не совсем верно. Как правило, организм сигнализирует об этом в виде кашля. Но если говорить об одышке, то при COVID-19 действительно наблюдаются некоторые парадоксы, в том числе так называемый феномен немой гипоксемии. В данном случае у пациента может быть гипоксия, или кислородное голодание, но самой одышки нет. К сожалению, симптомы не всегда развиваются параллельно.

Помимо этого, у некоторых пациентов развивается бессимптомная пневмония, при которой серьезное поражение легких выявляется при имидж-диагностике, но сам человек ничего не чувствует.

Надо помнить, что у каждого человека может быть индивидуальный ответ на заболевание. Скажем, у одного пациента легкие поражены на 5% — и он сразу ощущает недомогание. А другой не почувствует ничего, вплоть до серьезного поражения до 50%, которое уже, как правило, сигнализирует об изменениях, порой катастрофических. Почему так происходит? Точного ответа пока нет.

— Как в такой ситуации действуют врачи? Как лечатся подобные поражения легких?

— Прежде всего, важна диагностика. И здесь не обходится без простого пульсоксиметра. Пожалуй, не осталось людей, которые не знают, что это такое. Этот небольшой портативный инструмент чрезвычайно полезен. Он дает нам важную информацию о нескольких параметрах, но самый значимый из них — сатурация, то есть показатель насыщения крови кислородом. Этот биомаркер отражает развитие гипоксемии, или дыхательной недостаточности.

Но, конечно, мы не ограничиваемся единственным методом. Врачи используют целый спектр лабораторных, инструментальных методов, имидж-диагностику. Только так можно сложить мозаику из разных элементов, чтобы лучше понять, что происходит с пациентом.

— Какие подходы для восстановления пораженных легких существуют сегодня?

— Первое, с чего мы начинаем, — это антивирусная терапия. При этом ее не всегда можно использовать для того или иного

пациента. Так, если человек поступает после пяти-шести дней от начала заражения, то противовирусную терапию применять уже нет смысла.

Далее врачи борются с синдромами, вызванными заболеванием. Здесь используются противовоспалительная терапия, терапия, направленная на устранение коагуляционных нарушений, и, наконец, терапия, нацеленная на коррекцию гипоксемии или дыхательной недостаточности.

Конечно, у каждого пациента могут быть свои, уникальные особенности протекания болезни, поэтому терапия в каждом конкретном случае будет отличаться.

— Появились ли новые методы диагностики и подходы к терапии?

— Если говорить о диагностике, то та же пульсоксиметрия сегодня внедрена во все уровни современной медицины. Если раньше пульсоксиметр с собой носил только пульмонолог, то сегодня — каждый врач любой специальности. Даже люди самостоятельно приобретают этот прибор и пользуются в домашних условиях.

Но есть методы, которым дала толчок для развития именно ситуация с пандемией. Например, УЗИ легких. Эта методика была известна и раньше, использовалась активно, но именно сейчас она применяется крайне широко. И я надеюсь, что и после того как *COVID-19* будет побежден, данный метод останется в нашей практике.

Однако есть и определенные разочарования. Как вы помните, первый список противовирусных препаратов был очень обширным. Мы использовали препараты, которые

применяются в ревматологии, при лечении ВИЧ-инфекции и неврологических заболеваний. Сегодня список противовирусных препаратов очень мал. Но совсем скоро появятся новые препараты, которые войдут в перечень лекарств для лечения *COVID-19*, в том числе на основе моноклональных антител.

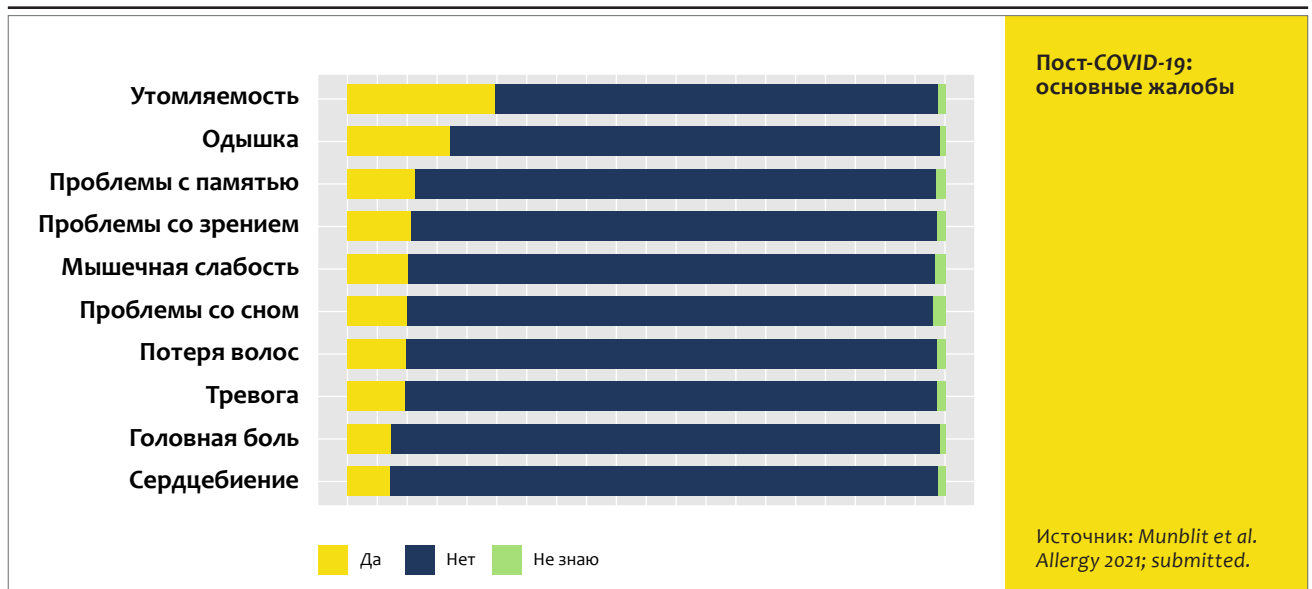
Ситуация быстро меняется. Прошло уже два года, но мы не оставляем поиски и постоянно ищем новые препараты и более эффективные способы лечения.

— Как помочь пациентам восстановиться после заболевания?

— Единого сценария не существует. Все сильно зависит от того, с какими проблемами сталкивается человек после заболевания. Известный постковидный синдром включает в себя целый ряд сопутствующих проблем. Эдакий клубок, сопровождающий человека, который, на первый взгляд, справился с болезнью. Например, распространены утомляемость, одышка, депрессия, бессонница, кашель и прочее.

Если говорить о серьезном поражении легких, то мы действуем примерно так же, как при терапии легочного фиброза. Как правило, поражение сопровождается появлением рубцов, избавиться от которых практически невозможно. Из-за этих изменений появляются одышка, кашель, человеку недостаточно дыхания для физической работы.

Напротив, у некоторых пациентов могут возникать полостные образования в легких, по сути, области, где отсутствует легочная ткань. Подобные нарушения очень опасны



и могут вызывать пневмоторакс, то есть скопление воздуха или газов в плевральной полости, кровотечения и инфекции.

— **Какие вопросы остро стояли до COVID-19?**

— На самом деле задач хватало и хватает по сей день. Астма, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), пневмония. Та же пневмония схожа с коронавирусной инфекцией. В обоих случаях наблюдаются поражение легких, нарушения, приводящие к дыхательной недостаточности. При этом методы лечения абсолютно разные. Простая пневмония лечится с помощью антибиотиков, которые неэффективны при COVID-19.

— **Если говорить об образовательном компоненте, насколько проявляется кадровый дефицит?**

— Кадровый дефицит действительно есть. Пульмонологов в нашей стране не так много относительно других врачебных специальностей. Это объяснимо, ведь большинство пульмонологов сегодня работают в красной зоне. А это значит, что недостаточно специалистов для лечения других заболеваний — той же астмы, легочного фиброза и других.

— **Сотрудничаете ли вы с коллегами из других стран?**

— Да. Буквально с самого начала пандемии мы обмениваемся опытом с зарубежными коллегами. Без этого невозможно

решать стоящие перед нами задачи. Когда мы только столкнулись с новой коронавирусной инфекцией, у нас не было опыта. Но мы учились у китайских коллег, затем у европейских. Обмен продолжается и сегодня. Мы встречаемся на конференциях и международных форумах, где обсуждаем главные вопросы и методы решения.

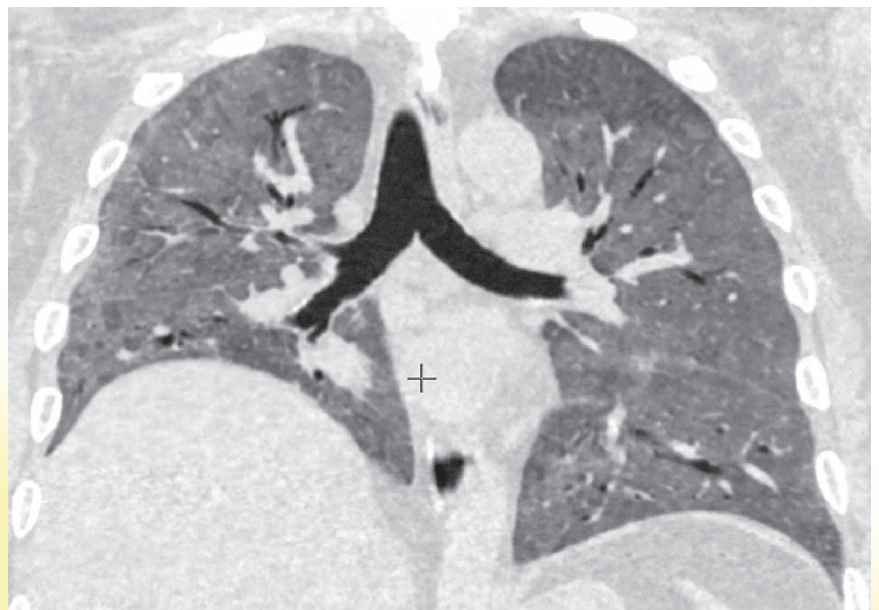
— **Какова сейчас ситуация в красных зонах?**

— Мы начали с того, что сегодня наблюдается очередной всплеск заболеваемости. А это значит, что нагрузка на врачей вновь увеличилась. При этом речь идет не только о тех, кто непосредственно работает в красных зонах, но и о врачах в поликлиниках, специалистах, работающих на станциях скорой помощи, медсестрах и санитарях — обо всех, кто работает в системе здравоохранения.

— **Единственный выход — вакцинация?**

— Да. Нельзя просто надеяться на то, что все переболеют и пандемия закончится. Ведь такой путь связан с многочисленными потерями, в том числе медицинского персонала. ■

Беседовала Анастасия Рогачева



Высокоразрешающая компьютерная томография (поражение легких в виде «матового стекла», 100%)

**ПСИХОЛО-
ГИЧЕСКИЕ
ГРАНИ**

ПАНДЕМИИ

COVID-19





Как полтора года пандемии повлияли на психологическое здоровье общества? Какие защитные механизмы сформировались у россиян? Почему не удалось выполнить к осени поставленную задачу — вакцинировать 60% населения? Об этом журналу «В мире науки» рассказывает профессор РАН, доктор психологических наук **Тимофей Александрович Нестик**.

— **Пандемия продолжается больше полутора лет. Весной и летом 2020 г. о новом заболевании говорили на улицах, следили за статистикой, каждая третья новость была посвящена угрозе COVID-19. Тогда в России фиксировали 8–10 тыс. новых случаев заболевания ежедневно. Осенью 2021 г. ежедневный прирост заболевших перерос планку 30 тыс., но обсуждать тему стали реже и гораздо спокойнее. С чем это связано?**

— Здесь множество причин. Во-первых, в ситуации, когда мы переживаем тревогу за происходящее, но считаем, что ничего не можем исправить, запускаются защитные психологические механизмы. Они приводят к тому, что мы начинаем недооценивать вероятность угрозы и тяжесть последствий. Кроме того, сказывается снижение доверия к социальным институтам и, в первую очередь, к государству — это характерно не только для России, но и для большинства стран мира. Надо понимать и то, что новые угрозы мы воспринимаем через уже известные и стараемся «приручить» их: таким образом появлялась надежда на то, что нас защитит врожденный иммунитет, что болезнь похожа на ОРВИ и должна так же лечиться. Надо помнить и об эволюционно выработанном сверхоптимизме. Это ситуация, когда мы видим, как заболел один человек, ушел из жизни другой, то есть «пули свистят совсем рядом», но нам кажется, что именно нас это обойдет стороной.

Сейчас отношение к пандемии изменилось. Вначале большинство людей предполагали, что ситуация исправится к концу года; мы ждали нового, 2021 г., хотелось оставить бремя заболевания позади. Но жизнь показала, что ситуация стала еще сложнее: об этом нас и предупреждали. Сейчас треть горожан считают, что, вероятнее всего, пандемия продлится еще два-три года. Еще примерно 15% считают, что речь может идти о пяти и даже десяти годах, — таковы результаты нашего опроса, проведенного летом этого года. Такие цифры говорят о том, что мы свыклись и выработали различные стратегии, которые позволили нам адаптироваться.

С одной стороны, мы наблюдаем повышение ценности семьи, личных контактов, друзей, эмоциональной поддержки, с другой — снижение доверия к миру, людям и социальным институтам. Как правило, переживание людьми трудноконтролируемой угрозы вызывает реакцию целого ряда защитных механизмов, которые сдвигают нас к традиционным ценностям и заставляют ждать большего от государства. В России высокие показатели патернализма — надежды на опеку со стороны государства, сопровождающейся снятием с себя ответственности за происходящее в стране. Это заметно во всех возрастных группах.

Ситуация усиливает поляризацию, мы становимся жестче в оценках. В этом один из парадоксов

отношений человека с государством в период пандемии, причем не только в нашей стране.

— **Можно сказать, что общество разбилось на оптимистов и пессимистов?**

— Можно выделить гораздо больше типов. Например, алармистов, которые считают, что нужно жестче подходить к вопросам безопасности. По их мнению, люди, которые не заботятся о своем здоровье и здоровье окружающих, должны нести ответственность. 52% людей, которых мы опрашивали в исследованиях, соглашались с тем, что вакцинация должна быть обязательной для некоторых отраслей и категорий сотрудников.

Можно говорить о прагматиках или скептиках. Они полагаются на свои силы, более или менее адекватно оценивая тяжесть последствий, прежде всего экономических. Они рассчитывают не на помощь государства, а на собственные действия.

Можно выделить фаталистов, их почти четверть. Сторонники этой позиции говорят: «Все равно придется переболеть» или «Ни я, ни кто-то другой не может повлиять на происходящее».

Конечно, есть и социальные оптимисты: для такого отношения к ситуации характерны бóльшая жизнеспособность и более высокий уровень психологического благополучия. Они больше доверяют социальным институтам и готовы в большей степени сопереживать другим.

Предшествующие исследования в Европе и США показали, что во время пандемий демократичность обществ снижается: растет готовность жертвовать некоторыми правами ради безопасности. Мир в целом стал казаться враждебнее, ценность безопасности в нашем обществе выросла, как выросли и авторитарные установки. Так, по данным всероссийского поквартирного опроса, который Институт психологии РАН провел в апреле 2021 г. совместно с Фондом «Общественное мнение» и Исследовательской группой «ЦИРКОН» (выборка — 6 тыс. человек), 49% россиян убеждены, что живут в мире, который похож на джунгли, где выживает сильнейший; 50% согласны с тем, что наш мир опасен и непредсказуем. Укрепилось ожидание того, что у руля будут люди, которые смогут принимать жесткие решения, но тем самым давать определенные гарантии. С другой стороны, возрастает и требовательность к государству.

Мы наблюдаем размывание середины, которая раньше могла сомневаться, допускать и одну, и другую точки зрения. Мы видим, что общество поляризовано даже по тем вопросам, которые к пандемии не имеют прямого отношения. В Техасе, например, это закон о запрете абортов; у нас, среди прочего, вера в бога и поддержка смертной казни.

Эта жесткость в оценках и более простая картина мира, в которой мы нуждаемся, испытывая тревогу перед трудноконтролируемой угрозой,

усиливает и популизм. Для него характерно противопоставление народа и власти. Интрига в том, что разные группы общества ждут от государства разного: для кого-то важна экономическая поддержка, кто-то считает, что государство должно перестать вмешиваться в нашу жизнь и снять ограничения, другие, наоборот, думают, что требуется более жесткий подход. Но в конечном счете оказывается, что власть неправа, недорабатывает. Сейчас такие настроения особенно заметны.

— **В июне этого года Российская академия наук выступила с обращением к россиянам о необходимости вакцинироваться. Тогда ставили планку в 60–70% вакцинированных к осени. В первой половине сентября двумя компонентами привились около 27%. К началу ноября число вакцинированных россиян выросло только до 33%. Почему задачу не удалось выполнить и как можно охарактеризовать отношение людей к вакцинации?**

— Важно учитывать, что и до пандемии в России по сравнению с другими странами достаточно большой процент людей (по разным исследованиям, от 30% до 40%) занимали осторожную позицию в отношении вакцинации, а сейчас эта ситуация усугубилась. Проведенный нами совместно с компанией OMI (Online Market Intelligence) опрос 2 тыс. горожан по квотной выборке в июле показал, что даже среди тех 15% респондентов, которые планировали привиться в ближайшие два месяца, треть не верили в эффективность вакцин.

Ключевую роль здесь сыграли противоречивые заявления представителей власти и диаметрально противоположные высказывания экспертов. Когда

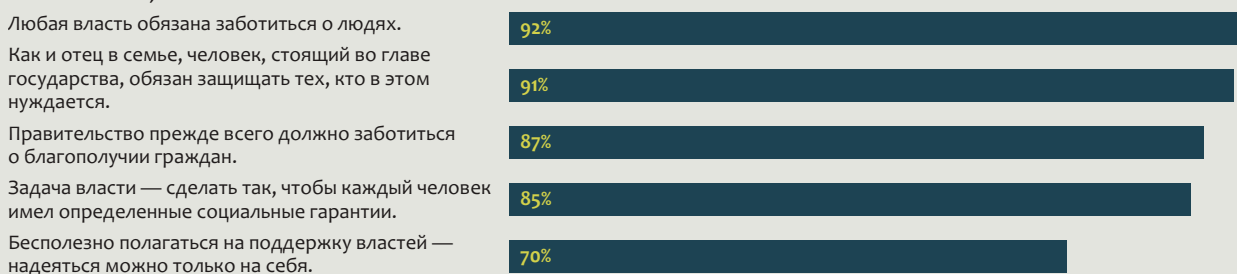
научное сообщество должно было продемонстрировать консолидированную позицию, этого не произошло. На отсутствие консенсуса среди экспертов указывают 72% опрошенных нами горожан. А 62% среди тех, кто не планирует делать прививку в ближайшие месяцы, говорят, что им не советуют вакцинироваться знакомые врачи.

Кроме того, нежелание вакцинироваться связано с низким уровнем доверия к социальным институтам и СМИ — во время пандемии это общенитурная тенденция. Мы и наши коллеги социологи наблюдаем эффект, который можно назвать выученной информационной беспомощностью. Это ситуация, когда человек уже не может разобраться, что в новостях о коронавирусе правда, а что ложь, и делает вывод, что доверять нельзя никому: ни официальным СМИ, ни интернет-блогерам.

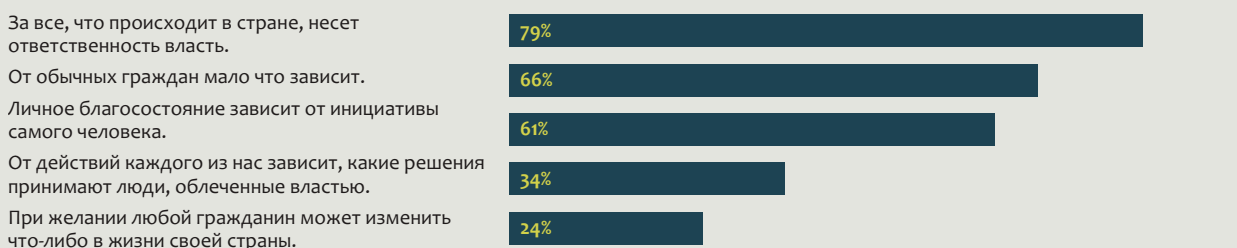
Но главная причина состоит в том, что переживание трудноконтролируемой угрозы вызывает защитные психологические реакции. Это проявляется в отрицании или недооценке риска, а также в обращении к конспирологическим теориям. Компенсируя ощущение потери контроля, мы как бы говорим себе: «Я-то знаю, что происходит на самом деле». К сожалению, подверженность таким реакциям не зависит от уровня образования, и различные конспирологические убеждения в той или иной форме разделяют около 80% горожан. Многие говорят, что скептическое отношение к вакцинации — это малая образованность или просто глупость. Наши исследования показали, что это не так: между готовыми вакцинироваться и теми, кто отказывается делать прививку, нет значимых различий по уровню образования,

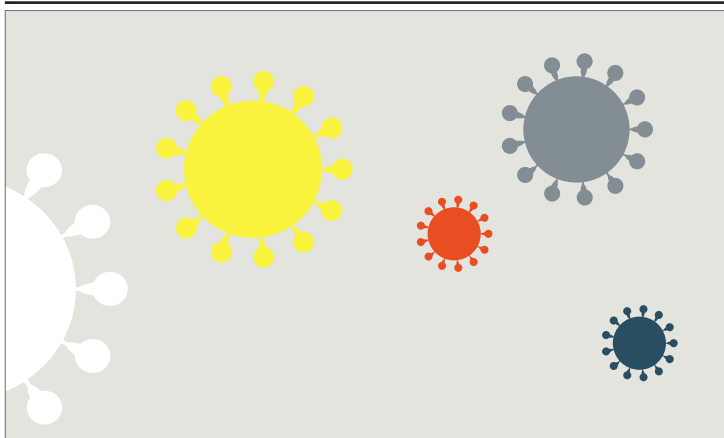
Выраженность патернализма в обществе

Желание опеки, заботы



Снятие с себя ответственности





Наиболее популярные предубеждения и конспирологические теории в отношении вакцинации

- 61%** вакцина может вызвать опасные побочные эффекты: тромбы, аллергические реакции и т.п.;
- 59%** вакцина на основе мертвого вируса лучше, чем синтетическая;
- 57%** прививки ослабляют организм и делают его уязвимым к другим инфекционным заболеваниям;
- 56%** вакцинация не нужна тем, у кого высокий уровень антител;
- 54%** вакцинация от коронавируса — способ обогащения для фармацевтических компаний и медицинских работников;
- 53%** прививка не защищает от новых штаммов коронавируса;
- 51%** вакцины менее эффективны, чем иммунитет, приобретенный вследствие перенесенного заболевания;
- 51%** вакцины имеют крайне непродолжительный эффект;
- 49%** вакцинация бесполезна, так как привившиеся все равно заболевают коронавирусом;
- 48%** вакцинация от коронавируса опасна для детей;
- 46%** вакцинацию придумали для отвлечения внимания от более насущных проблем российского общества.

В онлайн-опросе по квотной выборке, который провел Институт психологии РАН совместно с ОМІ в июле 2021 г., приняла участие 2 тыс. горожан. Конспирологические теории в той или иной их форме поддерживают 77% опрошенных.

потребности в познании или интересу к науке. А радикальных антипрививочников совсем немного — порядка 10–15%. Среди тех, кто не планирует прививаться от коронавируса в ближайшие месяцы, только 40% избежали прививок до пандемии. Большинство просто откладывают вакцинацию: 65% опрошенных не доверяют вакцинам от COVID-19, которые, как им кажется, были разработаны слишком поспешно и с нарушением каких-то правил.

Мы видим, что нагнетание страха заражения само по себе не может снизить недоверие к вакцинам. Усилия должны быть сосредоточены на формировании консенсуса среди экспертов, прежде всего врачей. Предубеждениям и конспирологическим теориям нужно противопоставить единую позицию научного сообщества, подтвержденную результатами исследований.

Коронавирусом боится заболеть только каждый третий россиянин, но больше 60% опасаются за близких. В представлениях большинства коронавирусная инфекция — нечто малопонятное, с неясными пока последствиями, а цифры мало убеждают, если речь идет об угрозе, которая касается лично нас. Нужны примеры того, как заблаговременно сделанная прививка помогла спасти жизнь.

— Например, 20 тыс. — это много, но в пределах 140 млн — совсем чуть-чуть?

— Да, трагизм ситуации в том, что угроза невидимая, мы судим о ней в основном по ограничительным мерам властей. К счастью, у нас нет гор трупов на улицах. Но в такой ситуации мы гораздо больше верим ярким примерам, о которых узнаем через социальные сети или из разговоров со знакомыми. Информация, например, о том, что 95% тяжелых больных в стационарах попали туда без прививки, малоубедительна. Когда о таких вещах говорит статистика, человек не внемлет. Но когда он видит яркий пример, как целая семья погибла, хотя и привилась, это запоминается и вызывает реакцию: маловероятные события переоцениваются, а весьма вероятные — то, о чем говорят статистика и наука, — или недооцениваются, или игнорируются.

— Как в таких условиях строить информационную кампанию о необходимости вакцинации?

— Такие информационные кампании должны быть прежде всего адресными. Санитарно-эпидемиологические меры

охватили всю страну, всем нам были адресованы одни и те же сообщения с предостережениями и призывами. Эта обезличенность требований усиливает эффекты переживания трудноконтролируемой угрозы. Усиливается страх потерять себя, свою индивидуальность, возникают протест и стремление отстоять право выбора.

Вакцинация — большая проблема во всех странах, но еще раз подчеркну, что массовые, обезличивающие решения менее эффективны, чем адресные и таргетированные. Ведь среди тех, кто сейчас рассматривает возможность прививки, — очень разные люди. Когда мы принимаем решение, будем ли прививаться, важны разные критерии, и с этой точки зрения можно выделить семь типов людей в зависимости от их ожиданий в отношении вакцинации.

Основные претензии, которые мы слышим, — якобы недостаточно подтвержденные безопасность вакцин и их эффективность. Парадоксально, но по-настоящему этим обеспокоены только 9% людей, которые решили прививаться. Это те, кто в первую очередь обращает внимание на подтверждение безопасности вакцин в независимых источниках.

Еще для 8% принципиально важно, будет ли использовано принуждение. И наши опросы, и опросы социологов показывают, что большинство людей готовы привиться, если их заставят. Для этих 8% важно, насколько существенными будут санкции. Подчеркну, что эта типология построена на относительных различиях. Например, безопасность вакцины важна для всех, но по сравнению с ней и другими критериями на первое место у этого типа выходят именно санкции.

Еще для 9% принципиально наличие свободы выбора. Они придают особое значение тому, есть ли у них возможность принять решение по своей воле, смогут ли они сами выбирать, какой вакциной прививаться.

Кроме тех групп людей, которые уже названы, есть и ориентированные на авторитет. Это те, для кого очень важно, как ведут себя уважаемые в обществе люди. Таких — 19%.

Мы видим тех, кто опасается болезни, их около 8%. Для них важны вопросы «Сколько еще продлится пандемия?», «Какова вероятность того, что я не заболею?», «Насколько высока вероятность, что я не заражусь в пункте вакцинации или поликлинике?». Когда мы обращаемся к этим людям, нужно подчеркивать растущие риски, связанные с уязвимостью к другим болезням во время пандемии, разъяснять, как прививка может защитить от осложнений.

Наконец, есть люди, которые готовы пройти вакцинацию в надежде, что так смогут защитить своих близких и внести вклад в сдерживание пандемии. Их около 15%.

И, конечно, есть ориентированные на награду и одобрение со стороны большинства. Таких людей около 34%. С одной стороны, они ждут «пряника» в виде выходных и других поблажек от работодателя, а с другой стороны, хотят убедиться, что если они вакцинируются, то в глазах окружающих не будут выглядеть как-то странно.

Еще раз подчеркну: нужно использовать разные стимулы. Одним нужно больше рассказывать, как именно подтверждены эффективность и безопасность вакцин, другим — про квалификацию врачей в прививочном пункте, третьим — о поддержке вакцинации со стороны большинства представителей их профессии или со стороны авторитетных людей.

Важно понимать, что ярых антипрививочников мало и спорить с ними фактически бесполезно: сбрасывают сразу несколько эффектов, один из которых — эффект бумеранга. Он проявляется в том, что когда мы опровергаем какие-то мифы, например о том, что естественный иммунитет лучше, чем тот, который формируется с помощью прививки, мы в итоге поддерживаем этот миф. Людям, которые наблюдают подобную дискуссию, скажем, в социальных сетях, запоминается именно то, что оспаривается, а не контраргументы, которые приводят ученые.

Информационная кампания должна быть направлена на колеблющихся: тех, кто еще не решил и откладывает вакцинацию. Большинство исследований говорят о том, что напоминание о рисках должно быть сопряжено с надеждой. Например, рассказывая об опасности нового штамма и жертвах среди тех, кто не привился, нужно показывать примеры того, как вакцинация спасла жизнь заболевших. Ставку нужно делать не на запугивание, а на повышение уверенности людей в том, что они в силах защитить себя и близких.

Учитывая появление новых штаммов, особое внимание следует обратить на убеждение сограждан в необходимости соблюдать санитарно-эпидемиологические ограничения даже при наличии свидетельства о вакцинации. Хотя среди уже сделавших прививку 59% утверждают, что соблюдают масочный режим, среди тех, кто не вакцинировался, только 22% твердо уверены, что будут носить маску после прививки.

— Могла бы исправить ситуацию возможность широкого выбора вакцин? Например, если бы в пунктах вакцинации были и отечественные «Спутник V», «ЭпиВакКорона» и «КовиВак», и зарубежные AstraZeneca и Pfizer?

— Мне доводилось слышать самые разные точки зрения, даже идею о том, что одну из вакцин нужно сделать особенно дефицитной, чтобы люди гнались за ней. Это может привлечь в пункты вакцинации одних, но оттолкнет других. Такие манипуляции работают недолго и только увеличивают недоверие к власти.



Нужно расширить возможность выбирать: это имеет психотерапевтическое значение, поддерживает в нас то, что психологи называют самоэффективностью, — понимание того, что мы сами можем влиять на происходящее. С этой точки зрения нам не следует ограничивать возможности прививаться какими-то зарубежными вакцинами наряду с российскими. Уверен, что возможность вакцинироваться средствами, которые сертифицированы Евросоюзом, использовали бы немногие, но был бы важен сам факт того, что они есть.

В этом смысле совершенно контрпродуктивно пытаться принизить эффективность вакцин, разработанных за рубежом, будь то американские, европейские или китайские препараты. Это поддерживает эффект выученной информационной беспомощности: в результате таких маркетинговых войн мы не знаем, кому верить. Возникает впечатление, что идет борьба фармакологических гигантов или групп интересов, это отражается и в наших исследованиях: 54% опрошенных видят в вакцинации от коронавируса способ обогащения для фармацевтических компаний и медицинских работников.

— **Есть понятие «информационный пузырь»: ситуация, когда определенные запросы в интернете приводят к формированию новостной ленты, которая отражает одну точку зрения. Каким образом эта ситуация влияет на психологическое состояние во время пандемии?**

— Об этой проблеме мы знали еще до пандемии, но она усилилась до таких масштабов, что ее были вынуждены назвать инфодемией. А связано это с той же поляризацией. Мы гораздо чувствительнее к тем сообщениям, которые согласуются с уже сложившимися у нас взглядами. А напоминание о смерти усиливает приверженность ценностям и убеждениям своей социальной группы, разделение на «мы» и «они».

Но в случае с социальными сетями получается проблема в кубе. Во-первых, здесь наши убеждения усиливаются алгоритмами, которые ищут нам источники информации, схожие с тем, к чему мы уже проявили интерес. Формируется информационный пузырь. Во-вторых, негативная информация распространяется в социальных сетях быстрее и с более широким охватом, чем позитивная. Социальные сети и мессенджеры могут усиливать определенные коллективные эмоции, а они, в свою очередь, влияют на то, как мы воспринимаем информацию.

В целом в связи с пандемией COVID-19 в мире наблюдается рост депрессии на 28% и тревоги на 26%. Более благополучны Китай и Австралия, но есть и страны менее благополучные, с ростом симптоматики тревожно-депрессивных расстройств более 30% (например, Россия, Украина, Франция, США). По данным наших исследований, проведенных совместно с социологами на общероссийских выборках, каждый третий россиянин в последние два года отмечает у себя симптомы клинической депрессии.

Уровень депрессии выражен выше, чем уровень клинической тревоги. Подчеркну, что речь идет не о тревожном или депрессивном расстройстве, а именно о симптоматике — это разные вещи. Например, в США все наоборот: последние два года у них серьезнее выражены симптомы тревоги, а симптоматика депрессии ниже. Мне кажется, здесь сказывается разница в оценке нашей способности влиять на ситуацию в стране.

Возвращаясь к социальным сетям и информационным пузырям: я бы не переоценивал технические способы решения проблемы. Когда социальные сети начинают премодезировать сообщения пользователей по вопросам коронавируса или вакцинации, это вызывает еще большее недоверие у людей, которые уже разделяют конспирологические убеждения. Технические средства в долгосрочной перспективе гораздо менее эффективны, чем инвестиции в цифровую компетентность и способность самих пользователей различать, где ложь, а где правда.

Есть средства, эффективность которых экспериментально доказана и не зависит от идеологических убеждений. Например, человеку предлагают игру на смартфоне: сначала его «вакцинируют» ложью, объясняют, как эта ложь работает, как устроены фейки и стратегии обмана, а затем предлагают потренироваться на других сообщениях, где нужно отделить зерна от плевел.

Это не единственный путь: нужно поддерживать фактчекинговые сообщества и ставить метки «неподтвержденная информация» на сообщениях, нужно развивать способность людей сообщать или самостоятельно придерживаться каких-то правил, которые снижают число фейков и позволяют сдерживать поляризацию. Поляризация тем сильнее, чем больше мы похожи друг на друга в сообществе и чем сильнее нас затрагивает вопрос. А пандемия, к сожалению, именно такова.

Есть еще одна крайность — отказ от новостей, посвященных пандемии, характерный в той или иной степени для трети горожан. В исследованиях мы видим, что этот отказ может играть

деструктивную роль. С одной стороны, это способно снизить остроту тревоги в тех случаях, когда речь идет о симптоматике тревожных расстройств. Но с другой — те, кто активно ищут информацию, стараются дифференцированно подойти к ее выбору, психологически более благополучны, чем люди, находящиеся в информационной самоизоляции. Те, кто активно интересуется происходящим и старается выработать свою стратегию поведения, склонны искать более позитивные новости в интернете. А избирательность поиска связана с принятием ситуации и опорой на эмоциональную поддержку окружающих.

Еще одно наше исследование показывает, что вовлеченность в социальные сети сама по себе не усиливает конспирологические убеждения. Все зависит от того, с какой целью мы туда входим. Если у человека высокий уровень тревоги и недоверия, социальные сети будут усиливать его страхи по поводу происходящего и поддерживать его веру в конспирологические теории. И, напротив, если человек ищет какое-то решение, информацию, которая может позволить ему сделать выбор осознанно, это укрепляет конструктивные стратегии совладания — принятие ситуации, поиск эмоциональной поддержки и планирование будущего. Поэтому я бы предостерег от попыток отказаться от интернета или отключить кому-то доступ. Ограничения на доступ к информации под предлогом заботы о психологическом благополучии приведут к прямо противоположному результату.

— Какие прогнозы строят психологи относительно пандемии в долгосрочной перспективе? Во что эта ситуация может вылиться в области психологического здоровья общества?

— Институт психологии РАН провел несколько экспертных опросов на эти темы среди психологов, причем не только академических, но и практикующих, со стажем более 15 лет. Большинство опрошенных нами коллег предсказывают долгосрочный эффект. Можно ожидать и депрессий, и посттравматических стрессовых расстройств, которые



типичны для подобных ситуаций. Исследования показывают, что и через несколько лет после травмирующего пандемического опыта люди могут испытывать, например, панические атаки или нарушения сна.

Эхо сегодняшних событий может наступить нас значительно позже. Вероятность получить такой негативный эффект выше у тех, кто всеми силами старался избежать разговоров на темы пандемии, скрывал свои переживания от окружающих и не сопереживал другим.

Но есть еще и другие системные эффекты, которые не связаны с тем, болели мы сами или потеряли кого-то из близких. Это эффекты, связанные с макропсихологическим состоянием общества. Поляризация, недоверие к социальным институтам и выученная информационная беспомощность, сдвиг к консервативным ценностям и авторитарным установкам делают нас уязвимыми в отношении популистов — людей, которые предлагают простые решения, тех, кто оказывается своего рода политическим «предпринимателем» в условиях высокой неопределенности.

В долгосрочной перспективе серьезной проблемой может стать смещение зыбкой границы между работой и отдыхом, личным пространством и публичным — для тех, кто работал дистанционно, эта граница оказалась начисто сметена. Пандемия еще больше обострила внимание руководителей к психологическому состоянию людей. Перевод сотрудников или учащихся на удаленку требует изменения кадровых и образовательных стратегий, заставляет посмотреть на человека как на целостную личность, которая значительно шире трудовых или образовательных ролей. Во время кризисов людям нужно не только обеспечить чувство защищенности работодателем или государством, но и предоставлять больше инструментов для проектирования ими своего развития, повышать их уверенность в том, что они влияют на свое настоящее и будущее.

Другая проблема — граница между обществом и государством. В целом структура страхов не изменилась: большинство россиян по-прежнему озабочены социальной несправедливостью, ростом социального неравенства, экологическими проблемами. Но мы видим изменения в страхах, которые связаны с государством. Например, общероссийские опросы, проведенные Институтом психологии РАН совместно с ИГ «ЦИРКОН», показывают, что по сравнению с 2019 г. в 2020 г. с 56% до 71% выросли опасения, которые связаны с возможностью контроля государства над нами с помощью цифровых технологий. Страхи ограничения демократических свобод выросли с 50% до 63%. Наше исследование в июле 2021 г. показало, что 66% горожан боятся увеличения контроля со стороны государства и новых ограничительных мер.

— Это формирование новых и поддержка существующих конспирологических теорий?

— Это говорит о том, что общество находится в очень противоречивой ситуации. С одной стороны, нам хочется больше заботы и защиты, с другой — мы более тревожны, когда речь идет о наших персональных данных, о том, как именно государство будет контролировать наше поведение в подобных ситуациях. Это не только российская проблема: сегодня весь мир стоит перед необходимостью выработать новые правила взаимодействия государства и общества в условиях глобальных рисков. Поэтому очень важно перевести разговор от той медицинской повестки, которая сдерживала нас в 2020 г., от экономической повестки, которая стала ключевой в 2021 г., к обсуждению общественного договора на ближайшие 10–20 лет — как будет строиться наша жизнь в условиях глобальных рисков, потому что и изменение климата, и новые пандемии, и новые экономические кризисы могут быть не за горами.

— Пандемия дает повод думать наперед?

— Да. Более того, мы обнаружили связь между тревогой по поводу пандемии и значимостью наличия долгосрочных целей, интересом к долгосрочному будущему. Для того чтобы договориться о совместном будущем, нам важно развивать навыки медиации и фасилитации, которые нужны людям для того, чтобы поддерживать диалог. В данном случае диалог не о том, что происходит здесь и сейчас, а о том, как нам жить в ближайшие десятилетия.

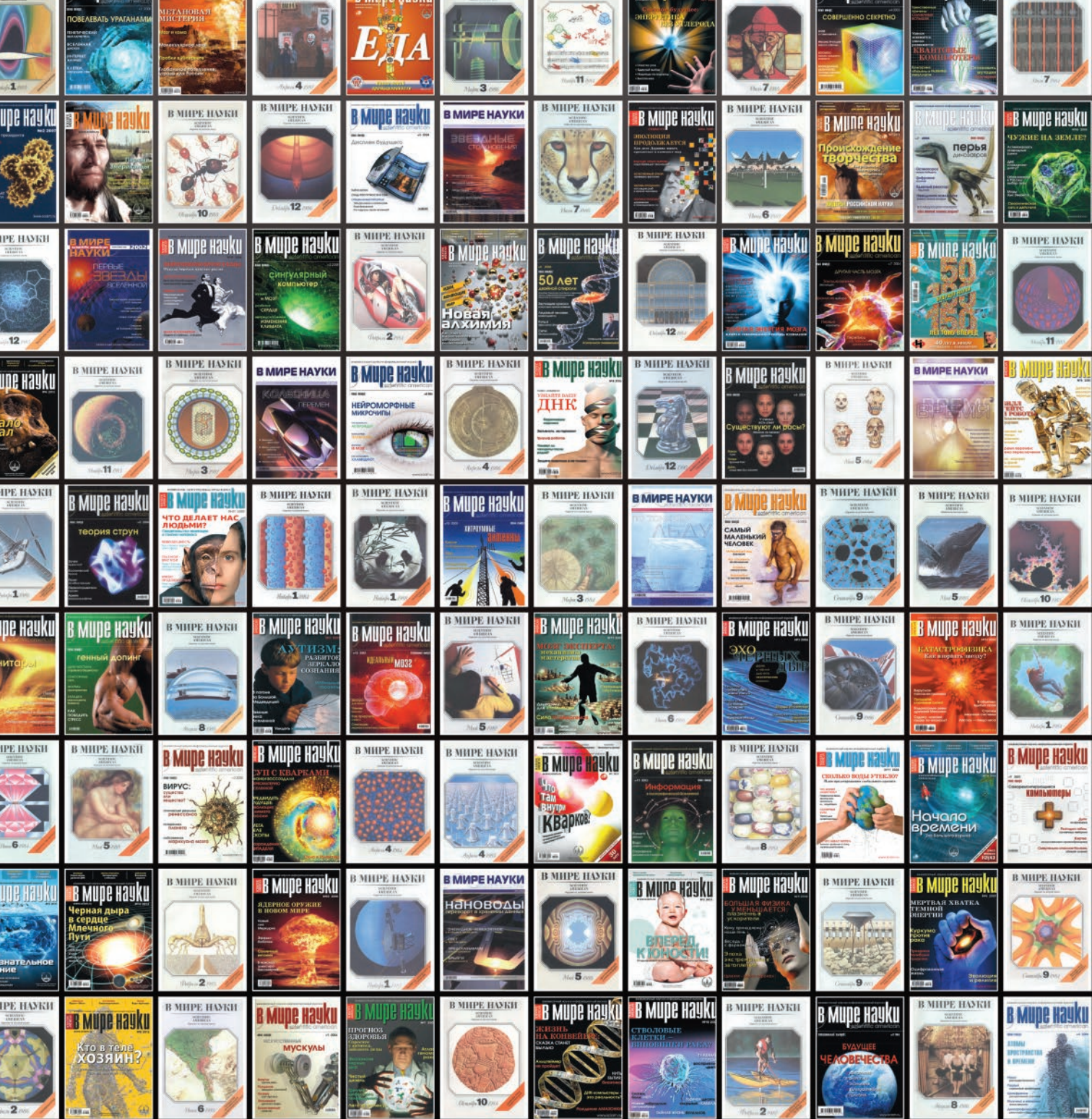
За эти два года психологи многое узнали о поведении человека в условиях кризиса. Например, мировая психология продвинулась в понимании того, какие личностные характеристики влияют на соблюдение санитарно-эпидемиологических ограничений и что делает нас подверженными инфодемии. Но, что особенно важно, мы убедились: чем мы человечнее, чем больше готовы сострадать и делиться своими переживаниями, тем более ответственно себя ведем во время пандемии и тем более склонны думать о будущем.

— А мы стали человечнее?

— Хочется верить, что да, хотя об этом можно судить только со стороны.

Как мне кажется, самое главное сегодня — отдавать себе отчет в том, что мы говорим друг другу, к чему призываем. Это должно помочь нам расширять социальный капитал — возможность найти поддержку, увидеть мир чуть более сложным, заметить полутона, понять точку зрения другого, взглянуть в будущее. ■

Беседовал Александр Бурмистров



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







ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

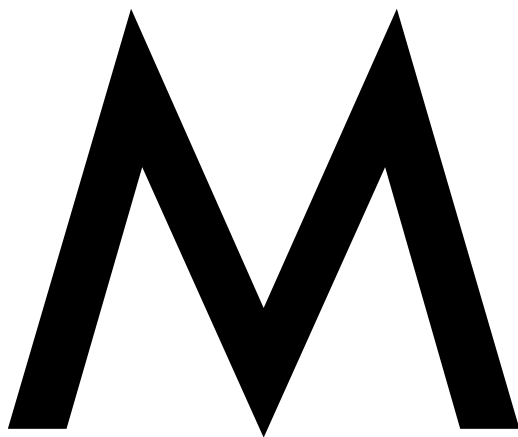
НЕВИДИМЫЕ ВСЕЛЕННАЯ

Несоответствие между теорией
и экспериментом, когда речь
идет о мюонах, указывает
на возможность существования
новых частиц и сил природы

Марсела Карена

ОБ АВТОРЕ

Марсела Карена (Marcela Carena) — специалист в области физики элементарных частиц, начальник теоретического отдела Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми в Батавии, штат Иллинойс, и профессор физики Чикагского университета, где она работает в Институте им. Энрико Ферми и Институте космологической физики им. Кавли.



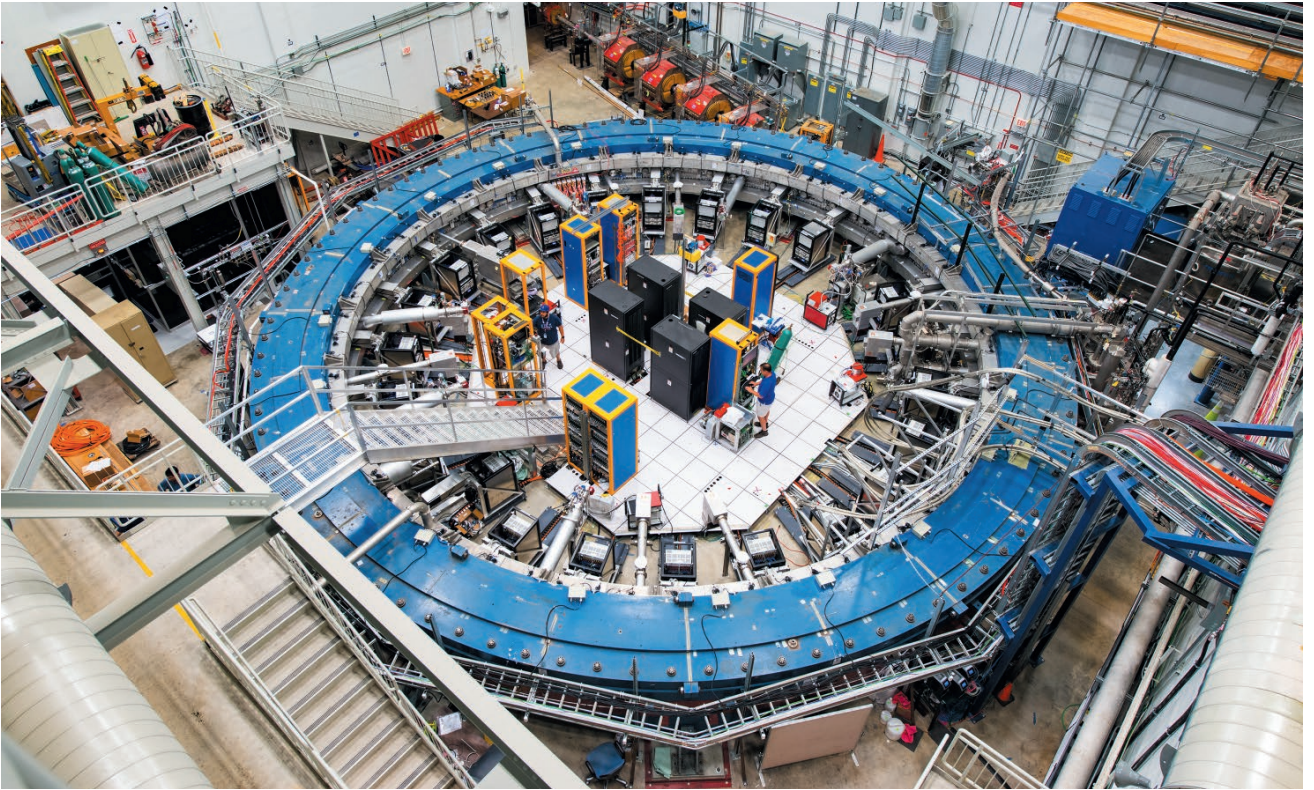
ного лет назад, покинув физическую лабораторию Европейской организации ядерных исследований (CERN), я пересекла швейцарско-немецкую границу на скоростном поезде. Глядя из окна вагона, я была очарована мелькающими перед моими глазами сценами: молодая парочка обнимается на совершенно пустынной платформе, старик стоит у ржавой повозки с недостающим колесом, две девушки заходят в поросший тростником пруд. Каждая сцена — лишь несколько промелькнувших в мгновение ока кадров, но моему воображению этого было достаточно, чтобы дописать историю.

Я только что закончила тогда теоретическую статью о мюонах — элементарных частицах, более тяжелых родственниках электронов, — и она была предложена для экспертной оценки вниманию моих коллег по физике элементарных частиц. Между моими мыслями, когда в тот день я смотрела из окна вагона, и исследованиями, над которыми я работала, возникла гармоническая взаимосвязь. Я анализировала влияние мерцания невидимых «виртуальных» частиц на мюоны, намереваясь использовать ключи этих взаимодействий, чтобы сложить воедино более полную картину нашей квантовой вселенной. Будучи молодым теоретиком, в самом начале своей карьеры, я слышала об экспериментах по измерению едва заметных осцилляций мюонов, придуманных, чтобы отыскать эти самые ключи. Те последние несколько месяцев я провела в CERN, работая над идеей, которая, возможно, связывает эти осциллирующие мюоны с природой невидимой темной материи, которая преобладает в нашей Вселенной, и другими загадками. В голове быстро прокрутилась ситуация, и я подумала: «Отлично, теперь, чтобы во всем разобраться, мне лишь нужно дождаться результатов экспериментов». Я и не подозревала, что ждать придется четверть века.

Наконец в апреле этого года я подключилась к веб-трансляции из организации, в которой я

работаю, Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми (Фермилаба) недалеко от Чикаго, где ученые сообщали о результатах эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона» (« g минус два»). Тысячи людей по всему миру следили за трансляцией, пытаясь понять, не придется ли скоро переписывать законы физики. Этот проект Фермилаба стал продолжением эксперимента 2001 г., результатом которого оказались волнующие признаки эффекта осцилляции мюонов, который я так надеялась увидеть. Этот эксперимент не предоставил достаточно данных, чтобы можно было дать окончательный вердикт. И вот теперь содокладчик, Крис Полли (Chris Polly), обнародовал долгожданные результаты первого этапа эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона». Я с волнением наблюдала, как он приводит ряд новых свидетельств, хорошо согласующихся с результатами предыдущего эксперимента, и оба они дают основания предполагать, что мюоны ведут себя не так, как предписывает им текущая теория. Имея на руках данные этих двух экспериментов, мы сегодня очень близко подошли к строгому статистическому порогу, который требуется физикам, чтобы объявить об открытии.

Что же это за эффект осцилляции, который так заинтриговал меня и других ученых? Суть его в том, как мюон вращается, когда летит



Мюоны бегают по кругу: частицы кружат внутри кольца диаметром около 15 м в эксперименте «Фактор $g - 2$ мюона»

в магнитном поле. Это изменение направления вращения может быть вызвано виртуальными частицами, которые появляются и исчезают в пустом пространстве в соответствии со странными законами квантовой механики. Если во Вселенной есть другие частицы, помимо тех, о которых мы знаем, то они тоже будут проявлять себя как виртуальные и оказывать влияние на спин мюона в наших экспериментах. И, похоже, именно это мы и наблюдаем. Эксперимент, проведенный в лаборатории Ферми, и его предшественник показали более сильную осцилляцию спинов мюонов, чем мы ожидаем, исходя из существования только известных частиц. Если нынешнее несоответствие подтвердится, это станет крупнейшим прорывом в физике элементарных частиц с момента открытия бозона Хиггса — последней из обнаруженных новых частиц. Возможно, мы наблюдаем воздействие частиц, которые способны помочь раскрыть природу темной материи или даже выявить новую силу природы.

Стандартная модель

Мой роман с физикой начался, когда еще ребенком я любовалась на Млечный Путь в темном небе над аргентинской пампой, где я выросла. То же самое любопытство переполняет меня и сейчас. Моя задача как ученого, работающего

в области физики элементарных частиц, — исследовать, из чего состоит Вселенная, как она функционирует и как возникла.

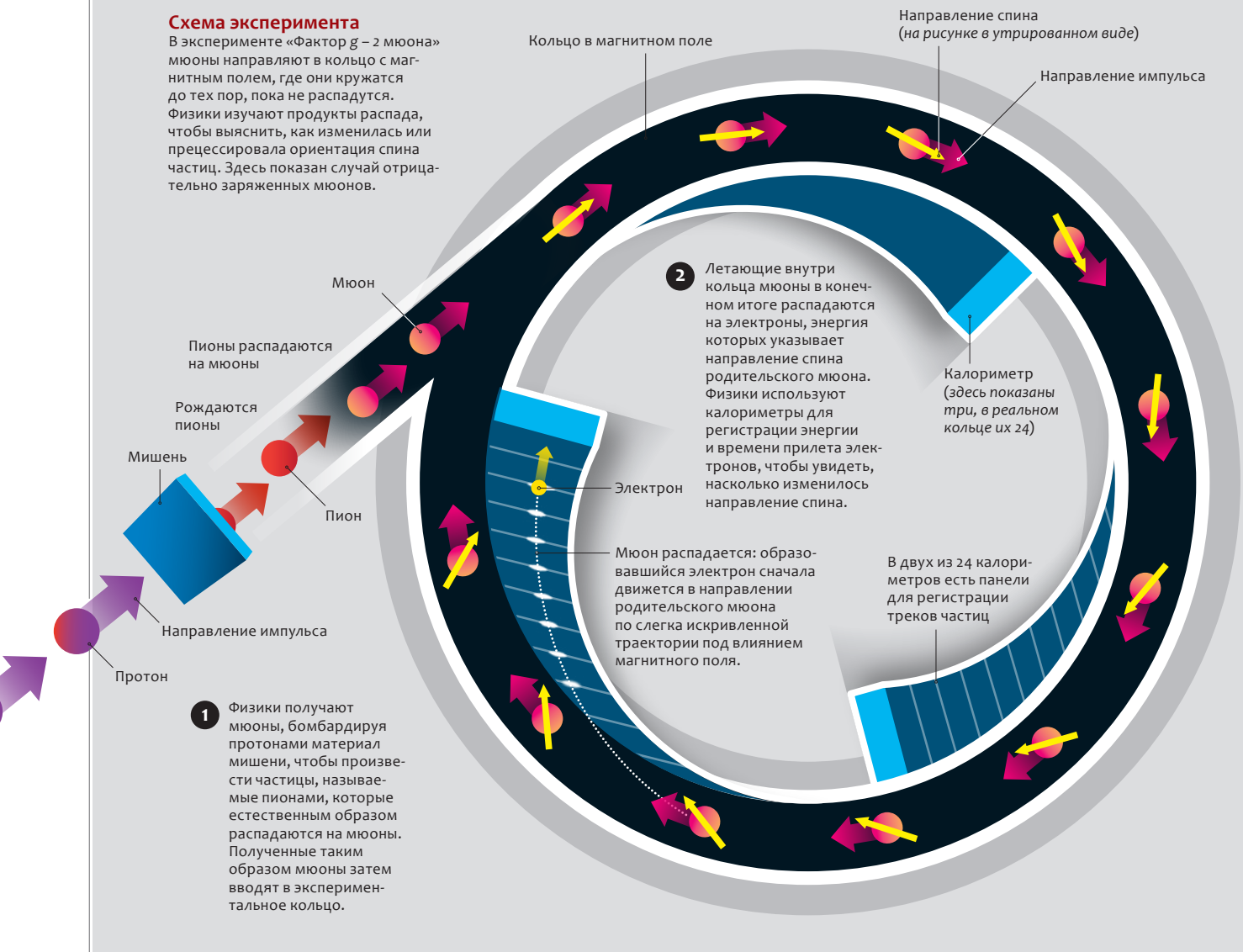
Ученые полагают, что существует простая, но элегантная математическая конструкция, базирующаяся на различных видах симметрии природы, которая описывает взаимодействие микроскопических элементарных частиц друг с другом посредством электромагнитных сил, сил слабого и сильного взаимодействия; эта теоретическая конструкция — чудо физики элементарных частиц, которое ученые прозаично называют Стандартной моделью. Далекие звезды состоят из тех же самых трех элементарных частиц материи, что и наши тела: электрон плюс верхний и нижний кварки, два последних образуют протоны и нейтроны. Свет звезд — результат электромагнитного взаимодействия между заряженными протонами и электронами, высвобождающего световую энергию на горячей поверхности звезды. Источник тепла звезд, включая наше Солнце, — сила сильного взаимодействия, которая действует на протоны и нейтроны, вызывая ядерный синтез. А сила слабого взаимодействия, которая действует на кварки, и на электроны, превращает протоны в нейтроны и положительно заряженные электроны, а также управляет скоростью первого шага в процессе синтеза. (Стандартная модель

Осциллирующие мюоны

Физики, изучающие мюоны, недавно обнаружили, что ведут они себя не так, как ожидалось. Мюоны — это заряженные частицы, похожие на электроны, но более тяжелые, и при движении по кругу в магнитном поле их спины осциллируют. Ученые предсказывали это, но не ожидали, что «дрожь» мюонов будет проявляться настолько сильно. Результаты эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона» в Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми (Фермилабе) дают основания предполагать, что, возможно, нас ожидает что-то интересное.

Схема эксперимента

В эксперименте «Фактор $g - 2$ мюона» мюоны направляют в кольцо с магнитным полем, где они кружатся до тех пор, пока не распадутся. Физики изучают продукты распада, чтобы выяснить, как изменилась или прецессировала ориентация спина частиц. Здесь показан случай отрицательно заряженных мюонов.



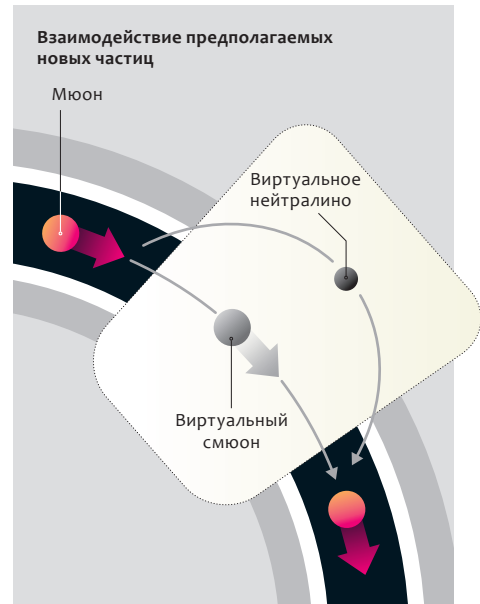
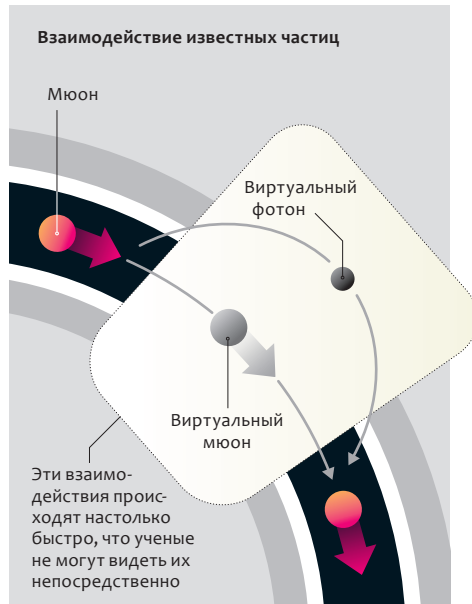
не описывает четвертую силу природы — гравитацию, хотя интеграция гравитации с другими силами — основная цель.)

Физики в течение нескольких десятилетий буквально по кускам собирали Стандартную модель. На ускорителях элементарных частиц по всему миру мы смогли получить и обнаружить все частицы, которых требует математическая конструкция. Последняя из обнаруженных частиц, бозон Хиггса, была открыта почти десять лет назад на Большом адронном коллайдере

(БАК) CERN. Однако мы знаем, что Стандартная модель не достроена полностью. Она, например, не объясняет 85% материи Вселенной — темной материи, — которая удерживает вместе космос, делая возможным существование таких галактик, как наш Млечный Путь. Стандартная модель не дает ответа на вопрос, почему в какой-то ранний период истории нашей Вселенной возникла асимметрия количества вещества и антивещества, которая и позволила нам всем существовать. И эксперимент «Фактор $g - 2$ мюона»

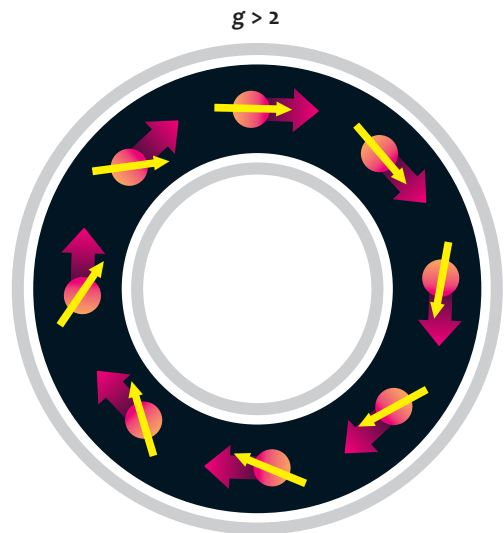
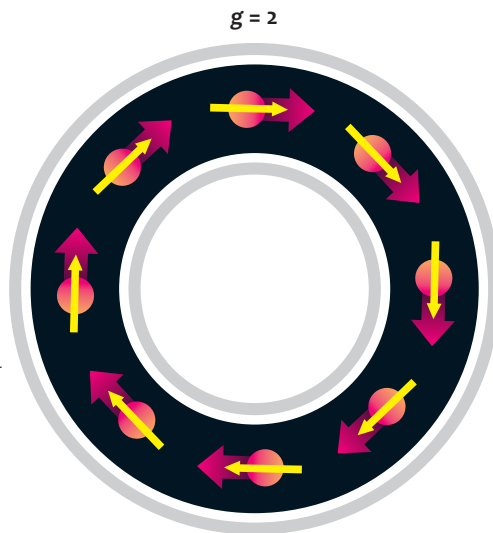
Фактор вакуума

Если бы в эксперименте участвовали только мюоны, не было бы никакой осцилляции их спинов. Но ученые знают, что пустое пространство никогда не бывает пустым: «виртуальные» частицы постоянно появляются и исчезают из-за флуктуаций энергии вакуума. Физики могут вычислить, какая доля эффекта осцилляций вызвана воздействием известных частиц Вселенной, но, если неоткрытые частицы существуют, они увеличивают осцилляции. Среди этих частиц, возможно, есть «смюон» и «нейтралино», предсказанные теорией суперсимметрии.



Результаты

Ученые в эксперименте «Фактор $g - 2$ мюона» измерили значительно более сильные осцилляции, чем предсказывает Стандартная модель физики элементарных частиц. Если бы виртуальных частиц не было вообще, фактор $g - 2$ был бы равен нулю. Но из-за взаимодействия виртуальных частиц g становится большим 2, а направление спина мюона отличается от направления его импульса. Полученные данные дают основания предполагать, что вклад в $g - 2$, вероятно, вносят новые [неизвестные] частицы.



в Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми, возможно, теперь покажет, что Стандартная модель, сколь бы замечательной она ни была, описывает лишь часть всего богатства субатомного мира.

Объект эксперимента — мюоны — в изобилии производятся космическими лучами в атмосфере Земли; более 10 тыс. из них проходят через наше тело каждую минуту. Эти частицы обладают теми же физическими свойствами, что и знакомый нам электрон, но они в 200 раз

тяжелее. Дополнительная масса делает их совершенными зондами для поиска новых явлений в высокоточных лабораториях, потому что любые отклонения от ожидаемого поведения становятся более заметными. В Фермилабе кольцо мощных магнитов диаметром около 15 м сохраняет мюоны, полученные в контролируемых условиях при облучении пучком протонов из ускорителя мишени, состоящей в основном из никеля. В ходе этого процесса образуются пионы, нестабильные составные частицы,



На барже и большой платформе: чтобы доставить накопительное кольцо для эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона» из Брукхейвена в Фермилаб, потребовались баржа и специализированный тягач

которые затем распадаются на нейтрино и мюоны под действием сил слабого взаимодействия. После этого мюоны попадают в вакуум — «пустое пространство» — накопительного кольца.

Как и электроны, мюоны обладают электрическим зарядом и свойством, которое мы называем спином, заставляющим их вести себя как крошечные магниты. Метод их получения обеспечивает то, что когда отрицательно заряженные мюоны влетают в кольцо, их спины ориентированы в направлении скорости их полета, в то время как у положительно заряженных мюонов (используемых в эксперименте лаборатории Ферми) спины направлены в сторону, противоположную скорости их движения. Внешнее магнитное поле заставляет электрически заряженные мюоны летать внутри кольца со скоростью, почти равной скорости света. В то же время это магнитное поле при движении частиц по кольцу заставляет их спин плавно прецессировать (аналогично гироскопу или волчку в гравитационном поле), но испытывая небольшое дрожание.

Скорость прецессии частицы зависит от магнитного момента — силы ее «внутреннего магнита» — и пропорциональна величине, которую

мы называем g -фактором (коэффициентом, связывающим фактическое гиромагнитное отношение частицы с его классическим значением. — Примеч. пер.). В соответствии с уравнениями Стандартной модели при отсутствии осцилляции мюона его g -фактор был бы равен 2. Если бы это было так, то направление скорости движения и направление вращения мюона всегда бы совпадали и $g - 2$ было бы равно нулю. В этом случае ученые не зарегистрировали бы никакой осцилляции мюонов. Именно такой картины мы могли бы ожидать без учета свойств вакуума.

Но квантовая теория говорит нам, что вакуум, пустое пространство — самая загадочная субстанция во Вселенной. Это потому, что в пустом пространстве присутствуют виртуальные частицы — объекты с очень коротким временем жизни, физическое воздействие которых вполне реально. В соответствии с принципом неопределенности, элементом квантовой теории, ограничивающим точность, с которой мы можем проводить измерения, все известные нам частицы Стандартной модели могут вести себя как виртуальные. В результате возможна ситуация, когда в течение очень короткого промежутка времени неопределенность энергии частицы

может быть настолько большой, что частица может возникнуть из пустого пространства. Эта потрясающая особенность квантового мира играет решающую роль в экспериментах физики элементарных частиц; фактически открытие бозона Хиггса на БАК оказалось возможным благодаря эффектам виртуальных частиц.

В кольце Фермилаба виртуальные частицы все так же взаимодействуют с мюонами и изменяют величину g . Виртуальные частицы можно представить себе как эфемерные спутники мюона, которые он испускает и сразу же поглощает, — они следуют за ним, обволакивая его, как маленькое облачко, изменяя его магнитные свойства и, следовательно, скорость прецессии его спина. По этой причине ученые всегда знали, что g не равно 2 и что при полете мюонов внутри кольца будет наблюдаться некоторое дрожание. Но если Стандартная модель не описывает полную картину, то не исключено, что в этом облаке можно обнаружить также и другие, еще не открытые частицы, которые изменяют значение g способами, которые Стандартная модель предсказать не в состоянии.

Сами мюоны — нестабильные частицы, но в эксперименте «Фактор $g - 2$ мюона» они живут достаточно долго, чтобы физики могли измерить направление их магнитного момента. Физики продельывают это, наблюдая за одним из типов частиц, на которые они распадаются: за электронами — продуктом распада отрицательно заряженных мюонов — или за позитронами — античастицами электронов, образующимися при распаде положительно заряженных мюонов. Определив энергию и время прилета электрона или позитрона, ученые могут сделать вывод о направлении спина породившего его мюона. Группа из примерно 200 физиков из 35 университетов и лабораторий семи стран разработала методы измерения $g - 2$ мюона с беспрецедентной точностью.

Подтверждение

Первые эксперименты по измерению величины $g - 2$ мюона были проведены в *CERN*, и к концу 1970-х гг. были получены результаты, которые в пределах своей впечатляющей, но ограниченной точности соответствовали стандартной теории. В конце 1990-х гг. в рамках эксперимента «*E821*: фактор $g - 2$ мюона» в Брукхейвенской национальной лаборатории начали получать данные с установки, аналогичной той, что была в *CERN*. Он продолжался до 2001 г., и в его ходе были получены важные результаты, продемонстрировавшие полное загадок несоответствие расчетам Стандартной модели. Было собрано достаточно данных, чтобы установить среднеквадратическое отклонение результатов

от данных Стандартной модели на три сигмы — значительно меньше пяти сигм статистической значимости, необходимой физикам для «открытия».

Десять лет спустя Национальная ускорительная лаборатория им. Энрико Ферми приобрела оригинальное Брукхейвенское мюонное кольцо, перевезла 50-тонную установку с Лонг-Айленда в Чикаго и начала следующую стадию эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона». Спустя еще почти десять лет лаборатория Ферми объявила об измерении осцилляции мюонов с погрешностью менее одной двухмиллионной. Такая впечатляющая точность, достигнутая уже на основе первых 6% ожидаемых данных эксперимента, вполне сопоставима с результатом полного цикла исследований в Брукхейвене. Но самое главное — новые результаты, полученные в Фермилабе, полностью согласуются со значениями эксперимента *E821* и подтверждают то, что результаты, полученные в Брукхейвене, не были вызваны случайным стечением обстоятельств.

Чтобы подтвердить результаты, полученные в этом году, нам требуется не только больше экспериментальных данных, необходимо также лучше разобраться в том, что именно предсказывают наши теории. В течение последних двух десятилетий мы уточняли предсказания Стандартной модели. Совсем недавно более 100 физиков, работающих в рамках Теоретической программы «Фактор $g - 2$ мюона» (*Muon $g-2$ Theory Initiative*), начало которой положила Аида Эль-Хадра (Aida El-Khadra) из Иллинойского университета, пытались повысить точность расчета значения фактора $g - 2$ мюона с помощью Стандартной модели. Прогресс в области математических методов и производительности компьютеров позволил провести наиболее точный на сегодня расчет g с учетом влияния всех виртуальных частиц Стандартной модели, взаимодействующих с мюонами посредством электромагнитных сил, сил слабого и сильного взаимодействия. Всего за несколько месяцев до того, как ученые Фермилаба представили результаты своих последних экспериментальных измерений, теоретики программы «Фактор $g - 2$ мюона» обнаружили данные своих новых расчетов. Теоретическое значение расходится с экспериментальным результатом на 4,2 сигмы, а следовательно, вероятность того, что расхождение — чисто статистическая флуктуация, составляет примерно 1/40 000.

И все же результаты последних теоретических расчетов нельзя считать надежными на все 100%. Вклад в величину фактора $g - 2$, обусловленный влиянием сил сильного взаимодействия, рассчитать чрезвычайно трудно.

В Теоретической программе «Фактор $g - 2$ мюона» для оценки этих эффектов были использованы данные, полученные за два десятилетия с помощью хитроумных методов в соответствующих экспериментах с электронами. Существует и другой способ — попытаться вычислить силу влияния эффектов, исходя непосредственно из теоретических основ. Такого рода вычисления слишком сложны, чтобы получить точное решение, но физики научились выполнять приближенные расчеты, используя математический трюк — преобразовав наш мир в дискретную решетку пространства и времени (*так называемая квантовая хромодинамика на решетке — подход к расчетам КХД, основанный на замене непрерывного пространства-времени дискретной решеткой и моделировании физических процессов с помощью метода Монте-Карло. — Примеч. пер.*). Такие методы дают очень точные результаты для вычислений, где доминирующую роль играют силы сильного взаимодействия.

Научные группы по всему миру занимаются «решеточными» расчетами фактора $g - 2$ мюона. Пока только одна группа заявила, что получила результат, по точности сравнимый с результатами, базирующимися на данных экспериментов по столкновению электронов. Этот результат, похоже, размывает расхождение между экспериментальными ожиданиями и ожиданиями Стандартной модели — и если он верен, то в конце концов, возможно, нет никаких свидетельств существования каких-либо дополнительных частиц, которые подергивают мюоны. Тем не менее этот результат «решеточных» вычислений, если он будет подтвержден другими группами, вероятно, вступит в противоречие с экспериментальными данными по электронам — и тогда загадкой станут наши представления о столкновении электронов. И, вероятно, будет трудно найти теоретические эффекты, которые объяснили бы такой результат, потому что столкновения электронов достаточно тщательно изучены.

Донесение из пустоты

Если несоответствие между измерениями в Фермилабе и теорией сохранится, мы, возможно, заглянем в неизведанный мир незнакомых сил, новых видов симметрии природы и новых частиц. В исследовании, которое я опубликовала 25 лет назад в поисках ключей к разгадке проблемы осцилляции спина мюона, мы с коллегами рассмотрели гипотетическое свойство природы, называемое суперсимметрией. Эта идея позволяет навести мост между двумя категориями частиц — бозонами, большое количество которых можно упаковать вместе,

и фермионами, которые асоциальны и предпочитают делить пространство только с частицами, у которых спин направлен в противоположную сторону. Суперсимметрия постулирует, что у каждой частицы фермионной материи Стандартной модели среди бозонов существует частица-суперпартнер, которую нам еще только предстоит открыть, а каждый бозон Стандартной модели в свою очередь имеет не открытую еще частицу-суперпартнера среди фермионов. Суперсимметрия сулит возможность объединить три силы Стандартной модели и предлагает естественные объяснения темной материи и победы вещества над антивеществом. Возможно, она также позволит объяснить поразительные результаты исследования «Фактор $g - 2$ мюона».

Сразу после того, как коллектив ученых Фермилаба объявил о результатах своих измерений, мои коллеги Себастьян Баум (Sebastian Baum), Наушин Шах (Nausheen Shah), Карлос Вагнер (Carlos Wagner) и я разместили на сервере препринтов статью, рассматривающую эту многообещающую идею. Наши расчеты показали, что виртуальные суперчастицы в вакууме могут заставить мюоны осциллировать быстрее, чем предсказывает Стандартная модель, в точности так, как говорит нам эксперимент. Еще более интересно то, что одна из этих новых частиц, получившая название «нейтралино», — подходящий кандидат на роль частицы темной материи. Суперсимметрия может принимать множество форм, многие из которых уже исключены данными БАК и других экспериментов, но большое число версий все еще остаются жизнеспособными теориями описания природы.

Представленная статья была лишь одной из более чем сотни, в которых предлагалось возможное объяснение результатов эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона» после того, как они были объявлены. В большинстве этих работ предполагается существование новых частиц, которые попадают в одну из двух категорий: «легкие и слабые» или «тяжелые и сильные». Первая категория включает новые частицы, которые имеют массу, сравнимую с массой мюона или меньшую, чем у него, и которые взаимодействуют с мюонами с силой, в миллионы раз более слабой, чем электромагнитные силы. В простейших теоретических моделях этого типа присутствуют новые, более легкие родственники бозона Хиггса или частицы, связанные с новыми силами природы, действующие на мюоны. Эти новые легкие частицы и слабые силы, по всей видимости, трудно обнаружить в земных экспериментах, кроме эксперимента «Фактор $g - 2$ мюона», но, возможно,

они оставили ключи к разгадке в космосе. Вероятно, эти легкие частицы в огромных количествах образовались после Большого взрыва и оказали ощутимое влияние на расширение космоса. Аналогичная идея — о том, что легкие частицы и слабые силы написали главу, отсутствующую в нашей текущей истории Вселенной, — была предложена и для объяснения расхождений в наблюдаемых данных о темпе расширения пространства, так называемой проблемы несоответствия современных значеный параметра Хаббла.

Вторая категория частиц для объяснения результатов экспериментов с мюонами — тяжелых и сильных — это частицы с примерно такой же массой, как у бозона Хиггса (приблизительно в 125 раз больше массы протона), и до 100 раз большей. Частицы эти, вероятно, взаимодействуют с мюонами с силой, сопоставимой с силами электромагнитного и слабого взаимодействия. Возможно, эти тяжелые частицы — родственники бозона Хиггса или частицы экзотической материи, не исключено также, что они — носители новой силы природы, действующей на коротких расстояниях. Суперсимметрия предлагает несколько моделей этого типа, так что мои юношеские гипотезы, родившиеся в *CERN*, не утратили актуальности. Другой вариант — новый тип частиц, получивших название «лептокварки», — странного вида бозоны, которые имеют общие свойства как с кварками, так и с лептонами, такими как мюон. В зависимости от того, насколько тяжелы новые частицы и насколько велика сила их взаимодействия с частицами Стандартной модели, они, возможно, будут обнаружены в предстоящих экспериментах на БАК.

Ряд новых данных с БАК уже указывают на необычное поведение мюонов. Например, недавно на детекторе *LHCb* (одном из детекторов БАК для изучения взаимодействия прелестных кварков) был изучен распад определенного рода нестабильных составных частиц, подобных пионам, в ходе которого образуются либо мюоны, либо электроны. Если мюоны — просто более тяжелые родственники электрона, как утверждает Стандартная модель, то мы можем точно предсказать, в какой доле случаев в этих распадах должны рождаться мюоны, а в какой — электроны. Но данные с детектора *LHCb* демонстрируют стойкое, в три сигмы, расхождение с этим предсказанием, возможно, указывающее на то, что мюоны больше отличаются от электронов, чем допускает Стандартная модель. Разумно задаться вопросом: быть может, результаты экспериментов *LHCb* и «Фактор $g - 2$ мюона» — просто разные мерцающие кадры одной и той же картины?

Часть одной загадки

Эксперимент «Фактор $g - 2$ мюона» способен рассказать нам что-нибудь новое, имеющее последствия, далеко выходящие за рамки собственно мюонов. Теоретики могут конструировать сценарии, в которых новые частицы и силы объясняют странные осцилляции мюонов и затрагивают другие остающиеся без ответа вопросы, такие как природа темной материи, или даже еще более смелые — почему материя преобладает над антиматерией. Эксперимент Фермилаба дал нам некоторый намек на то, что именно происходит, но я полагаю, что потребуется еще много экспериментов, как уже ведущихся, так и будущих, прежде чем мы сможем уверенно завершить эту историю. Если суперсимметрия — часть решения интересующей нас задачи, у нас есть реальные шансы разглядеть некоторые из суперчастиц на Большом адронном коллайдере. Мы надеемся получить доказательства существования частиц темной материи там или в глубоких подземных лабораториях, построенных для их поиска. Мы также можем наблюдать поведение мюонов в различных экспериментах, таких как *LHCb*.

Все эти эксперименты будут продолжены. В конечном итоге «Фактор $g - 2$ мюона» должен дать почти в 20 раз больше данных, чем те, что уже получены. Однако я подождеваю, что определенное в результате всех этих измерений значение фактора $g - 2$ существенно не изменится. В отношении теории все еще существует тень сомнения, которая будет развеяна в ближайшие несколько лет, когда «решеточные» вычисления на самых мощных в мире суперкомпьютерах позволят добиться более высокой точности, а независимые группы придут к окончательному вердикту в отношении предсказания Стандартной моделью величины фактора $g - 2$. Если большое несоответствие между предсказанной и измеренной величиной сохранится, это пошатнет основы физики.

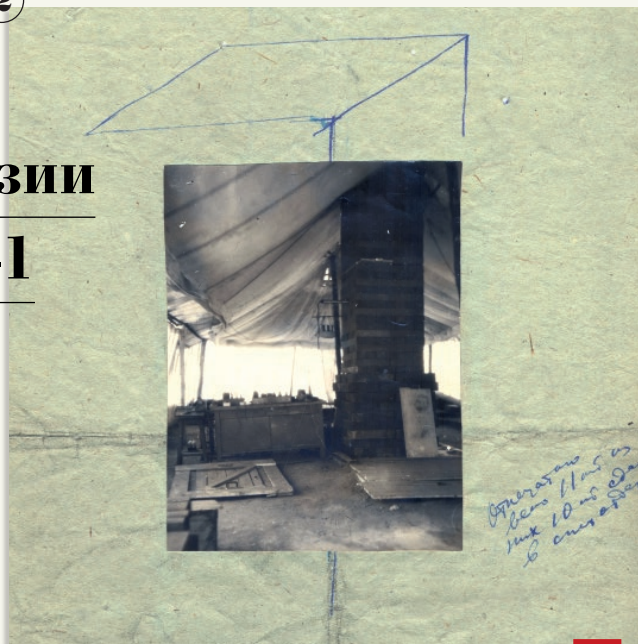
Мюоны всегда были полны сюрпризов. Само их существование, когда в 1936 г. они были впервые обнаружены, побудило физика Исидора Айзека Раби (Isidor Isaac Rabi) посетовать: «Кто их заказал?» Спустя почти столетие они по-прежнему не перестают нас удивлять. Сегодня создается впечатление, что мюоны — посланники нового порядка в космосе, а для меня лично — сбывшаяся мечта. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

ИЗ НАШИХ АРХИВОВ

■ The Muon. Sheldon Penman; July 1961.

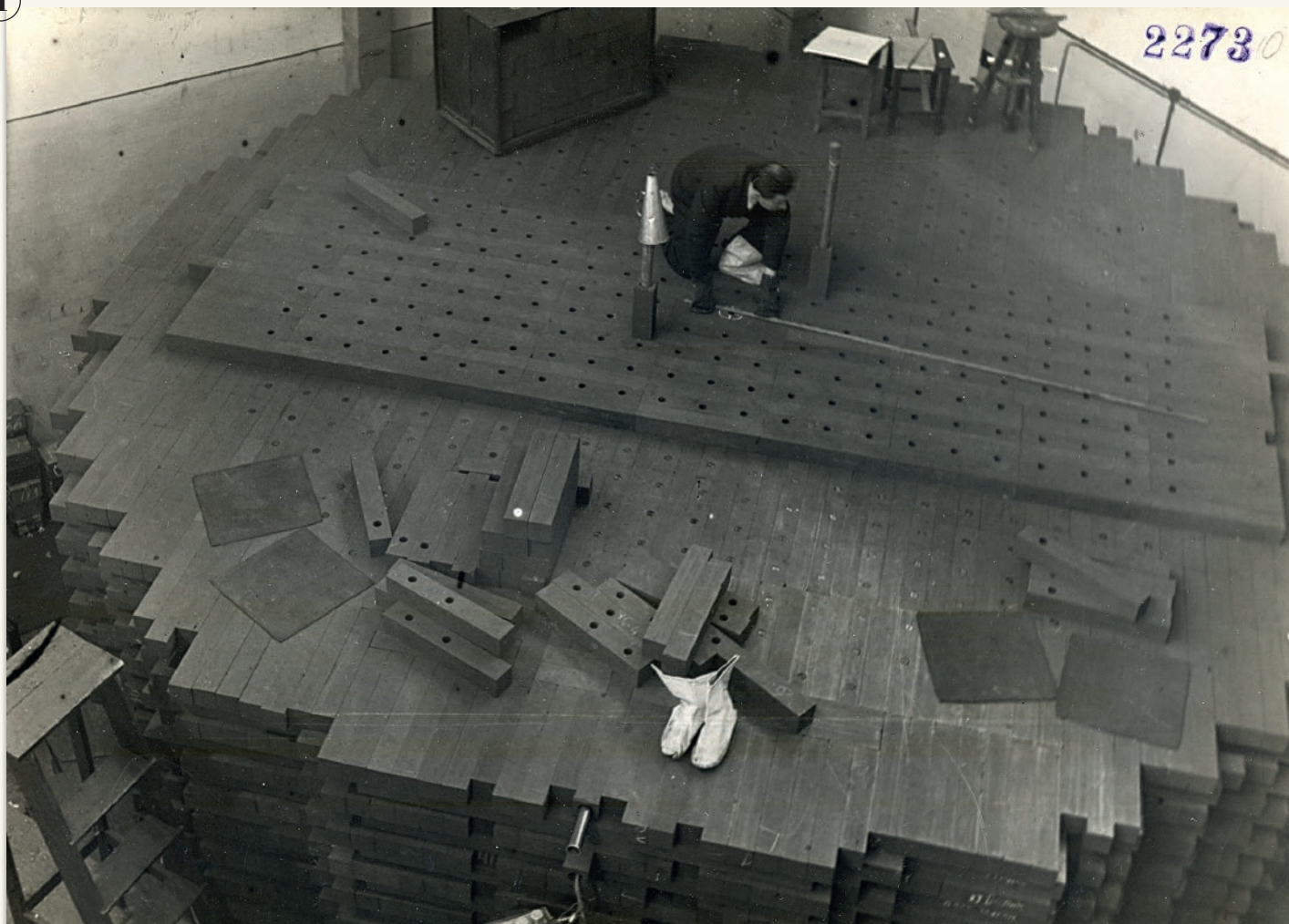
75 лет первому в Евразии ядерному реактору Ф-1



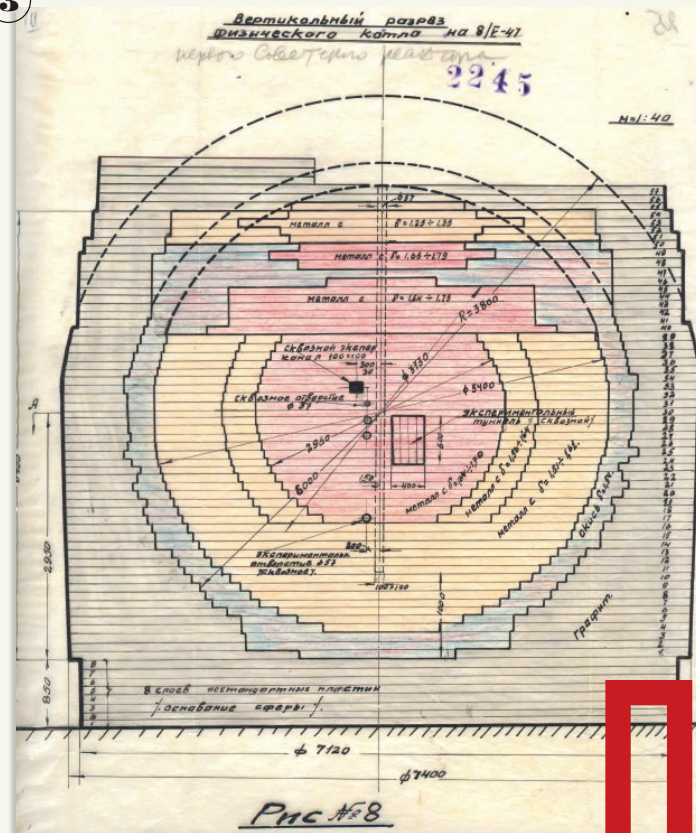
Ф1

ФИЗИЧЕСКИЙ

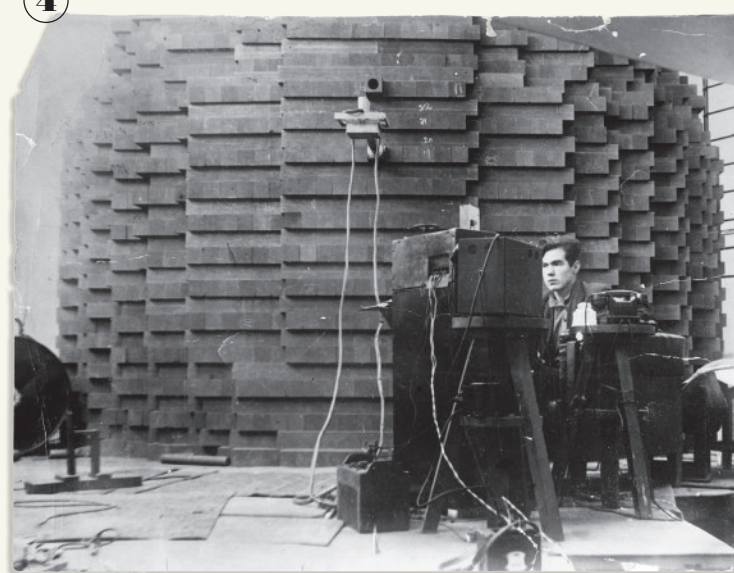
1



3



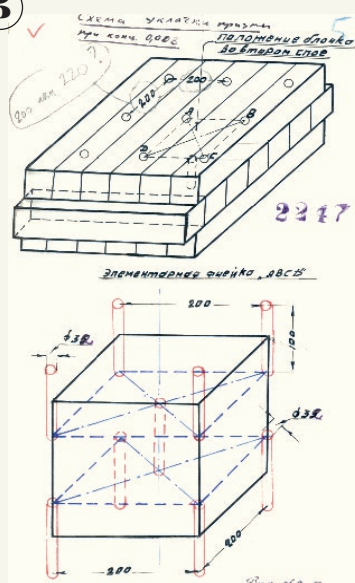
4



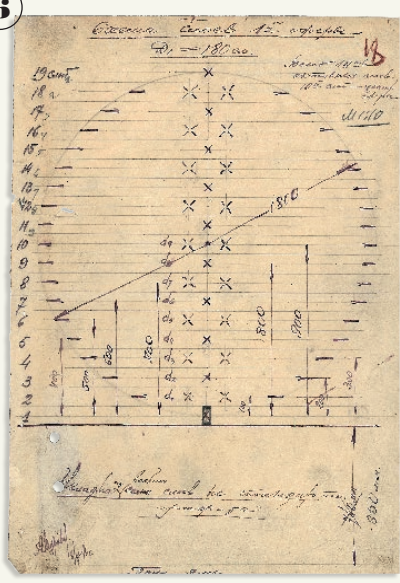
ПЕРВЫЙ

Об истории создания ядерного реактора, с которого началась атомная эра в нашей стране, рассказывает заместитель директора НИЦ «Курчатовский институт» по научной работе Екатерина Борисовна Яцишина.

5



6



1. Сборка реактора Ф-1, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».
2. Проверка чистоты графита в армейской палатке на территории Лаборатории № 2. Фото из лабораторного журнала, 1944 г. Архив НИЦ «КИ».
3. Вертикальный разрез физического котла (первого советского реактора). Чертеж тушью на кальке. Архив НИЦ «КИ».
4. Рабочее исследование на одной из сборок реактора Ф-1, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».
5. Схема уран-графитовой призмы и ее решетки для всех испытанных вариантов урановых блоков диаметра от 30–40 мм и расстояниями между блоками от 15–25 см. Страница из лабораторного журнала, 1944 г. Архив НИЦ «КИ».
6. Послойная кладка первой экспериментальной сферы. Схема из лабораторного журнала, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».



Е.Б. Яцишина

75 лет назад, 25 декабря 1946 г., был запущен первый ядерный реактор на территории Евразии — Ф-1, созданный И.В. Курчатовым и его сотрудниками в Лаборатории № 2. Старт «физического первого» (именно так расшифровывается название Ф-1) — один из важнейших этапов атомного проекта СССР. Это событие стало отправной точкой для развития отечественной атомной промышленности и энергетики.

— Как и для чего создавался Ф-1?

— История Ф-1 начинается в апреле 1943 г., когда на северо-западной окраине Москвы в буквальном смысле в чистом поле — на бывшем артиллерийском стрельбище в районе Октябрьского поля — 40-летний профессор И.В. Курчатов организовал секретную Лабораторию № 2. За его плечами уже был успешный опыт работы в области физики ядра в 1930-е гг. в Ленинградском физтехе, однако теперь перед ним стояла задача глобального масштаба — обеспечить национальную безопасность страны.

Важно подчеркнуть, что ни сооружение первого реактора, ни вся последующая легендарная эпопея по развитию атомного проекта в СССР не могли состояться, если бы в 1930-е гг. в нашей стране не была создана серьезная школа, база в области ядерной физики.

Прежде всего, исследования реакции деления урана и перспектив использования выделяющейся при этом энергии шли в стенах Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ) во главе с академиком А.Ф. Иоффе, Радиевого института (В.Г. Хлопин), Института химической физики (Н.Н. Семенов). В Москве эти работы вели в ФИАН (С.И. Вавилов), в Харьковском физтехе работала ядерная лаборатория.

В лаборатории атомного ядра ЛФТИ занимались экспериментальными исследованиями деления

ядра под руководством И.В. Курчатова. В 1940 г. он с группой ученых подготовил программу работ по практическому овладению внутриядерной энергией, которая была направлена в президиум АН СССР. Уже в июне того же года была создана «урановая комиссия» (Комиссия по проблеме урана при президиуме АН СССР) под председательством В.Г. Хлопина с заместителями В.И. Вернадским и А.Ф. Иоффе. Среди ее членов были именитые П.Л. Капица и А.Е. Ферсман, а также совсем молодые И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон и другие. Несмотря на то что не все академики верили в возможность овладения в обозримом будущем энергией атома, программа первоочередных работ под руководством И.В. Курчатова была составлена.

К началу 1941 г. в СССР была утверждена Урановая программа, шел поиск эффективных способов выделения активного изотопа (урана-235), исследования различных замедлителей (тяжелой воды, гелия, углерода), необходимых для регулируемой ядерной реакции.

22 июня 1941 г. в газете «Правда» вышла публикация о завершении в ЛФТИ строительства самого крупного в Европе на тот момент циклотрона — ускорителя частиц для изучения ядерных реакций. Его строительством и пуском руководил И.В. Курчатов.

— Успели прямо к началу войны...

— Да. К сожалению, начавшаяся война остановила все исследования, однако донесения разведки говорили о том, что на Западе продолжают строго засекреченные работы в этом направлении. Ученые Германии раньше всех осознали перспективы создания нового оружия — исследованиями в этой области в Третьем рейхе занимались выдающиеся физики. Успехов в урановой проблеме достигли и ученые Великобритании. Но первыми атомное оружие создали США. Как позднее вспоминал куратор американского «Манхэттенского проекта» генерал Лесли Гровс: «США повезло. Перед войной в Америку приехали известные европейские ученые, бежавшие от Гитлера. В Металлургической лаборатории Чикагского университета работали два лауреата Нобелевской премии Энрико Ферми и Джеймс Франк, а также блестящие венгерские физики Юджин Вигнер и Лео Силард». В декабре 1942 г. под трибунами стадиона в Чикаго был пущен первый в мире атомный реактор, до взрыва атомной бомбы оставалось меньше трех лет...

— А в СССР в это время работы в этой области совсем остановились?

— Не будем забывать, что СССР в это время вел ожесточенную войну на всех фронтах. Однако урановая проблема не могла не тревожить первых лиц страны. Осенью 1942 г. вышли распоряжение ГКО СССР «Об организации работ по урану» и постановление «О добыче урана». И.В. Курчатов написал

подробную записку о неотложных мерах по развитию этих исследований на имя В.М. Молотова.

По мнению президента НИЦ «Курчатовский институт» М.В. Ковальчука, если бы руководство СССР благодаря группе ученых и данным разведки не занялось атомным проектом в тяжелейшую для страны осень 1942 г., возобновив урановые исследования и через полгода организовав Лабораторию № 2 под руководством Игоря Курчатова, само существование нашей страны оказалось бы под угрозой.

— **Безусловно, благодаря созданию Ф-1 и дальнейшему развитию атомной отрасли СССР удалось достичь военного паритета с США. Но вернемся к истории создания Ф-1. Расскажите подробнее.**

— Хронология событий была такая. В феврале 1943 г. распоряжением заместителя председателя Государственного комитета обороны И.В. Курчатова назначается научным руководителем работ по атомному проекту. В марте 1943 г. он собирает на совещание в Москве группу физиков: И.К. Киикоина, Я.Б. Зельдовича, А.И. Алиханова, Г.Н. Флерова, Ю.Б. Харитона. На первое место Курчатов ставит создание уран-графитового котла как физической установки, которая должна подтвердить принципиальную возможность цепной реакции на природном уране. В таком котле протекает цепная реакция деления урана с высвобождением большого количества теплоты, которую сейчас используют на атомных электростанциях. При этой реакции образуется и плутоний, который на современных АЭС становится побочным продуктом. Но в то время нужен был именно плутоний — для заряда бомбы.

— **Более дешевый и быстрый вариант?**

— Все верно. На кону стояло очень многое, мы должны были догнать американцев в этой атомной гонке. Курчатов сформулировал первоочередные задачи для начала строительства: разработка детальной теории реактора, получение сотен тонн графита высокой степени чистоты и сверхчистого (без примесей) урана в количестве десятков тонн. Опыта сооружения таких сложнейших установок, как ядерный реактор, не было еще ни у кого. В кратчайшие сроки было необходимо обеспечить геологоразведку и добычу урана, с нуля создать новую металлургию, наладить производство графита высочайшей чистоты.

Уже летом 1943 г. созданный теоретический отдел во главе с И.Я. Померанчуком начинает активную работу по теории котла, методикам расчета его характеристик, параллельно идут разработки технологий получения урана, его первый блок уже удается получить к концу 1944 г. Затем на территории Лаборатории № 2 устанавливаются большая армейская палатка, где измерялись характеристики чистоты реакторных материалов — урана

и графита, выпускаемых в то время в стране. Имевшийся тогда графит не соответствовал требованиям, малейшие примеси поглощали нейтроны и цепная реакция останавливалась. Пришлось с колес налаживать производство нужного качества, но только в конце 1945 г. на Московском электродном заводе удалось обеспечить выпуск графитовых блоков реакторной чистоты.

Такие темпы работ никак не удовлетворяли И.В. Курчатова, но в то время наша страна тратила все силы и средства на фронтах войны, поэтому приоритеты, конечно, были у тех типов вооружений, которые могли выйти на линию огня в считанные месяцы. В мае 1945 г. весь мир праздновал победу над фашизмом, казалось, впереди долгая мирная жизнь, единение народов и общее светлое будущее. Все изменилось в августе 1945 г., когда США осуществили варварское испытание ядерного оружия на 200 тыс. мирных граждан, сбросив атомные бомбы на города Хиросиму и Нагасаки. Всем было очевидно, что это прежде всего акт устрашения СССР.

Это событие стало импульсом для всяческого ускорения и активизации работ в советском атомном проекте. Большую роль в его форсированном продвижении сыграла также смена в 1944 г. куратора от правительства страны, которым стал Л.П. Берия.

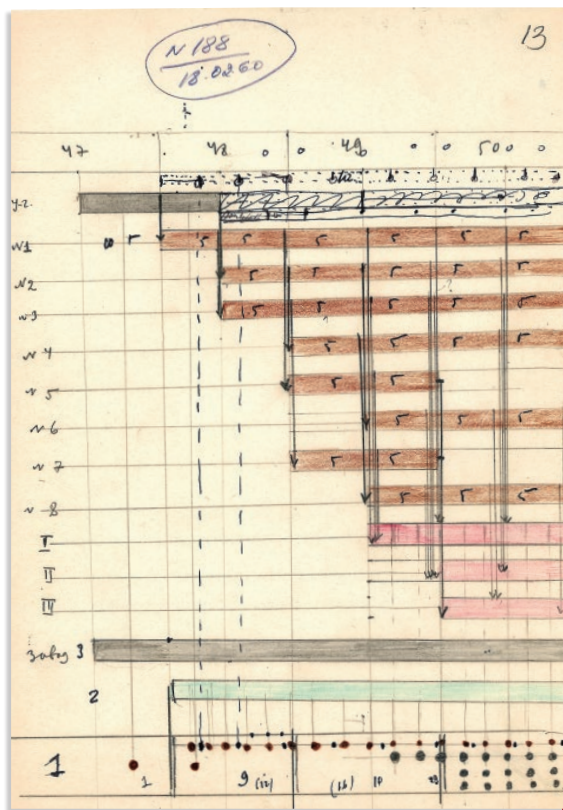


Рисунок И.В. Курчатова: схема кладки реактора, 1944 г. Архив НИЦ «КИ».

Ф1

18 мая 1946 г. на заседании Спецкомитета был решен вопрос о месте сооружения «установки Ф-1 на малую мощность» на территории Лаборатории № 2. Первого июня 1946 г. И.В. Курчатов представил график сооружения опытного уран-графитового реактора. Академпроектору, который возглавлял известный архитектор А.В. Щусев, было поручено спроектировать здание для атомного котла. Ожидалось, что от него будет сильное излучение, поэтому большую часть здания решили расположить ниже уровня земли. Строительство одноэтажного здания монтажных мастерских с бетонированным котлованом для котла глубиной 7 м и подземной лабораторией с пультом дистанционного управления реактором закончили к июлю 1946 г.

— **Вы говорите «монтажные мастерские», имея в виду здание для атомного котла? Правда ли, что во время строительства засекреченного реактора Ф-1 использовалась особая система секретности?**

— Да, здание для атомного котла из соображений секретности называли в документах и в обиходе «монтажными мастерскими» или «зданием К.» («корпус Курчатова»), а между собой — «монтажкой». Котел называли «электролизером», вместо слова «уран» писали «кремний». Все документы, связанные с атомным проектом, шли под грифом «Совершенно секретно». В работы по сооружению первого реактора, а потом и последующего промышленного на Урале были вовлечены множество академических и ведомственных НИИ и проектных институтов, предприятий по всей стране — и везде строжайше соблюдались эти меры.

Вплоть до взрыва первой советской бомбы в Семипалатинске в августе 1949 г. зарубежные спецслужбы прогнозировали, что наша страна сможет создать ядерное оружие не раньше 1955 г. Так что секретность проведения этих работ была совершенно оправдана и организована на высшем уровне.

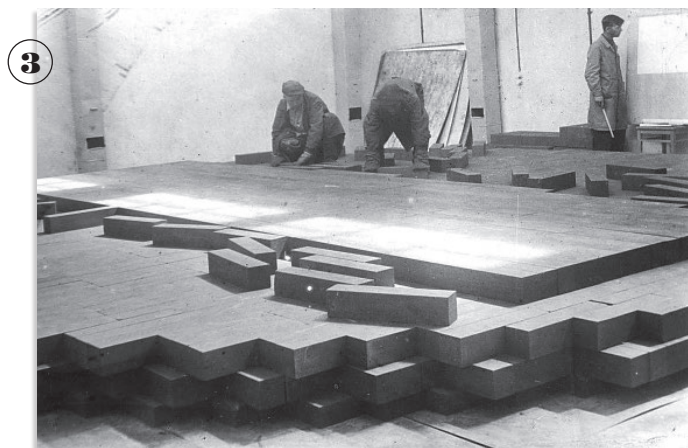
Но вернемся к истории Ф-1. В 1946 г. уже было полноценно налажено производство урана

и графита в промышленных масштабах. Поступившие в Лабораторию № 2 почти 50 т урана и 450 т графита перенесли все в ту же армейскую палатку буквально на руках. С августа по ноябрь 1946 г. И.В. Курчатовым и его сотрудниками были собраны, исследованы и разобраны четыре постепенно увеличивающиеся в объеме модели реактора. Пятая стала действующим реактором Ф-1 — к его сооружению приступили 15 ноября.

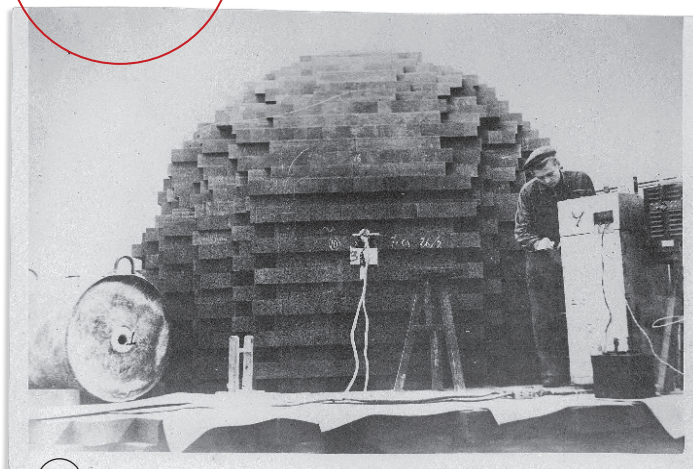
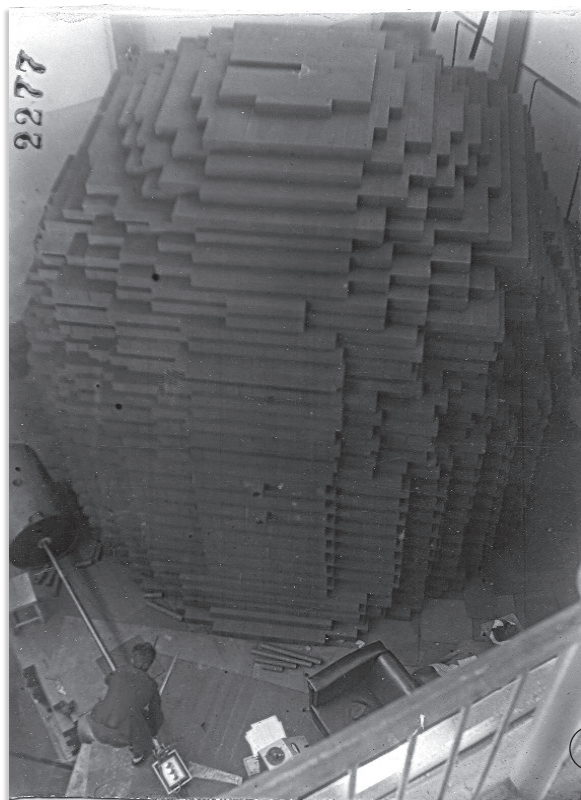
Реактор представлял собой сферу из уран-графитовой решетки, графита, регулирующих стержней, приводимых в действие дистанционно, экспериментальных каналов и колодцев, для защиты от радиации помещенных ниже уровня земли.

Все участники сборки реактора, самому молодому из которых было 15 лет, подписали перед пуском расписку о «неразглашении характера проводимых работ».

О самом волнующем дне «решающего эксперимента» рассказывал непосредственный участник этих событий Б.Г. Дубовский — начальник группы дозиметрии.



1. Сортировка урановых блочков. Фото из научного отчета И.В. Курчатова и И.С. Панасюка, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».
2. Экспозиция в пультовой, 2016 г. НИЦ «КИ».
3. Укладка первых слоев уран-графитовой сферы. Фото из лабораторного журнала, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».
- 4–5. Реактор Ф-1. Сборка и проведение экспериментов на реакторе. Фото из лабораторного журнала. Архив НИЦ «КИ».



5

был пущен первый промышленный реактор для производства плутония — заряда для первой отечественной атомной бомбы, успешно испытанной в 1949 г. под руководством И.В. Курчатова на Семипалатинском полигоне. Ядерный паритет был установлен.

Трудно переоценить огромное значение сооружения за 16 месяцев реактора Ф-1 в послевоенной, лежащей в руинах стране. Без того легендарного пуска декабрьским вечером 1946 г. не состоялся бы советский атомный проект, давший рождение атомной энергетике, ядерной медицине, новому материаловедению, информационным технологиям, ускорительным технологиям, радиобиологии. Но тогда главная цель И.В. Курчатова и его коллег была одна — пуск реактора Ф-1 позволил нашей стране получить собственное ядерное оружие, а значит, обеспечить свою безопасность.

Это были не пустые слова: холодная война началась, уже создавались планы ядерных бомбардировок СССР: «Дропшот», «Троян», согласно которому 1 января 1950 г. на основные города СССР должно было упасть 300 ядерных и 20 тыс. обычных бомб. Этого не случилось во многом благодаря тому решающему эксперименту 25 декабря 1946 г.

— Екатерина Борисовна, в каком состоянии находится Ф-1 сейчас?

— Сейчас реактор Ф-1 находится на территории Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», он переведен в режим охраны и в нем с 2016 г. работает экспозиция, где можно познакомиться с историей создания этого уникального памятника науки и техники. Посетители здесь могут в буквальном смысле слова прикоснуться к истории советского атомного проекта. ■

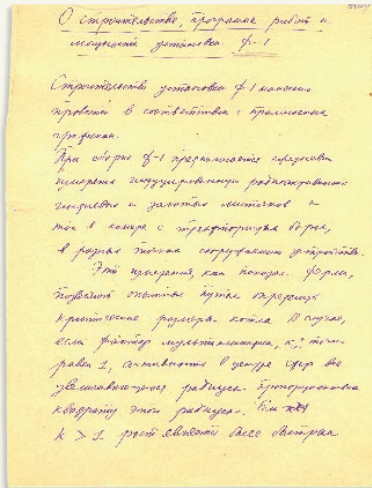
Беседовала Янина Хужина

На следующий день после пуска реактора в Лабораторию № 2 приехал куратор советского атомного проекта Л.П. Берия, которому И.В. Курчатов продемонстрировал управляемую цепную реакцию деления ядер урана. На осуществление этого грандиозного проекта понадобилось всего 16 месяцев!

28 декабря 1946 г. Л.П. Берия, И.В. Курчатов, Б.Л. Ванников и М.Г. Первухин отправили И.В. Сталину докладную записку, в которой говорилось: «С помощью построенного уран-графитового котла мы теперь в состоянии решить важнейшие вопросы и проблемы промышленного получения и использования атомной энергии».

— А что было потом?

— Со дня пуска работы на Ф-1 шли круглосуточно. Сотрудники Лаборатории № 2 постоянно проводили опыты, проверяя все исходные физические и технические данные для строительства уже промышленного уран-графитового реактора по наработке плутония. 22 июня 1948 г. на Урале



Записи И.В. Курчатова
о строительстве, программе работ
и мощности установки Ф-1. Автограф,
1946 г. Архив НИЦ «КИ».

НИЦ «Курчатовский институт» располагает уникальными архивными записями, в которых ученые раскрывают наиболее интересные детали создания первого в Евразии ядерного реактора Ф-1. В советские годы строительство реактора было строго засекречено, в документах объект называли «монтажной мастерской», или «зданием К.». Сегодня же об успехах беспрецедентного проекта ученые Курчатовского института говорят часто и с большим удовольствием. В честь 75-летнего юбилея Ф-1 Курчатовский институт поделился самыми интересными отрывками из воспоминаний о создании реактора.



В.В. Гончаров, помощник начальника Лаборатории № 2, отработывал чистоту графита:

Первый советский реактор Ф-1 был создан быстрее, чем американский, а экспериментальные возможности его были значительно шире американского. В СССР задача решалась в тяжелый период войны и в первый год восстановления народного хозяйства, понесшего огромные материальные и людские потери. И решена она была у нас только своими силами.

Во время этих запусков реактора на большую мощность в частности проводилось облучение больших порций урана для последующего выделения из него весовых количеств нептуния и плутония.

Бригада участников сооружения и запуска реактора Ф-1 во главе с И.В. Курчатовым вскоре направилась в Челябинск-40 (объект «Маяк» на Урале), где началось строительство первого промышленного реактора, проектированием которого И.В. Курчатов и В.И. Меркин занимались еще в 1945 г.



К.Н. Мухин, сотрудник Лаборатории № 2:

Наши измерения не требовали запуска реактора на большую мощность и были вполне безопасны для обслуживающего персонала. Если же возникала необходимость в большой мощности, то реактор запускался дистанционно (из Главного здания, отстоящего от него более чем на полкилометра). В отличие от первого американского реактора наш имел воздушное охлаждение и позволял осуществлять подобные запуски. Их проводили в отсутствие людей на территории лаборатории (по воскресеньям) и на местном жаргоне называли «свадьбой» (кстати, на этом жаргоне графитовая призма И.С. Панасюка называлась «кучей», а подземная лаборатория И.В. Курчатова — «погребом»).



В.К. Лосев, лаборант:

Измерения велись круглосуточно в течение всего года, поэтому внутри палатки была вырыта землянка для нас, лаборантов, в которой стоял стол с пересчетным устройством, а также полевые телефоны, связывающие нас с кабинетами И.В. Курчатова и И.С. Панасюка. Измерения велись А.К. Кондратьевым, Н.Е. Юковичем, А.И. Пивоваровым и автором этих строк. В лаборатории было 90 кг закиси окиси U_3O_8 в виде плиток и 218 кг металлического порошка, который был рассортирован в противни размером, позволяющим задвигать их в графитовые призмы. С ними-то и приключилась беда — самопроизвольное возгорание.

Произошло это в мое дежурство, хорошо запомнил, была суббота. Получив задание для измерения вторичных нейтронов у И.С. Панасюка, я приступил к работе. Время — 18:00. Прошло примерно часа два, и после очередной перестановки источника я спустился в землянку, стал записывать показания. Внезапно чувствую, что тянет гарью. Я наверх, вижу, что из противней идет дым. Что делать? Растерялся, потом сообразил — надо звонить. Кубарем в землянку, звоню Игорю Семеновичу (Панасюку. — Примеч. ред.), объясняю, горит уран. Он не верит. Повторяю снова, что горят противни. Буквально через несколько минут он был в палатке. Вдвоем стали разбрасывать графит, который мешал приблизиться к огню. Затем, когда добрались до железок, попытались взяться за ручки, пустив в ход свои шарфы. Противни настолько раскалились, что сбросить их на пол не было возможности. Наконец нам удалось их вытащить. Панасюк попросил меня позвонить Игорю Васильевичу и доложить о происходящем. Вода, которой мы пытались потушить огонь, не помогла, наоборот, пламя еще больше увеличилось. Игорь Васильевич посоветовал водой не заливать и вскоре пришел сам. До его прихода Дмитрий Семенович Перверзев позвонил в комендатуру, вызвал охрану. Палатку оцепили, кто-то вызвал пожарных, но их так и не пустили. Потом сотрудники охраны вырубали пол и вместе с ним вынесли противни из палатки, где их забросали песком. А в воскресенье, как просил Игорь Васильевич, пришли продолжать добывать пожар И.С. Панасюк, Б.В. Курчатов, Н.Е. Юкович и я. Только начинали освобождать уран от песка, он тут же снова воспламенялся. Стали сыпать порошок в ведро с водой маленькими дозами. Наконец справились. Впоследствии нам выдали премию за ликвидацию пожара. Вскоре стал поступать уран с завода в виде блочков, а злосчастные противни сдали на склад.

Б.А. Прядехин, лаборант:



Мы — те, кто укладывал графитовые блоки и «заряжал» их металлом, — испытывали огромное желание приблизить день пуска. Работали с огоньком. Наконец уложены последние блоки, наведен порядок.

10001752 Москва 25 июля 1946 г.
Мы измерили вторичные нейтроны, окружив в палатке все 70, 250 бочек — сачками в здании № 4 25 июля 1946 г. после 3-х часов дня.

1.	Муратов И.И.	Муратов
2.	Мурза	Мурза
3.	Киселев	Киселев
4.	Бадуркин	Бадуркин
5.	Прядехин	Прядехин
6.	Романов	Романов
7.	Шабунин	Шабунин
8.	Шкин	Шкин
9.	Дубовский	Дубовский
10.	Васков	Васков
11.	Володин	Володин
12.	Виношин	Виношин
13.	Метерун	Метерун
14.	Эйза	Эйза
15.	Александров	Александров
16.	Панасюк И.С.	Панасюк
17.	Иванов К.И.	Иванов
18.	Макаров Ч.С.	Макаров

Расписка о неразглашении характера проводимых работ, данная участниками строительства и пуска реактора Ф-1, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».

Этот день ждали как праздник. Вот я и решил верх кладки украсить цветами. Слетали с ребятами в финский домик и принесли цветущую герань, еще какие-то цветы в горшках. Установили на самом верху кладки.

Черный графит, ярко-красная герань и зелень выглядели очень красиво. Но... И.С. Панасюк эту композицию воспринял совсем иначе. Он устроил настоящий «разгон» по этому поводу и приказал немедленно убрать «грязь». Вот тебе и цветы.

А.К. Кондратьев, лаборант:

В августе 1943 г. я пришел в Пыжевский институт работать в институт. И.С. Панасюк сказал:

— Подожди, мальчуган. Сейчас к тебе выйдет дедушка с бородой, он с тобой обо всем подробно и побеседует.

Через некоторое время на пороге появился чернобородый мужчина, как мне тогда показалось, очень сильный и очень высокий.

— Как твоя фамилия? — спросил он.

— Кондратьев.

— Так. А имя, отчество?



— Алексей... Кузьмич.
 — А тебе лет сколько?
 — Тринадцать с половиной.
 — Ну что ж, Кузьмич, возьмем тебя работать. Вырастешь, учиться будешь.
 С тех пор и звал меня Игорь Васильевич Кузьмичом.

На следующий день я пришел на работу. Проработал всего два часа — говорят: хватит, отдыхай. На второй день я уже работал как все — и как всем мне на обед, к моему удивлению, принесли булку и молоко.

Игоря Васильевича видел часто. Он приходил к нам каждый день, интересовался, как идут дела. Сам он работал очень много.

Мне вспоминается и смешной, и грустный эпизод, который произошел со мной и свидетелем которого был Игорь Васильевич.

Однажды я проводил измерения образца урана (тогда шли опыты по изучению графита и урана). И надо же так случиться, что во время опыта я случайно разбил дорогой хронометр. От горя и злости на самого себя я аж расплакался. Вдруг входит Игорь Васильевич.

— Ты чего плачешь, Кузьмичишко?
 — Хронометр разбил, — сказал я сквозь слезы.

— Ничего, Кузьмич, самое главное — себя не повредил, — стал успокаивать меня Курчатов, — а другой есть?

— Есть, — ответил я, сопя и постепенно успокаиваясь. Слезы у меня начали уже высыхать.

— Ну вот и хорошо. Продолжай работать. — Игорь Васильевич ушел.



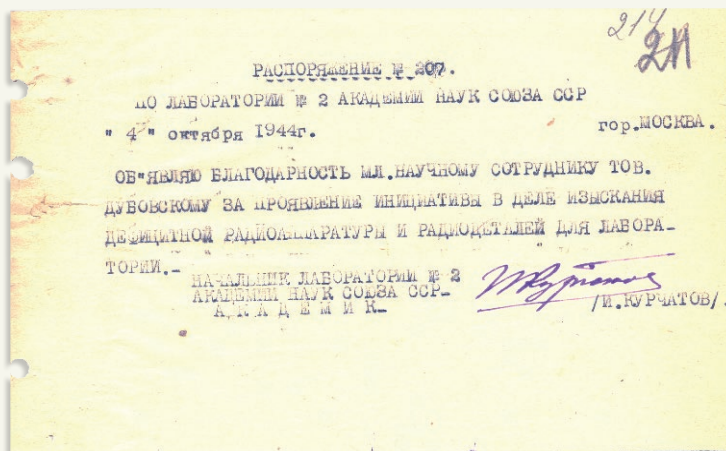
Б.Г. Дубовский, начальник группы дозиметрии:

К 14 часам 25 декабря 1946 г. закончили кладку 62-го слоя: к этому времени в реактор было загружено

45 т урана и 450 т графита. Находившемуся в тот час в другом здании Курчатову сообщили по телефону, что реактор вроде бы готов к пуску.

Игорь Васильевич приказал прекратить все работы, отпустил отдыхать рабочих и лаборантов, собиравших два последних слоя. В подземной лаборатории «Монтажных мастерских», кроме самого Курчатова, остались лишь четверо: Игорь Семенович Панасюк — ответственный за физику реактора, Евгений Николаевич Бабулевич — ответственный за СУЗ (*система управления и защиты*. — *Примеч. ред.*), Алексей Кузьмич Кондратьев — в качестве лаборанта и я — как ответственный за радиационную безопасность и контроль построения кривой приближения к критическому состоянию. Для безопасности Курчатов удалил сотрудников охраны и велел организовать оцепление. Включили все приборы, могущие сигнализировать о радиационной опасности. Проверили исправность СУЗ и КИП (группы контрольно-измерительных приборов). Аварийные стержни извлекли из реактора полностью и оставили в положении «на взводе», из которого их за секунду можно было бы сбросить в реактор. Затем Курчатов собственноручно начал подъем последнего — регулирующего — стержня. Волновались, конечно... В подземной лаборатории, у пульта управления реактором стояла тишина. Слышны были лишь щелчки из репродукторов, транслировавших импульсы нейтронных индикаторов, и краткие команды Курчатова.

Вначале реакция нарастала медленно, время удвоения ее интенсивности составляло более десяти минут. Постепенно, шаг за шагом, Курчатов поднимает регулирующий стержень все выше. Когда время удвоения сократилось до 134 с, все световые и звуковые индикаторы, отражающие ход развития цепной реакции, стали «захлебываться»: цепная реакция пошла в шесть часов вечера. К ночи саморазвивающаяся цепная реакция была погашена, Игорь Васильевич поздравил всех участников пуска и сказал: «Вот и достигли»...



Благодарность младшему научному сотруднику Б.Г. Дубовскому, 1944 г. Архив НИЦ «КИ».



**С.А. Баранов, сотрудник
Лаборатории № 2:**

Сейчас декабрь, вот-вот произойдет грандиозное, будет пущен первый на нашем континенте котел — уран-графитовый реактор. Внешнее здание реактора не блещет архитектурным талантом, скорее напоминает здание небольшого цеха какого-либо металлургического или механического завода. Сердце этого здания — реактор, он расположен в котловане — глубоком подвале этого здания.

Сегодня, 25 декабря 1946 г., была наконец осуществлена впервые в СССР и Европе цепная ядерная реакция! Реактор работает!.. Итак, крупная научная победа осуществлена! Она реальна, зрима! Впереди еще много задач, очень сложных задач, от решения которых зависит ой как многое и, может быть, вечное шекспировское «быть или не быть» для нашего государства. Это сделанное «большое» не есть преддверие к выпуску «джинна из бутылки». Его уже выпустили впервые в Нью-Мексико американцы. Наше преддверие иное — запрятать «джинна» назад в бутылку. Обязательно запрятать. Ибо трагедия Хиросимы и Нагасаки — суперпреступление против человечества.

1

Ну эта ухура, видно, ты на
 бортов стороне согласован с физическим
 котлом нейтронной реакцией на
 мощность в 1 квт, как правило, сурро-
 венты отдают на мощность, на-
 предельно 10 квт
 Следующий, однако, предельно возможной
 возможности в новинку мощность
 (при нулевой температуре стравли-
 вания и вращающемся) в 1 квт/мин
 срок, не предельно возможной (два),
 но более работы котла в этой форме
 критичности и ее фазы, не фазы, но
 в 7-й день, котла закончен, след-
 поведением в здании блока
 радиохимии

10.05.46

2

101 01753 3

Мы, нижеподписавшиеся, обязуемся сохранять в тайне все то, что нам было сообщено И.В.Курчатовым и И.С.Панасюком 1-го февраля 1947 года в совместной беседе относительно работающей системы и самого факта ее существования:

1/5 77.

1. МИГДАЛ А.В. *Алигула*
 2. ФЕЙНБЕРГ С.М. *Фейнберг*
 3. ФЕЙНБЕРГ Е.Л. *Фейнберг*
 4. Франс Ж.М. *Франс*

3



1. Записи И.В. Курчатова о строительстве, программе работ и мощности установки Ф-1. Автограф, 1946 г. Архив НИЦ «КИ».
2. Расписки о неразглашении характера проводимых работ, 1947 г. Архив НИЦ «КИ».
3. Здание реактора Ф-1 на территории НИЦ «КИ», 2021 г.



ПАСПОРТ НУЖЕН КАЖДОЙ КОЖЕ

Тело человека уникально. Взять хотя бы родинки, которые превращают нашу кожу в «карту созвездий». Однако некоторые из них могут быть потенциально опасными. Вовремя заметить угрозу позволяет метод фотофиксации, известный сегодня под названием «паспорт кожи». Об этом — наш разговор с **Николаем Николаевичем Потекаевым**, главным внештатным дерматовенерологом и косметологом Министерства здравоохранения РФ, директором Московского научно-практического центра дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения Москвы.



Доктор медицинских наук Н.Н. Потехаев

— **Николай Николаевич, прежде всего, расскажите, чем уникальна человеческая кожа.**

— Во-первых, это самый крупный орган человека. Она занимает около 2 м². Во-вторых, кожа включает в себя огромное количество механизмов защиты организма человека. При этом она содержит различные рецепторы, которые отвечают за тепло, холод, чувствительность к прикосновениям, а также позволяют человеку уберечь себя от неприятностей. Скажем, прикоснувшись к горячему чайнику, мы сразу чувствуем жар и отдергиваем руку, чтобы не получить ожог.

Помимо этого, кожа позволяет осуществлять терморегуляцию. На холоде она становится более бледной для сохранения энергообмена, а на жаре выделяет большое количество пота для охлаждения организма. Это один из самых важных органов наряду с сердцем, печенью, почками и головным мозгом.

— **Может ли кожа сигнализировать о возможных заболеваниях?**

— Да, кожа может давать сигналы о каких-либо поражениях или заболеваниях внутренних органов. Например, недостаток кислорода проявляется в виде посинения носогубного треугольника, синюшности кончиков пальцев. А это типичное проявление нарушения сердечно-сосудистой деятельности. Проще говоря, сердце не может эффективно качать кровь по организму, а значит, организм не получает кислорода.

При поражении печени кожа желтеет. А румянец на лице может быть после мороза или сигналом о поражении сердца. Если человек страдает от эндокринных заболеваний, кожа становится бледной, дряблой.

— **Может ли человек по состоянию собственной кожи определить те или иные симптомы?**

— Человек может предъявить жалобы. Те или иные симптомы и как их трактовать, определяет только врач-дерматолог.

— **Когда говорят об онкологических заболеваниях, чаще всего упоминают рак молочной железы и рак легких. Какое место по заболеваемости занимает рак кожи?**

— Рак кожи, то есть все злокачественные новообразования, занимает первое место по выявляемости у лиц старше 60 лет. У женщин рак кожи занимает второе место после рака молочной железы, а у мужчин — третье место после рака простаты и рака бронхолегочной системы.

— **То есть это достаточно частое явление?**

— Да, верно.

— **Какие механизмы диагностики и дальнейшего лечения рака кожи разработаны на сегодня?**

— Основа диагностики — осмотр пациента и установление диагноза врачом-дерматовенерологом. Для этого специалист использует не только глаза и собственный опыт, но и в ряде случаев вспомогательные методы, например дерматоскопию. С помощью специального прибора, дерматоскопа, который позволяет многократно увеличивать изображение поверхности кожи, врач может более детально изучить структуру и внешний вид того или иного ее изменения. Это особенно важно, если речь идет о новообразованиях меланоцитарного типа, то есть о пигментном образовании. Меланома — самая страшная опухоль человека наряду с глиобластомой, опухолью головного мозга.

Так вот, дерматоскоп позволяет детально изучать родинки, которые внешне могут казаться безопасными. С помощью этого прибора врач может рассмотреть нюансы, которые егостораживают. При подозрении на наличие злокачественного новообразования на коже дерматовенеролог направляет пациента к онкологу.

— **В продолжение темы диагностики кожи хотелось бы подробнее узнать о формировании паспорта кожи. В чем суть этого метода?**

— Суть метода заключается в фотофиксации всех новообразований, в первую очередь меланоцитарного порядка. При помощи специального оборудования мы фиксируем все новообразования на всех участках кожного покрова пациента. И, что особенно важно, при составлении паспорта кожи используются и фотографии кожных покровов, и дерматоскопические изображения конкретных участков.

Далее каждый элемент получает собственный порядковый номер, и при последующих исследованиях мы можем отследить динамику изменений тех или иных новообразований на коже. В первую очередь речь идет о невусах, или родинках.

Скажем, у человека может быть тысяча новообразований. Ясно, что он сам лично не сможет ни посчитать их, ни, тем более, заметить, произошло ли какое-то изменение конкретной родинки, стала она более темной или более выпуклой и т.д. Даже врач затруднится провести диагностику при таком обилии родинок. Поэтому новейшее оптическое оборудование, совмещенное с серьезной компьютерной программой и возможностями искусственного интеллекта, позволяет составить паспорт кожи, который содержит информацию о том, сколько элементов, где они расположены в зависимости от порядкового номера, произошло ли с ними какое-либо изменение при повторном проведении исследования через полгода или год.

— **То есть важна некая периодичность? Если у человека много родинок, желательно проверяться чаще?**

— Да, хотя бы раз в год. При первом посещении врач определит, как часто нужно обращаться. Бывает большое количество невусов и родинок исключительно доброкачественных в плане прогноза, но есть и те, которые остаются доброкачественными, но с точки зрения прогноза могут потенциально перерасти в опухоль.

— **А вообще, «много» родинок — это сколько?**

— На самом деле все очень индивидуально. В целом от 30 до 50 родинок для человека нормально. При этом замечу, что они могут быть совершенно разными. Это может быть простой невус, а может — папилломатозный невус, или внутридермальный невус, который даже не особо пигментный. Но если родинок больше 100, здесь требуется особое внимание.

Говоря о составлении паспорта кожи, надо отметить, что эта система очень полезна в плане ведения так называемой диспансерной группы пациентов, то есть людей, у которых есть предшественники меланомы — родинки, которые могут превратиться, трансформироваться в меланому, например так называемый диспластический невус. В нашем Центре неинвазивной диагностики кожи мы ведем реестр таких пациентов.

— **Какие типы заболеваний кожи особенно распространены в нашей стране?**

— Заболевания кожи встречаются во всех странах мира, и отличий как таковых нет. Например, по заболеваемости меланомой среди стран мира Россия находится примерно в середине. При этом есть страны, в которых это заболевание достаточно серьезно и многократно превышает российский уровень. В качестве примера

можно привести Австралию, в которой меланома встречается в десять раз чаще, чем в России. Дело в том, что этнически и генетически население Австралии представляют выходцы с северных территорий, в том числе из Великобритании, где совершенно иная климатическая зона. При этом в Австралии, как мы знаем, жаркий климат, больше солнца, поэтому и меланомы встречаются чаще. Солнце — это один из главных факторов, который может спровоцировать развитие злокачественных новообразований на коже.

— **То есть климатические характеристики тоже серьезно влияют на вероятность подобных заболеваний?**

— Да. Поскольку Россия находится в средней климатической зоне, то и уровень заболеваемости меланомой сравним с уровнем в Центральной Европе.

Но здесь мы сталкиваемся с неким парадоксом. Казалось бы, заболеваемость меланомой должна быть выше там, где больше солнца. Но за исключе-



Работа лаборатории МНПЦДК в период новой коронавирусной инфекции (вверху). Заведующий лабораторией патоморфологии кожи М.А. Бобров (внизу). Источник: Московский научно-практический центр дерматовенерологии и косметологии.

нием Австралии заболеваемость меланомой выше среди людей, проживающих на северных территориях. Почему? Ответ прост. Желая восполнить недостаток солнечного света, люди пользуются соляриями, ездят на курорты, где стараются как можно больше загорать. Но их кожа оказывается совершенно не готовой к этому.

— **А какие еще заболевания вызывают озабоченность врачей?**

— Сегодня вызывают озабоченность как минимум два хронических и распространенных заболевания — псориаз и атопический дерматит. Они очень часто встречаются в практике дерматолога. Так, псориазом болеет примерно 3% населения планеты, то есть миллионы людей. Это очень актуальная проблема, поскольку до сих пор не найдено способа излечения от псориаза. Пока в арсенале дерматологов лишь методы продления ремиссии, то есть периода, когда на коже отсутствуют псориатические поражения и пациент внешне выглядит абсолютно здоровым. Но надо понимать, что рано или поздно возможен рецидив и заболевание возвращается вновь.

Что касается атопического дерматита, то его связывают с диатезом у детей. Как правило, именно диатез считается первым проявлением атопического дерматита в будущем. К счастью, атопический дерматит в отличие от псориаза вылечивается полностью. И зачастую, начавшись в детском возрасте, заболевание проходит уже в пубертатном периоде и после 20 лет. Однако у атопического дерматита есть другой существенный и неприятный аспект — он нередко сочетается с бронхиальной астмой. Именно поэтому дерматологи при

лечении пациентов активно сотрудничают с аллергологами-иммунологами, а также с пульмонологами, решая эту проблему сообща.

— **Поговорим о задачах, которые привнесла пандемия COVID-19. Насколько мне известно, вы автор первой классификации кожных проявлений, связанных с новой коронавирусной инфекцией. Как она формировалась и что известно на сегодня?**

— Наша классификация кожных поражений при новой коронавирусной инфекции была опубликована в августе 2020 г. в международном журнале *International Journal of Dermatology*. Что нас подтолкнуло к созданию этой классификации? Поводом послужила публикация коллег из других стран. В марте 2020 г. мы впервые увидели интересный материал — фотографии больных коронавирусной инфекцией, у которых были кожные поражения. Этот атлас, назовем его так, был подготовлен испанскими врачами, дерматологами и терапевтами. В нем содержалась информация о 375 наблюдениях и изменениях, которые присутствовали у больных. Это были случаи, которые наблюдали и мы в своей работе. Собрав материал, к лету 2020 г. мы предложили уже свое видение и представили семь групп заболеваний.

Одно из самых главных и ключевых проявлений — это ангииты, или васкулиты, кожи, то есть сосудистые воспалительные поражения нижних и верхних конечностей. В структуре поражений кожи при COVID-19 ангииты — не самый распространенный тип. Но именно это заболевание чаще наблюдается в стационарах.



Центр неинвазивной диагностики кожи МНПЦДК (слева). Аппарат цифровой дерматоскопии (справа).
Источник: Московский научно-практический центр дерматовенерологии и косметологии.

В амбулаторных условиях при легком течении коронавирусной инфекции встречаются другие поражения, например «ковидные пальцы». Это покраснение кончиков пальцев, то есть буквально неразвившаяся форма ангиита. Проще говоря, если заболевание протекает легко, то проявляются лишь «ковидные пальцы». Но если мы говорим о тяжелом ходе болезни, когда наблюдается поражение легких, высокая температура, то и поражение кожи тоже прогрессирует. Помимо прочего в классификацию включены крапивница и даже розовый лишай.

Если говорить о том, насколько часто встречаются кожные поражения у пациентов с коронавирусной инфекцией, то, исходя из данных в научной литературе и результатов, которые поступают из медучреждений, могу сказать, что кожные поражения встречаются примерно у 6% больных.

— Встречаются ли в практике осложнения от коронавирусной инфекции в виде кожных заболеваний?

— Да, я наблюдал достаточно много больных, которые обращались ко мне после перенесенной коронавирусной инфекции с кожными поражениями. Но здесь позволю себе процитировать одну латинскую поговорку: «После не значит вследствие». То есть это были пациенты с ангиитами, которые возникли через два месяца после перенесенной коронавирусной инфекции. Связано ли это напрямую с COVID-19, сложно сказать.

Однако наблюдаются последствия коронавирусной инфекции в виде постковидной алопеции, то есть выпадения волос. После того как человек уже выздоровел, приступил к работе, прошло шесть, семь или даже восемь недель, вдруг возникает диффузное выпадение волос. Причем такое, что люди теряют до 40%, а порой и до 50% волос на голове. И это, конечно, становится заметно, вызывая ощутимый внутренний дискомфорт, особенно у женщин.

— Это обратимый процесс? Или человеку в дальнейшем может потребоваться пересадка волос?

— Нет, конечно, никакая пересадка волос не потребуется. Специфика процесса хорошо понятна. Прежде всего, хочу успокоить всех, кто оказался жертвой этих обстоятельств, потому что таких людей очень много, примерно 35%, — то есть треть лиц, которые перенесли коронавирусную инфекцию, страдают от выпадения волос. Речь идет о телогеновой алопеции. Что это значит? Если волос растет, то это значит, что он находится в фазе анагена, если выпадает — в фазе телогена. В нормальном состоянии около 80% наших волос находятся в фазе анагена, то есть роста, а остальные 20% — в фазе телогена. После перенесенной коронавирусной инфекции эта пропорция меняется.

— Почему это происходит?

— Существует множество мнений, дискуссии ведутся до сих пор. Например, зарубежные коллеги считают, что имеет место прямое воздействие вируса на волосяной фолликул, что и приводит к выпадению. Предлагаются также гипотезы о том, что на этот процесс могут влиять медиаторы воспаления, цитокины и интерлейкины.

В нашем центре мы провели серьезное научное исследование на эту тему. Биопсия пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию, показала, что на самом деле ничего особенного с волосяным фолликулом не происходит. Мы не обнаружили какого-то серьезного инфильтрата, который сдавливал бы фолликул, мы не нашли васкулита, который мог бы нарушать питание волоса. По большому счету наблюдалось все то же значительное количество волос в фазе телогена, выпадения, но в целом структура кожи была абсолютно нормальной.

Это говорит о том, что, скорее всего, выпадение волос связано с сильным стрессом, который испытывает пациент во время заболевания. Дело в том, что волос покидает свой волосяной фолликул не сразу, а через какое-то время. Вероятно, именно поэтому заметное выпадение наблюдается не в момент заболевания, а спустя несколько недель.

— Врачи всегда напоминают нам о том, как важна профилактика. Если мы говорим о кожных заболеваниях, какова профилактика в этом случае?

— Профилактика заболеваний кожи мало чем отличается от общих гигиенических рекомендаций. Существуют определенные правила, которые необходимо соблюдать лицам, склонным, например, к сухости кожи. Не стоит злоупотреблять водными процедурами, потому что вода сушит кожу, смывая водно-липидную мантию. Это специальная пленка на коже, которая защищает ее от внешних воздействий, в том числе от бактериальных и вирусных агентов. Поэтому кожу нужно увлажнять.

Если мы говорим о профилактике старения, то стоит защищать кожу от солнечных лучей. Существует такой термин, как «солнечная геродермия», то есть старение кожи под воздействием солнца, или фотостарение. Напомню, что ультрафиолетовые лучи не только провоцируют появление новообразований на коже, но и негативно влияют на эластические волокна. Эластика, то есть упругость, тургор кожи — это один из важных факторов, определяющих ее внешний вид. Гладкая эластичная кожа — это признак молодости. Если кожа дряблая и морщинистая, то речь, скорее всего, идет о возрастных изменениях. И именно солнце, к сожалению, способствует ускорению этих изменений. Поэтому стоит как минимум пользоваться фотозащитными средствами перед выходом на солнце. ■

Беседовала Анастасия Рогачева



Искусст- венный физик

Системы машинного обучения продемонстрировали ошеломляющий прогресс в пограничных областях экспериментальной квантовой физики

Анил Анантхасвами

Ф

изик, специалист в области квантовой физики Марио Кренн (Mario Krenn) вспоминает, как в начале 2016 г. он сидел в кафе в Вене, просматривая компьютерные распечатки, пытаясь осмыслить то, что обнаружил *MELVIN*. *MELVIN* — это созданный Кренном самообучающийся машинный алгоритм, что-то вроде искусственного интеллекта. Его назначение — перемешивать и сопрягать строительные блоки стандартных экспериментов квантовой физики и находить решения новых проблем. Он действительно помог найти много интересных задач. Но было одно решение, которое не имела смысла. «Первое, что я подумал: "В программе ошибка, потому что такое решение не может существовать"», — вспоминает Кренн.

ОБ АВТОРЕ

Анил Анантхасвами (Anil Ananthaswamy) — автор книг «Границы физики» (*The Edge of Physics*), «Человек, который там не был» (*The Man Who Wasn't There*) и «Через две двери разом: изящный эксперимент, раскрывающий тайну нашей квантовой действительности» (*Through Two Doors at Once: The Elegant Experiment That Captures the Enigma of Our Quantum Reality*).



MELVIN, казалось бы, решил проблему создания очень сложных квантовых перепутанных многофотонных состояний (квантовые перепутанные состояния — это те состояния, которые когда-то заставили Альберта Эйнштейна вызвать фантом «призрачного дальнего действия»). Кренн, Антон Цайлингер (Anton Zeilinger) из Венского университета и их коллеги не задали алгоритму правила генерирования таких сложных состояний явным образом, но он сам отыскал способ. В конце концов Кренн понял, что *MELVIN* заново открыл тип экспериментальной схемы, которая была придумана еще в начале 1990-х гг. Однако те эксперименты были намного проще. *MELVIN* решил гораздо более сложную проблему. «Когда мы поняли, что происходит, мы сразу же сумели обобщить [решение]», — говорит Кренн, который в настоящее время работает в Университете Торонто.

С тех пор и другие научные группы начали проводить эксперименты, придуманные системой *MELVIN*, что позволило им по-новому проверить концептуальные принципы квантовой механики. Тем временем Кренн, работая с коллегами в Торонто, усовершенствовал свои алгоритмы машинного обучения. Их последняя разработка, программа искусственного интеллекта под названием *THESEUS* («Тесей» — в честь героя греческой мифологии, одолевшего Минотавра. — Примеч. пер.), повысила ставки: она на несколько порядков быстрее, чем *MELVIN*, и человеку легче интерпретировать ее выходные данные. Если Кренну и его коллегам требовались дни или даже недели, чтобы разобраться в загогулинах результатов алгоритма *MELVIN*, то понять, что говорит им *THESEUS*, они могут почти сразу же. «Это потрясающая работа», — говорит физик-теоретик, специалист по квантовой физике Ренато Реннер (Renato Renner) из Института теоретической физики Швейцарской высшей технической школы Цюриха, который провел критический разбор изучения системы *THESEUS* 2020 г., но сам непосредственного участия в этом не принимал.

Кренн наткнулся на эту исследовательскую программу почти случайно, когда с коллегами

пытался выяснить, как экспериментально создать перепутанные особым образом квантовые состояния фотонов. Когда два фотона взаимодействуют, они становятся квантово перепутанными и оба могут быть математически описаны с помощью одного общего квантового состояния. Если вы измеряете состояние одного фотона, это измерение мгновенно фиксирует состояние другого, даже если они находятся на расстоянии многих километров друг от друга (отсюда иронические комментарии Эйнштейна о «призрачной» природе перепутанности).

В 1989 г. три физика — Дэниел Гринбергер (Daniel Greenberger), покойный Майкл Хорн (Michael Horne) и Антон Цайлингер — описали квантовое перепутанное состояние, которое получило название ГХЦ (по их инициалам). В нем участвуют четыре фотона, каждый из которых может находиться в квантовой суперпозиции, скажем, двух состояний, 0 и 1 (квантовое состояние, называемое кубитом). В их статье состояние ГХЦ представляло собой квантовое перепутывание четырех кубитов, так что вся система находилась в двумерной квантовой суперпозиции состояний 0000 и 1111. Если вы измерили один из фотонов и обнаружили его в состоянии 0, суперпозиция схлопнулась и другие фотоны также окажутся в состоянии 0. То же самое происходило и с состоянием 1. В конце 1990-х гг. Цайлингер и его коллеги впервые экспериментально наблюдали ГХЦ-состояния, используя три кубита.

Кренн с коллегами намеревался получить ГХЦ-состояния более высокой размерности. Они хотели работать с тремя фотонами, где каждый имеет размерность 3, то есть может находиться в суперпозиции трех состояний: 0, 1 и 2. Такое квантовое состояние называется «кутрит». Состояние квантовой перепутанности, которое стремилась получить научная группа, представляет собой трехмерное ГХЦ-состояние — суперпозицию состояний 000, 111 и 222. Такие состояния — важный компонент безопасной квантовой связи и более быстрых квантовых вычислений. В конце 2013 г. ученые этой группы потратили

недели, прорисовывая на классных досках схемы экспериментов и выполняя гору вычислений, чтобы посмотреть, сможет ли такая установка генерировать необходимые квантовые состояния. Но каждый раз они терпели неудачу. «Я подумал: это какой-то бред сумасшедшего. Почему мы не в состоянии придумать схему эксперимента?» — вспоминает Кренн.

Чтобы ускорить процесс, сначала Кренн написал компьютерную программу, которая рассчитывала результат для той или иной схемы экспериментальной установки. Затем он усовершенствовал программу, предоставив ей возможность включать в свои вычисления те же строительные блоки — компоненты оборудования, — которые экспериментаторы используют для того, чтобы получать фотоны и манипулировать ими на оптической скамье: лазеры, нелинейные кристаллы, светоделители, фазовращатели, голограммы и т.п. Программа просматривала большое пространство конфигураций путем случайного перемешивания и сопряжения строительных блоков, выполняла вычисления и выдавала результат. Так родился *MELVIN*. «За несколько часов программа нашла решение, до которого мы, ученые, три экспериментатора и один теоретик, не смогли додуматься за несколько месяцев», — рассказывает Кренн. — Это был безумный день. Я не мог поверить в случившееся». После этого он расширил интеллектуальные способности системы *MELVIN*. Каждый раз когда он находил схему установки, которая выполняла какую-нибудь полезную функцию, *MELVIN* добавлял ее в свой арсенал инструментов. «Алгоритм запоминает ее и пытается применить для более сложных решений», — объясняет Кренн.

Именно этот усовершенствованный *MELVIN* заставил Кренна надолго призадуматься в одном из венских кафе. Он запустил программу, загрузив набор инструментов эксперимента, включавший в себя два кристалла, каждый из которых мог генерировать пару квантово перепутанных в трех измерениях фотонов. Кренн наивно ожидал, что *MELVIN* найдет конфигурации, которые объединят эти пары фотонов, чтобы создать перепутанные состояния максимум в девяти измерениях. Но «фактически было найдено решение, невероятно редкий случай, в котором перепутанность намного выше, чем в остальных состояниях», — вспоминает Кренн.

В конце концов он выяснил, что *MELVIN* использовал методику, разработанную несколькими научными группами почти три десятилетия назад. В 1991 г. Синь Юй Цзоу (Xin Yu Zou), Ли Цзюнь Ван (Li Jun Wang) и Леонард Мандель (Leonard Mandel), в то время из Рочестерского

университета, разработали один метод. А в 1994 г. Цайлингеру, работавшему тогда в Инсбрукском университете в Австрии, и его коллегам пришла в голову еще одна идея. Концептуально эти эксперименты были попыткой достичь примерно одинакового результата, но конфигурация, придуманная Цайлингером и его коллегами, более проста для понимания. Эксперимент начинается с того, что в одном кристалле образуется пара фотонов (*A* и *B*). Пути этих фотонов проходят через другой кристалл, в котором также могут образоваться два фотона (*C* и *D*). Пути фотона *A* (из первого кристалла) и фотона *C* (из второго) строго совпадают и ведут к одному и тому же детектору. Когда детектор щелкает, невозможно определить, каким, первым или вторым, кристаллом испущен фотон. То же самое справедливо и для фотонов *B* и *D*.

Фазовращатель — это устройство, которое по сути дела увеличивает путь фотона на величину, составляющую некоторую долю длины его волны. Если на одном из двух путей между кристаллами установить фазовращатель и изменить величину фазового сдвига, в силу интерференции на детекторе можно наблюдать усиление или ослабление сигнала. Пусть, например, каждый кристалл генерирует 1 тыс. пар фотонов в секунду. На интерференционном максимуме (на пике) детекторы будут регистрировать 4 тыс. пар фотонов в секунду. А на интерференционном минимуме (в узле) они не обнаружат ни одного: система в целом не будет создавать никаких фотонов, даже если каждый из кристаллов будет генерировать 1 тыс. фотонов в секунду. «Если вдуматься, это на самом деле выглядит довольно бредовой идеей», — говорит Кренн.

Нетривиальное решение программы *MELVIN* включало такие совпадающие пути. Но смутило Кренна то, что в наборе инструментов алгоритма было всего два кристалла. И вместо того чтобы разместить эти кристаллы в начале экспериментальной установки, алгоритм засунул их внутрь интерферометра (устройства, которое расщепляет путь, по которому летит, скажем, фотон, на два, а затем снова их объединяет). После серьезных усилий Кренн понял, что найденная системой *MELVIN* схема эквивалентна схеме, включающей более двух кристаллов, каждый из которых генерирует пары фотонов, так что их пути к детекторам объединяются в один. Такую конфигурацию можно использовать для получения квантовых перепутанных состояний большой размерности.

Физик Нора Тишлер (Nora Tischler), специалист в области квантовой физики, которая в то время, когда *MELVIN* проходил испытания, была аспиранткой Цайлингера и работала над не связанной с этим темой, обратила внимание на эти

разработки. «С самого начала было ясно, что [такой] эксперимент не был бы проведен, если бы он не был предложен программой», — говорит она.

Помимо формирования сложных квантовых перепутанных состояний, установку с объединяющимися оптическими путями, в которой более двух кристаллов, можно использовать для проведения экспериментов, обобщающих эксперимент Цайлингера 1994 г. по квантовой интерференции с двумя кристаллами. Физик-экспериментатор Эфраим Штейнберг (Aephraim Steinberg), коллега Кренна из Торонто, хотя и не работал над этими проектами, впечатлен тем, что обнаружил искусственный интеллект. «Это обобщение, до которого (насколько мне известно) ни один человек не смог додуматься за прошедшие десятилетия, а возможно, не додумался бы и никогда, — говорит он. — Это первый великолепный пример нового типа исследований, которые мыслящие машины могут взять от нас на себя».

В одной такой обобщенной конфигурации с четырьмя кристаллами, каждый из которых генерирует пару фотонов, у которых часть пути совпадает, и ведет к четырем детекторам, квантовая интерференция может создавать ситуации, когда щелкают либо все четыре детектора (пик интерференционной картины), либо ни один из них (узел интерференционной картины). До недавнего времени проведение такого эксперимента оставалось далекой мечтой. И вот в мартовском препринте группа под руководством Лань-Тянь Фэна (Lan-Tian Feng) из Научно-технического университета Китая в сотрудничестве с Кренном сообщила, что они изготовили всю установку на одной оптической интегральной схеме (ИС) и провели эксперимент. Ученые собирали данные более 16 часов: такое достижение стало возможным благодаря невероятной стабильности оптической ИС, какой было бы невозможно достичь в более масштабном настольном эксперименте. Хотя бы потому, что, по словам Штейнберга, для подобной установки потребовалось бы множество оптических элементов общей площадью около 1 м^2 , с высокой точностью отъюстированных на оптической скамье. Кроме того, «дрожания или смещения на тысячную долю толщины человеческого волоса одного из оптических элементов в течение этих 16 часов могло быть достаточным, чтобы разрушить эффект», — объясняет он.

Во время своих первых попыток упростить и обобщить то, что обнаружил MELVIN, Кренн и его коллеги поняли, что решение напоминает абстрактные математические формы, называемые графами, которые содержат вершины и ребра и используются для отображения парных отношений между объектами. В случае этих квантовых экспериментов каждый путь, по которому проходит фотон, представлен одной

из вершин графа. А, например, кристалл представляет собой ребро, соединяющее две вершины. Сначала MELVIN построил такой граф, а затем выполнил над ним математическую операцию. Операция, называемая идеальным соответствием, представляет собой построение эквивалентного графа, в котором каждая вершина соединена только с одним ребром. Этот процесс значительно упрощает вычисление конечного квантового состояния, хотя людям понять его все еще трудно.

Ситуация изменилась с появлением преемника алгоритма MELVIN — программы THESEUS, которая генерирует гораздо более простые графы, отбрасывая все лишнее в первом сложном графе, отображающем найденное программой решение, сводя таким образом его к графу с минимальным количеством ребер и вершин (так что любое дальнейшее удаление разрушает способность установки генерировать желаемые квантовые состояния). Такие графы проще, чем графы идеального соответствия алгоритма MELVIN, поэтому теперь даже легче разобраться в любом решении, найденном с помощью искусственного интеллекта. Особенно впечатлен Реннер выходными данными алгоритма THESEUS, которые легко интерпретировать человеку. «Решение выдается в таком виде, чтобы количество соединений в графе было минимальным, — говорит он. — И, естественно, такое решение легче понять, чем если бы у нас был очень сложный граф».

Эрик Кавальканти (Eric Cavalcanti) из Университета им. Гриффита в Австралии, с одной стороны, впечатлен этой работой, с другой — относится к ней с осторожностью. «Эти методы машинного обучения представляют собой интересное направление исследований. Для ученого-человека, рассматривающего данные и интерпретирующего их, некоторые решения, возможно, покажутся новыми прорывными путями. Но на данном этапе эти алгоритмы все еще далеки от уровня, когда можно было бы сказать, что они порождают действительно новые идеи или предлагают новые концепции, — считает он. — С другой стороны, я действительно полагаю, что однажды мы придем к этому. Пока это младенческие шаги, но нужно с чего-то начинать». Штейнберг согласен: «На сегодня это одни из лучших инструментов. Эти программы позволяют нам делать то, что, скорее всего, без них вряд ли бы получилось».

Перевод: А.П. Кузнецов

ИЗ НАШИХ АРХИВОВ

■ Фолджер Т. Пересекая квантовый барьер // ВМН, № 8–9, 2018.

Editor in Chief:	Laura Helmuth	Editors Emeriti:	Mariette DiChristina, John Rennie
Copy Director:	Maria-Christina Keller	Contributing Editors:	Gareth Cook, Lydia Denworth, Ferris Jabr, Anna Kuchment, Robin Lloyd, Melinda Wenner Moyer, George Musser, Ricki L. Rusting
Creative Director:	Michael Mraz	Art Contributors:	Edward Bell, Zoë Christie, Lawrence R. Gendron, Nick Higgins
Managing Editor:	Ricki L. Rusting	Art Director:	Jason Mischka
Chief Features Editor:	Seth Fletcher	Senior Graphics Editor:	Jen Christiansen
Chief News Editor:	Dean Visser	President:	Dean Sanderson
Chief Opinion Editor:	Michael D. Lemonick	Executive Vice President:	Michael Florek
Senior Editors:	Mark Fischetti, Josh Fischman, Clara Moskowitz, Madhusree Mukerjee, Jen Schwartz, Kate Wong	Vice President, Commercial:	Andrew Douglas
Associate Editors:	Gary Stix, Lee Billings, Sophie Bushwick, Andrea Thompson, Tanya Lewis, Sarah Lewin Frasier	Publisher and Vice President:	Jeremy A. Abbate

© 2021 by Scientific American, Inc.

В мире науки

Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

в почтовых отделениях по каталогам:
«Роспечать», подписной индекс:
 81736 — для физических лиц,
 19559 — для юридических лиц;
«Почта России», подписной индекс:
 16575 — для физических лиц,
 11406 — для юридических лиц;
«Пресса России», подписной индекс: 45724,
www.akc.ru

по РФ и странам СНГ:
 ООО «Урал-Пресс»,
www.ural-press.ru
 СНГ, страны Балтии и далее зарубежье:
 ЗАО «МК-Периодика»,
www.periodicals.ru
 РФ, СНГ, Латвия:
 ООО «Агентство "Книга-Сервис"»,
www.akc.ru

Читайте в следующем номере

Паровые бури

Повышенная влажность в теплеющей атмосфере подпитывает сильные ураганы и ливневые дожди.

Космические катастрофы

Новые открытия о том, как сталкиваются галактики, дают представление о будущем Млечного Пути.

Сила агроэкологии

Фермеры по всему миру выращивают и распределяют продукты питания, используя методы, улучшающие снабжение продовольствием, повышающие биоразнообразие и качество жизни.

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ Лучшая десятка технологий 2021 года

Инновации, помогающие решать социальные проблемы, особенно связанные с изменением климата.

Эмоциональный шпионаж

Сегодня искусственный интеллект анализирует наши чувства на рабочих собеседованиях и в общественных местах. Но программное обеспечение подвержено расовым, культурным и гендерным предубеждениям.



Тайны священных павианов

Недавние исследования живых и мумифицированных павианов помогли ученым понять, почему древние египтяне обожествляли этих докучливых приматов.

Угроза солнечных супервспышек

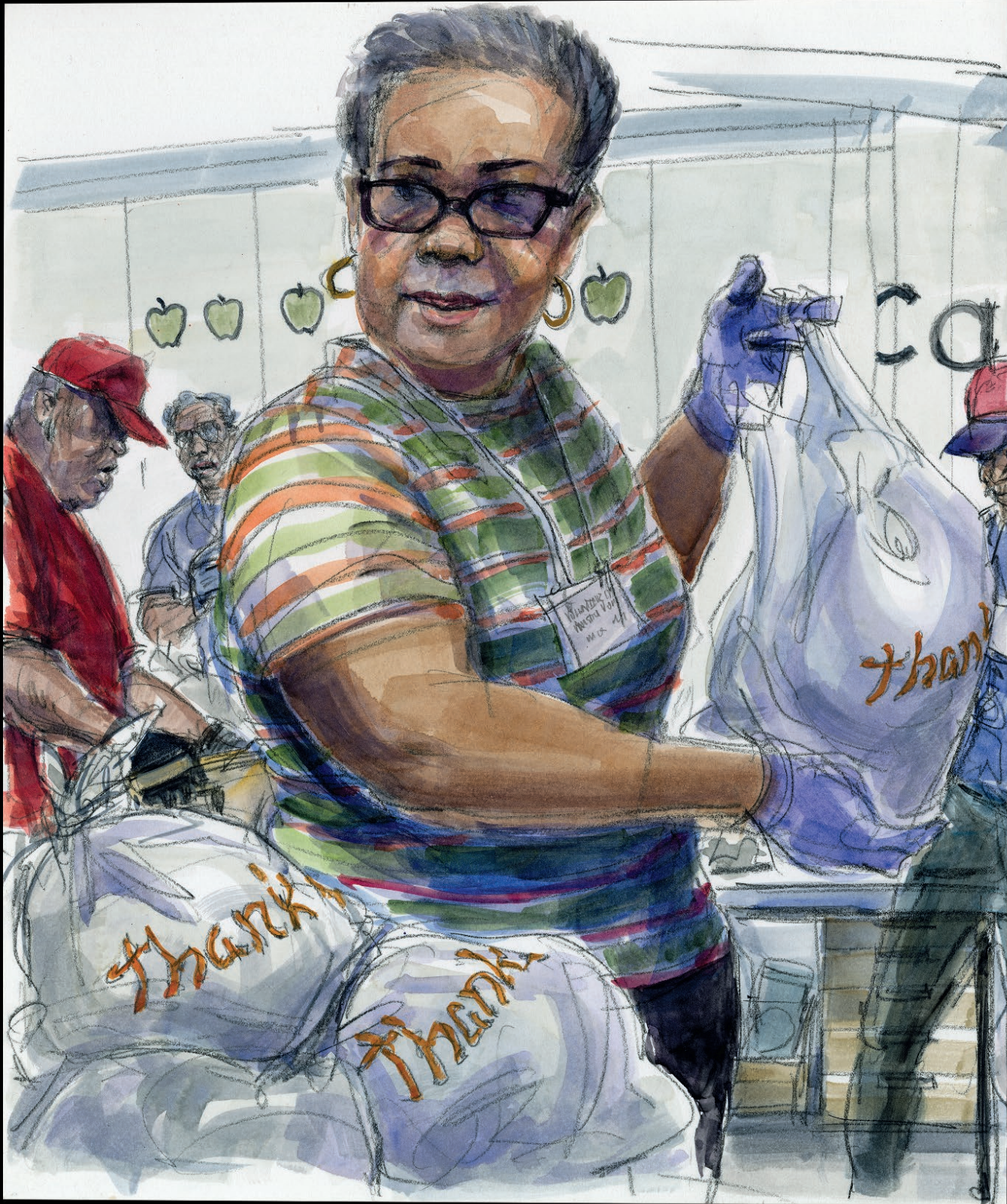
Грандиозные геомагнитные бури могут случаться чаще, чем считали



ученые, и это плохие новости для мировой интернет-инфраструктуры.

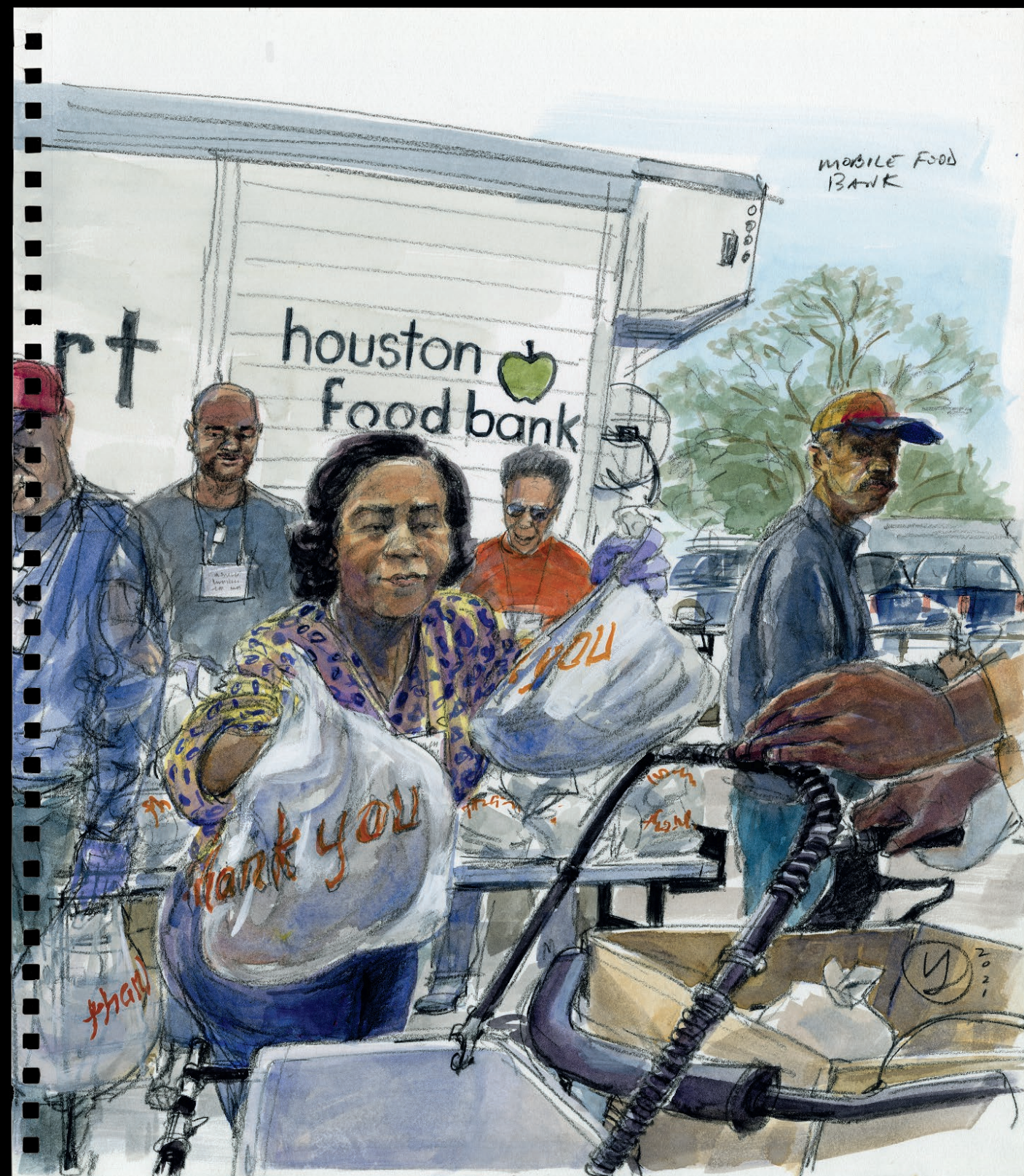
Первый свет

Долгожданный преемник Космического телескопа «Хаббл», запуск которого много раз откладывался, наконец готов к старту.



ПСИХОЛОГИЯ

Социальная сто



УСТОЙЧИВОСТЬ

Психологическая устойчивость сообществ малообеспеченных чернокожих была недооценена

Нэнси Аверетт

ОБ АВТОРЕ

Нэнси Аверетт (Nancy Averett) живет в Цинциннати, штат Огайо, и пишет об окружающей среде и социальных науках. Ее работы публиковались в *Audubon*, *Sierra*, *Discover* и других изданиях.



«Д

обрый вечер», — говорит Жаклин Мэттис (Jacqueline Mattis), ставя стакан с водой на стол в центральном отделении Окружной библиотеки Анн-Арбора, штат Мичиган. Слушатели, в основном белые люди среднего возраста, бормочут: «Добрый вечер».

«Ой, нет, нет, нет, — произносит Мэттис нежным голосом, всплеснув руками в притворном удивлении. — Я изучаю религию. Я изучаю религию в контексте чернокожих, поэтому давайте начнем заново: добрый вечер!» «Добрый вечер!» — громко отвечает толпа.

Мэттис кивает, и, когда мужчина добавляет «Аминь!», ее улыбка становится шире. «Вот лучший ответ, — говорит она, указывая на него. — Лучший ответ!»

Это был январь 2020 г., и Мэттис, профессор и декан факультета в Школе искусств и наук Ратгерского университета в Ньюарке, рассказывала о своем последнем исследовании, тема которого — преобразующие возможности любви и альтруизма у чернокожих, живущих в городах США. Она поделилась историей, записанной со слов молодой женщины, скрывающейся под псевдонимом «Санийка». Девушка появилась в лагере для бездомных, когда ей было 15 лет, вместе с четырьмя младшими братьями и сестрами. Взрослые быстро заменили им родителей, пустили жить в свои палатки, стирали детскую одежду и обеспечивали едой. Они настаивали на получении образования и желали детям лучшего будущего. К тому времени, когда Санийка стала старшекласницей, у нее были самые высокие оценки в классе. Взрослые, у которых она жила в палаточном городке, копили деньги, чтобы оплатить ей подачу заявления в колледж.

Как и ожидала Мэттис, слушатели были в восторге от этого рассказа. Хотя многие, кажется, удивились, услышав, что люди, у которых имелось так мало, отдавали так много, но для Мэттис это не было странно. Она росла в местах с преобладанием чернокожего населения — сначала в Кингстоне на Ямайке, затем в нью-йоркском Бронксе, где

у людей не было доступа к правам, возможностям и ресурсам, которыми пользовались белые, жившие по соседству. У Мэттис были внимательные трудолюбивые соседи, которые заботились друг о друге. Однако когда она выросла, она заметила, что средства массовой информации часто изображают, что в таких местах полно насилия и неблагополучных семей, что там живут слабые, отчаявшиеся люди. В колледже она спорила, когда ее преподаватели описывали разврат и хаос в бедных кварталах, но не упоминали бабушек, использовавших то немногое, что у них было, чтобы приготовить еду для соседей по улице, у которых было еще меньше. «Выросшая там, а затем узнавшая, что пишут СМИ и ученые об этих местах, — рассказывает она, — я не могла этого понять. Прочитанное не соответствовало моему жизненному опыту».

Такой диссонанс побудил Мэттис заняться исследованиями в области позитивной психологии, которая фокусируется на сильных сторонах отдельных людей и сообществ, а не на их недостатках. Мэттис и другие исследователи изучают, как люди из бедных, подверженных дискриминации сообществ способны обеспечивать высокий уровень социального капитала, помогающий решать проблемы и процветать за счет формирования взаимных доверительных, поддерживающих отношений и связей. Эти особые социальные связи часто позволяют достичь результатов, которые были бы невозможны в изоляции.

Некоторые специалисты считают, что социальный капитал присущ богатым людям или представителям среднего класса, а бедные или малообеспеченные сообщества не способны сформировать его самостоятельно и поэтому им требуется вмешательство извне. Однако Мэттис и другие чернокожие исследователи обнаружили, что даже в самых бедных районах высокий уровень социального капитала не только присутствует, но еще и используется для защиты сообщества от систематического угнетения. По их словам, в мире, охваченном пандемией и климатическими катастрофами, эту форму социальной сознательности следует приветствовать и подробно изучать.

Социальный капитал дает психологическую устойчивость

Предпосылки представлений о социальном капитале можно найти в размышлениях интеллектуалов XVIII–XIX вв., например у Алексиса де Токвиля, который во время визита в США в 1830 г. обнаружил, что американцы любят вступать в объединения и что такие группы позитивно влияют на своих участников. «Чувства и идеи обновляются, — писал он, — сердце расширяется, а понимание развивается только благодаря взаимному влиянию людей друг на друга». Сам термин «социальный капитал» впервые появился в публикации по социальным наукам в 1916 г., когда Лида Джадсон Ханифан (Lyda Judson Hanifan), прогрессивный деятель, бывший инспектор сельских школ Западной Виргинии, использовал его как аргумент за участие общин в жизни школ. «Человек социально беспомощен, если его полностью предоставить самому себе, — писал Ханифан. — Но если ему удастся вступить в контакт со своим соседом <...>, то произойдет накопление социального капитала, который может немедленно удовлетворить его социальные потребности и обладать достаточным потенциалом для существенного улучшения условий жизни во всем сообществе».

Термин «социальный капитал» использовался учеными в области экономики, политики, антропологии и психологии. Широкая общественность обратила на него внимание, когда профессор политологии Роберт Патнэм (Robert Putnam) из Гарвардского университета в 2000 г. опубликовал свой бестселлер «Затворничество: падение и взлет американского общества» (*Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*). В этой книге Патнэм сокрушается об упадке типичных социальных клубов США, таких как софтбожные лиги, родительские комитеты и Ротари-клубы, говоря, что американцы стали настолько сосредоточены на индивидуализме, что даже в бейсбол играют в одиночку, а не в командах. Патнэм считает, что такой упадок связан с расширением пригородов, увеличением времени, проводимого перед

телевизором, и сменой поколений. По его словам, люди, росшие во времена Великой депрессии и Второй мировой войны, испытывали тягу к сообществу, которой нет у их детей и внуков. Его беспокоит, что подобное избегание социальной и гражданской активности вредит демократии.

Другие исследователи развили гипотезу Патнэма об усилении изоляции. Социолог из Гарварда Теда Скочпол (Theda Skocpol) считает, что это отчасти происходит из-за богатых американцев, которые поддерживают профессиональные некоммерческие организации, такие как *Sierra Club* или Американская ассоциация пенсионеров (AARP), но с меньшей вероятностью участвуют в деятельности местных общественных организаций. Мэттью Кренсон (Matthew Crenson) и Бенджамин Гинзберг (Benjamin Ginsberg), политологи из Университета Джонса Хопкинса, полагают, что существуют ряд факторов, снижающих вероятность того, что жители объединятся, чтобы заставить власть прислушаться. Например, увеличилось число судебных разбирательств, и теперь не группы местных жителей, а действующие через суды правозащитные организации вынуждают законодателей изменять или принимать законы. Кроме того, до перехода к профессиональной армии, формируемой на добровольной основе, граждане, которых призывали вместе с их соседями и друзьями, выдвигали свои требования, такие как расширение избирательных прав для 18-летних.

Другие авторы обвиняют социальные сети в том, что они создают иллюзию гражданской активности. В 2018 г. в исследовании Эйтана Херша (Eitan Hersh), профессора политологии из Университета Тафтса, треть опрошенных американцев сообщили, что ежедневно тратят на политику два часа и более. Но эти два часа почти всегда сводились к потреблению политических новостей, спорам и размышлениям о политике в Сети. По словам ученого, такая «диванная политика» угрожает нашей демократии, поскольку отнимает время у благонамеренных граждан, которые могли бы действительно влиять на политику, посещая муниципальные заседания, где обсуждается планирование, или привлекая соседей.

На примерах других стран видно, что социальный капитал часто улучшает психическое здоровье. Так, социальный эпидемиолог из Гарвардского университета Итиро Кавачи (Ichiro Kawachi) обнаружил, что среди пожилых людей, переживших землетрясение в Японии и вынужденных переехать во временное жилье, потеряв таким образом давно установившиеся социальные связи, наблюдалось более существенное снижение когнитивных способностей по сравнению с теми, кто мог остаться в собственных домах. Эпидемиолог Хелен Берри (Helen L. Berry) из Сиднейского университета нашла примеры увеличения социального



капитала вследствие коллективной реакции на стихийные бедствия. После того как Оксфорд в Англии затоплялся из-за наводнений шесть раз за десять лет, в 2007 г. было создано объединение по обеспечению готовности к наводнениям. Собравшись вместе, чтобы узнать, как устанавливать бетонные ограждения для предупреждения наводнений, жители почувствовали воодушевление. «Действия во имя всеобщего блага оказывают мощное защитное влияние на психическое здоровье», — говорит Берри. Она считает, что государственные деятели должны решать проблемы, подрывающие сообщества.

Большинство исследований социального капитала, так же как и основная часть других научных работ, сосредоточены на белых представителях среднего класса. Из-за поголовной нищеты в маргинальных сообществах некоторые ученые даже сомневаются, что там может быть социальный

капитал. Например, Патнэм в своей книге «Наши дети: американская мечта в условиях кризиса» (*Our Kids: The American Dream in Crisis*), вышедшей в 2015 г., утверждает, что у бедных семей в США должен быть чрезвычайно низкий уровень социального капитала, поскольку родители часто не бывает дома, эти семьи реже ходят в церковь и у них меньше возможностей участвовать в молодежных спортивных, скаутских и других мероприятиях. В качестве аргументов он использует такие примеры, как история мальчика, который вырос в многоквартирном доме в Новом Орлеане и хвастается, что избивает других детей.

Мэттис и другие чернокожие исследователи, а также лидеры чернокожего населения утверждают, что если захотеть, то можно обнаружить социальный капитал в бедных и маргинальных районах. «Даже в самых отчужденных городских местах всегда существовали источники психологической устойчивости и поддержки», — писала в своей статье в 2011 г. Леконт Дилл (LeCont Dill), профессор Университета штата Мичиган. Работая

над диссертацией в Калифорнийском университете в Беркли, Дилл заинтересовалась защитными факторами, обеспечивающими психологическую устойчивость. В течение лета она проводила наблюдения в Центре развития молодежи Восточного Окленда (EOYDC), где подростки могли учиться танцевать хип-хоп, участвовать в семинарах для чернокожих, в программе «Путь в колледж» и других мероприятиях. Среди таких подростков была Ланик Хауард (Lanikque Howard), росшая без отца в одном из беднейших районов. Пока мать Хауард работала в две смены, Реджина Джексон (Regina Jackson), президент и генеральный директор центра, свозила Хауард в единственное почтовое отделение, открытое в позднее время, чтобы девочка могла отправить документы для заявки на стипендию.

Хауард была первой в семье, кто учился в колледже. Недавно она защитила диссертацию по социальной работе, и в этом году администрация

Джо Байдена выбрала ее для работы в Управлении по делам детей и семьи Министерства здравоохранения и социальных служб США. Поддерживая развитие личной психологической устойчивости, Джексон создала сообщество успешных молодых людей, которые теперь возвращаются, чтобы помочь советом, поддержать, проведя экскурсию по кампусу своего колледжа, и предложить работу нынешним подросткам, участвующим в программе *EOYDC*. Дилл называет такую деятельность «наведением мостов», поскольку это может улучшить социальную мобильность подростков. Кроме того, она выделяет разновидность межличностного социального капитала, который люди используют, чтобы «справиться» и преодолеть повседневные проблемы. Джексон называет это поддержанием «личной психологической устойчивости» подростков, «чтобы они верили, что заслуживают быть успешными». Подопечные Джексон часто устраиваются работать в Окленде, так что могут помогать своим бывшим соседям, тем самым повышая стойкость сообщества.

Дилл и Мэттис наряду с другими исследователями в областях психологии, социальной работы, эпидемиологии, здравоохранения и в других сферах собирают опубликованные данные, свидетельствующие, что коллективизм характерен для мест, где большинство — чернокожие, и что он помогает людям стать устойчивее, чем они могли бы быть в противном случае. Иногда работу этих ученых встречали со скептицизмом. Например, Мэттис говорит, что рецензенты обвинили ее в придумывании личных историй об альтруизме, которые ей рассказывали опрашиваемые (в ответ она предложила рецензентам прослушать записи), а некоторые специалисты заявили, что безответственно изучать доброту в бедных городских районах, поскольку может возникнуть впечатление, что в местах, страдающих от системного расизма и неравенства, нет серьезных проблем.

Мэттис возражает, что игнорировать альтруизм и то, как он помогает людям развивать социальный капитал, неправильно. Во время пандемии *COVID-19* ученые увидели, что чрезмерный акцент на индивидуализме в американской культуре привел к трагическим результатам. Но это слишком общее заключение. «В чернокожем сообществе мы должны о себе заботиться», — говорит Трейси Блэкмон (Traci Blackmon), пастор из Миссури. В первые дни пандемии ее церковь собрала 30 тыс. масок и много дезинфицирующей жидкости для рук, чтобы передать это чернокожим, работающим «на передовой», например водителям автобусов, продавцам продуктовых магазинов и работникам кафе. «На мой взгляд, у чернокожих людей имеется врожденное чувство общности, которое побуждает нас делиться всем тем, что у нас есть, ради благополучия каждого», — отмечает Блэкмон.

Мэттис говорит, что такое альтруистическое поведение «подтверждает, что вы полноценный человек в мире, который не считает вас за человека. Это меняет ваше представление о себе».

Поскольку очень многое в обществе — демократия, спасение жизней во время пандемии, борьба с изменением климата — работает лучше, когда у вас есть мощный социальный капитал, то имеет смысл изучать то, как он формируется и поддерживается. Мэттис говорит, что поняв, как он появляется в сообществах, где большинство — чернокожие, можно было бы использовать эту информацию для укрепления всего социума.

Духовность — это когда ты побывал в аду

Корни коллективизма в чернокожих сообществах — то, что некоторые социологи называют «традицией взаимопомощи у чернокожих», — прослеживаются по крайней мере с конца 1700-х гг., когда два бывших раба Ричард Аллен (Richard Allen) и Абсалом Джонс (Absalom Jones) основали Свободное африканское общество — общество взаимопомощи, что в итоге привело к появлению в США первой религиозной конфессии чернокожих — Африканской методистской епископальной церкви. Общество предоставляло недавно освобожденным людям имущество и ресурсы, которые они не могли получить в другом месте: деньги, работу, образование, одежду, медицинскую помощь и религиозные наставления.

Церковь была одним из тех немногих мест, где чернокожие могли безопасно собираться для любых публичных обсуждений. Мартин Лютер Кинг — младший успешно использовал церковь в борьбе за гражданские права, а «Черные пантеры» устраивали в церковных подвалах бесплатные завтраки для чернокожих детей. «Чернокожим именно церковь дает возможность участвовать в гражданской жизни, ощущать единство и оказывать поддержку» — писали в своем исследовании, посвященном здравоохранению и политической пропаганде, Кеон Гилберт (Keon Gilbert), профессор и специалист по поведению из Сент-Луисского университета, и Лоррейн Дин (Lorraine Dean), эпидемиолог из Школы общественного здравоохранения Блумберга Университета Джонса Хопкинса.

Когда Мэттис была в магистратуре в Мичиганском университете, она начала изучать связь религии и духовности с психологическим благополучием чернокожего сообщества, используя опросы и детальные интервью. В то время на нее давила мама: «Ты обязана рассказать нашу историю», а преподаватели негативно отзывались о людях из районов с преобладанием чернокожего населения. На собственном опыте она знала, что религия и духовность придавали стойкость ее соседям, помогая им сохранять надежду, несмотря на несправедливость их положения, и сформировать

чувство ответственности друг за друга. «Это помогло всем моим знакомым жить достойной жизнью», — рассказывает Мэттис.

В своей работе она показала, что многие чернокожие американцы находят утешение в своего рода расовой праведности — убежденности, что Бог считает расизм грехом и что защищавший угнетенных Иисус на их стороне, и эта вера становится источником оптимизма. Кроме того, она увидела различие между религией и духовностью. Как выразилась одна женщина во время интервью: «Религия — это то, что вы делаете, когда боитесь попасть в ад, а духовность — то, что вы делаете, когда там уже побывали». По словам Мэттис, это состояние «отражает ситуацию, когда жизнь действительно доводит вас до предела. У вас развивается личное ощущение того, что свято и что важно».

Она отмечает, что такое отношение не всегда хорошо сочетается с господствующей психологией белых. Известно, что Зигмунд Фрейд описывал религии как эскапистские, нелогичные и патологические реакции на невзгоды и экзистенциальный страх. Стремление подвести под психологию доказательную базу вынудило многих ученых отказаться от рассмотрения религии и духовности в связи с психическим здоровьем. Все дополнительно усложняется тем, что психологи и психотерапевты, как показывают исследования, как правило, считают себя атеистами и агностиками. «Еще в ранние студенческие годы я узнала, что социальная работа — это светская область и что сильно верующие люди должны быть готовы спрятать свою веру подальше», — говорит Ратония Раннелс (Ratonia Runnels), доцент в области социальной работы в Техасском женском университете, которая, однако, изучает вопрос, как религию можно использовать в социальной работе.

В 2011 г. Раннелс опубликовала исследование, посвященное тому, как духовность и религия помогали чернокожим, пережившим ураган «Катрина». Вместе с соавторами она проанализировала интервью с 52 чернокожими пострадавшими и 98 работниками разных служб: государственными чиновниками, психотерапевтами, социальными работниками, священниками, кураторами и волонтерами. Исследование показало, что светские сотрудники служб удивлялись глубокой вере выживших и даже враждебно относились к некоторым священникам. Один пастор рассказал, что получил отказ, когда пришел во временное убежище напуганных выживших. Сотрудник сказал ему, что у них есть медицинский персонал, который заботится о физических потребностях, и специалисты по психическому здоровью, которые заботятся о психических потребностях. По словам пастора, он напомнил, что у людей есть еще духовные потребности, однако его не пустили.

Раннелс — чернокожая религиозная женщина, и она понимает, что духовность, присущая церкви чернокожих, то есть вера, что высшая сила заботится о прихожанах, вдохновляет людей быть воплощением этой силы и помогать друг другу. Теология освобождения чернокожих, возникшая во время движения за гражданские права, отмечает, что социальные действия от имени чернокожего сообщества — это духовная обязанность верующих. И поскольку у верующих общая идентичность и сходные ценности, а, по словам Патнэма, это два ключевых фактора, социальный капитал в подобном пространстве изобилует.

Чарлз Уайт (Charles X. White) из Хьюстона днем работает консультантом по безопасности в школах, а по ночам занимается общественной работой. Иногда он организует в церквях общественные завтраки, посвященные гражданской активности. Присутствующие, в основном пожилые женщины, обещают работать на благо своих районов. Они едят печенье и слушают Уайта, говорящего глубоким приятным баритоном, представляя выступающих, например политиков, которые ищут поддержки избирателей, или работников здравоохранения и социальных служб, которые объясняют, как подавать жалобы на загрязнение, или сотрудников полиции округа, показывающих, как эвакуироваться при экстремальных погодных условиях. Последнее — важнейшая тема для его аудитории. Пострадав от урагана «Харви» в 2017 г., люди хотят быть более подготовленными к следующему урагану, но не уверены, что смогут это сделать. Некоторые опасаются, что если проявят настойчивость, например требуя, чтобы убрали мусор из дренажных канав возле их домов, чтобы предотвратить затопление, то городские рабочие могут отомстить, натравив на них полицию. «Тут много страха», — говорит Уайт, призывая слушателей преодолеть тревогу и принять меры. Он демонстрирует им непровержимые факты, такие как копия городских правил обслуживания дренажных канав. «Когда люди не уверены, они не настаивают, — говорит Уайт. — Но большинство людей приободряются, когда узнают, что правы. Они покажут этот листок бумаги и скажут: "Эй, смотри, мужик, вот что написано в правилах!"»

Существуют доказательства, что завтраки Уайта играют именно ту роль, которую, по словам Кавачи и Берри, выполняет социальный капитал: укрепляют людям психику. Через два месяца после урагана «Харви» Гаретт Сэнсом (Garett Sansom), адъюнкт-профессор Школы общественного здравоохранения Техасского аграрно-технического университета, пришел на встречу за таким завтраком, чтобы попытаться оценить состояние группы чернокожих малообеспеченных жителей Хьюстона после урагана. Используя стандартный способ оценки физического и психического здоровья — краткий опросник

из 12 пунктов, Сэнсом проверил состояние 153 присутствующих. Результаты его удивили. Опросник почти всегда показывает корреляцию между физическим и психологическим состоянием: если плохо одно, то не в порядке и другое. «Такое было продемонстрировано для большого количества разных групп, в том числе и афроамериканских, — рассказывает Сэнсом. — Однако в этой группе мы обнаружили значительно сниженные показатели физического здоровья, но высокие показатели психического». Другими словами, хотя эти люди жили в местах, наиболее пострадавших от урагана, они были менее подавлены, травмированы и тревожны, чем другие в этом районе.

Мэттис хорошо известно о положительном влиянии социального капитала на психическое здоровье. Но она предостерегает от использования общепринятого определения успешности как доказательства стойкости. Ее история об отличнице Санийке, рассказанная в библиотеке Анн-Арбора, не имеет сказочного конца. Санийка все еще мечтает поступить в колледж, но по ряду причин пока туда не попала. Сейчас девушка работает в некоммерческой организации, помогающей социально незащищенным людям. По словам Мэттис, Санийка, сама когда-то бывшая бездомной (сейчас она живет в двухкомнатной квартире вместе

с четырьмя другими людьми из палаточного городка), преуспела на этом поприще. Санийка подходит к встречным людям на улице и вступает с ними в разговор, надеясь увидеть их скрытые возможности и убедить помочь ее организации. Она считает, что в каждый человек может быть чем-нибудь полезен, и Мэттис разделяет такую точку зрения.

Когда ученые, политики и другие лидеры не видят социального капитала в маргинальных сообществах, не замечают, как люди справляются с проблемами и процветают даже в очень трудных обстоятельствах, тогда страдает все общество в целом, считает Мэттис. «Вы наблюдаете людей, у которых гораздо больше ресурсов, чем у Санийки, но, столкнувшись с проблемами, они скатываются в состояние безнадежности и эгоизма, — объясняет Мэттис. — А она, вместо того чтобы сосредоточиться на своих интересах и замкнуться, использует весь этот опыт и решает изменить внешний мир, чтобы другие видели его иначе». ■

Перевод: М.С. Багоцкая

ИЗ НАШИХ АРХИВОВ

■ Дэнуорт Л. Крупнейший психологический эксперимент // ВМН, № 8–9, 2020.



Выходит 6 раз в год

Познавательный журнал для хороших людей

Анализ дыхания на газовые метаболиты – низкомолекулярные продукты обмена веществ – может стать основой ранней диагностики болезней

Кровососущие клещи служат переносчиками «родственников» возбудителей сыпного тифа – бактерий риккетсий, вызывающих клещевую лихорадку

Самые безопасные, но еще недоступные в России мРНК-вакцины против COVID-19 содержат матрицу для синтеза вирусного белка, «упакованную» в липидные пузырьки

Расселение по планете нежелательных растений-«мигрантов» – еще одна глобальная угроза биоразнообразию природных сообществ

При медленном беге «сгорает» больше жиров, чем при быстром – при максимальной физической нагрузке организм переходит на углеводное «топливо»

www.scfh.ru

A dramatic photograph of a massive forest fire. The scene is dominated by a thick, billowing plume of dark, black smoke that rises high into the sky, partially obscuring the light. Below the smoke, intense orange and red flames are visible, consuming the forest. In the foreground, a dense line of dark evergreen trees stands in silhouette against the bright fire. The bottom of the image shows the dark, rippling surface of a lake or river, reflecting the light from the fire. The overall atmosphere is one of a powerful and destructive natural event.

В

Пожар на озере Скилак (Аляска)
начался от молнии, число которых
растет по мере потепления на Аляске

АЛЯСКА ОГНЕ

КЛИМАТОЛОГИЯ

Пожары преобразуют
ландшафты Крайнего Севера
и усиливают изменение климата

Рэнди Джандт и Элисон Йорк

ОБ АВТОРАХ

Рэнди Джандт (Randi Jandt) — биоэколог в Международном арктическом научно-исследовательском центре и Консорциуме по пожарному делу Аляски Аляскинского университета в Фэрбанксе, изучает связь пожаров с дикой природой, иногда работает пожарным.

Элисон Йорк (Alison York) — научный работник Международного арктического научно-исследовательского центра и координатор Консорциума по пожарному делу Аляски.



5

июня 2019 г. во время необычайно ранней весенней грозы от молнии вспыхнуло пламя в глубине национального резервата дикой природы Кенай на юге центральной части Аляски. Высокие температуры в конце мая повернули ход влажной весны и быстро иссушили лесную подстилку. Разгоревшийся в итоге пожар вокруг Лебединого озера, примерно в 8 км к северо-востоку от Стерлинга, беспрестанно распространялся в течение месяца, пока сохранялась необычайно теплая погода.

К 9 июля выгорело более 40 тыс. га земли и более 400 человек были заняты тушением пожара. Сильный ветер изменил направление огня 17 августа, вынудив многих людей к эвакуации. Ветер также обрушил линии электропередач, что породило новые пожары, в том числе на площадке Дешка и быстро продвигающийся пожар на горе Мак-Кинли, охвативший более 130 домов, предприятий и хозяйственных построек. К счастью, никто не погиб.

У Лебединого озера горело до октября, когда запоздалые дожди наконец помогли пожарным остановить стихию, после того как в уголь превратились 68 582 га. Пока пять месяцев бушевал огонь, солдатам приходилось неоднократно перекрывать Стерлинг-Хайвей, единственную автомагистраль в округе. Медицинские работники предупреждали общество о «нездоровом» или даже «опасном» задымлении воздуха, наполненного крошечными частицами, которые могут повредить легкие, в июне, июле и августе на юге центральной части штата, где проживает 60% населения. Предприятия, зависящие от туризма, потеряли 20% сезонных доходов.

Зимой снег и холод принесли временное облегчение, однако в январе 2020 г. бригада, работающая за снегоуборочной машиной,



Воронки могут образоваться после того, как огонь уничтожит теплоизоляционный поверхностный слой, обнажив вечную мерзлоту и ледяные клинья, которые тают и оседают, как произошло здесь после пожара на реке Анактувук

Design Pics, Inc. Alamy Stock Photo (preceding pages), Eric Miller/Bureau of Land Management's Alastair Fire Service (this page)



Лесные подстилки в высоких широтах достигают 0,5 м в толщину; зомби-пожары могут тлеть в этом слое целую зиму. Металлические мерные рейки, вставленные в подстилку перед пожаром, показывают, сколько было охвачено последующим воспламенением.

сообщила о задымлении на пожарище площадки Дешка. Когда приехали пожарные, они обнаружили, что огонь так и не погас полностью. Он скрыто тлел в течение четырех месяцев и вновь возродился, пробиваясь сквозь снежный покров. Как только в июне стало снова тепло и сухо, поступили сообщения о том, что там, где прошелся пожар у Лебединого озера, появился дым. Тление продолжалось восемь месяцев зимой и весной, а затем произошло воспламенение.

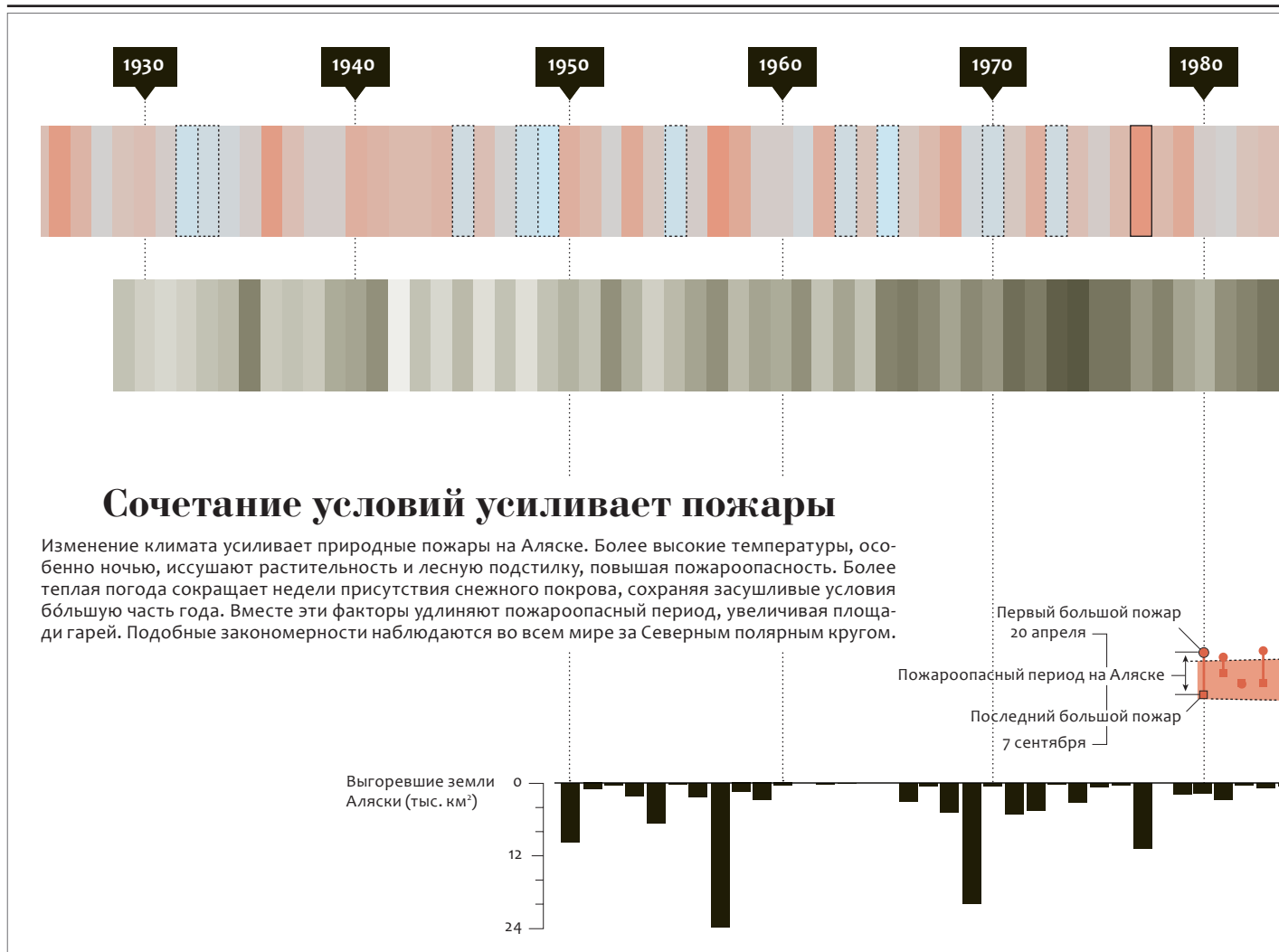
Эти так называемые зомби-пожары, которые считались потушенными, но вдруг возрождаются, вспыхивают по причине того, что изменение климата делает пожароопасный период на Аляске все жарче и продолжительнее. С 2005 по 2017 г. пожарные на Аляске и Северо-Западных территориях Канады сообщили о 48 зомби-пожарах, переживших долгую зиму. Ребекка Шолтен (Rebecca Scholten), специалист по дистанционным исследованиям из Амстердамского свободного университета, которая сотрудничает с руководителями пожарной охраны на Аляске, с помощью космических снимков отыскала еще 20 неучтенных случаев. Это необычное явление происходит за Северным полярным кругом, и оно виновно в разгорании чрезвычайно ранних пожаров на севере Сибири в марте 2020 г. и марте 2021 г.

Зомби-пожары могут возникать вновь, потому что в северных экосистемах деревья — не единственное и даже не главное топливо. Толстое органическое одеяло из живых и мертвых растений покрывает поверхность безлесной

тундры и тайги до самой их южной границы. Этот плотный торфяной слой, называемый подстилкой или грубым сырым гумусом, представляет собой скопление отмирающих каждое лето поверхностного мха и растительного опада, разложение которых замедляется из-за низких температур в этих высоких широтах. Толщина слабо разложившегося гумусового горизонта может изменяться от 8 см до 50 см. Он может накапливаться веками, со временем становясь все более утрамбованным и плотным.

Поверхность подстилки представляет собой зеленый покров, состоящий в основном из видов северного лесного мха, не имеющих корней и сосудистой системы, вместо этого впитывающих влагу непосредственно из воздуха. Их влагосодержание изменяется почти мгновенно вместе с относительной влажностью воздуха; даже после дождя мох может высохнуть в течение нескольких часов и загореться. Более длинное, жаркое и сухое лето и укороченная зима, привнесенные в северные высокие широты изменением климата, превращают обширные участки лесной подстилки и деревья в пороховые бочки, которые молния или беспечные люди могут легко поджечь.

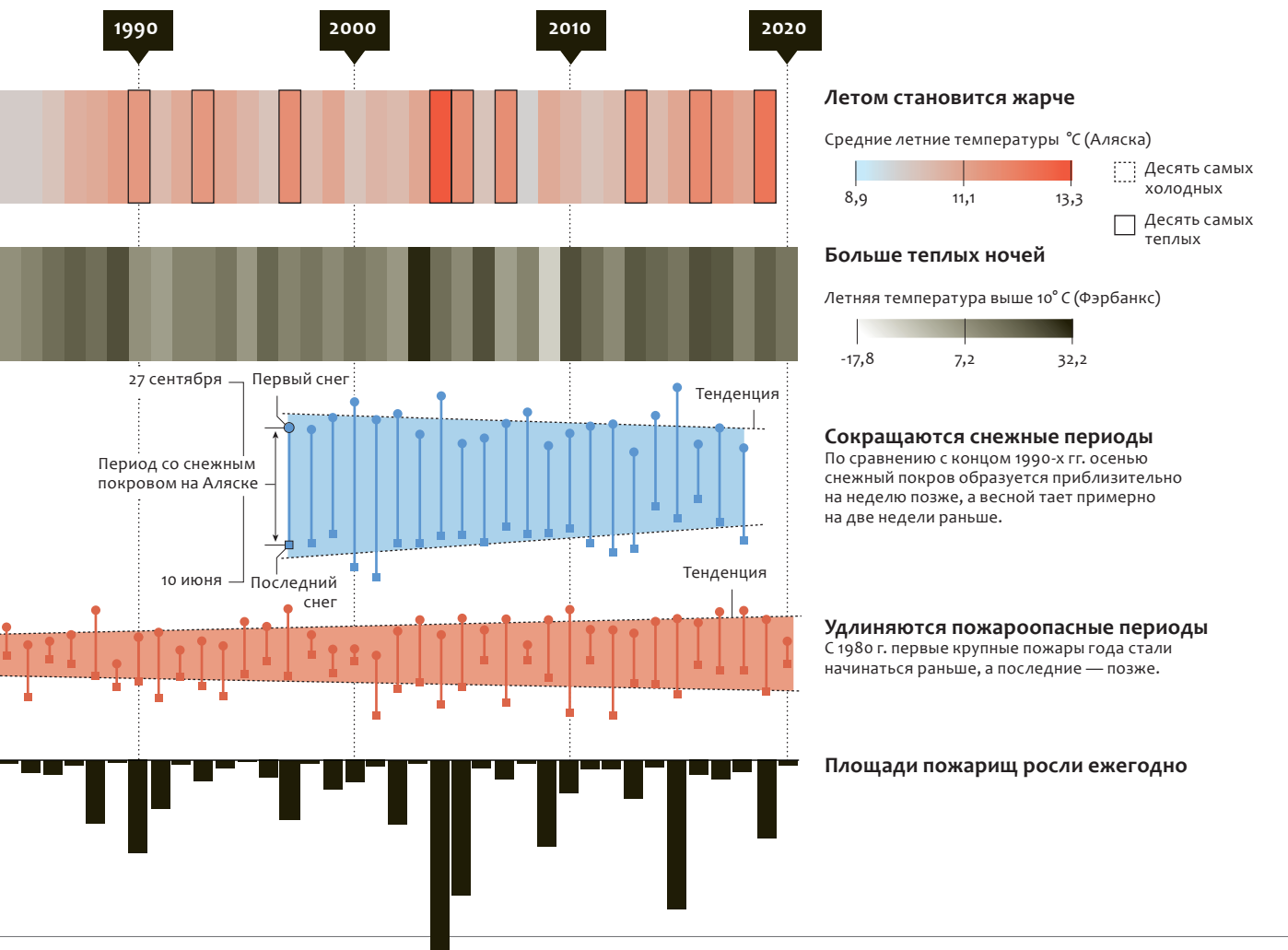
Стихийные пожары на Крайнем Севере случаются все чаще и становятся крупнее. Они преобразуют ландшафты и экосистемы. Растительная подстилка не только служит им топливом, но и работает как замечательный изолятор лежащего ниже мерзлого грунта, причем настолько эффективно, что с эпохи



плейстоцена удерживает большую часть приповерхностных слоев Аляски в замороженном состоянии. Каждый сантиметр ее толщины делает нижележащую вечную мерзлоту (почву и породы, которые остаются ниже точки замерзания в течение двух или более лет) примерно на полградуса Цельсия холоднее. Но если выгорает достаточно подстилки, расположенная ниже вечная мерзлота тает, превращаясь в размягчающуюся оседающую землю. Деревья, укоренившиеся в этой тающей земле, могут наклоняться под любым углом, напоминая множество версий Пизанской башни.

Обширные природные пожары ускоряют климатические изменения. Крупные пожары выбрасывают в атмосферу невероятное количество углекислого газа. Основной его объем дает лесная подстилка, а не деревья. Толстые слои грубого гумуса в высоких широтах хранят от 30% до 40% всех мировых запасов почвенного углерода. По сообщению Кристофера

Поттера (Christopher Potter) из Отдела наук о Земле NASA, в 2015 г. сильные лесные пожары во внутренних районах Аляски выжгли 20 234 км², высвободив около 9 млн т углерода из стоящих растений и 154 млн т из мертвого покрова. (Этот расчет исходит из углерода, утраченного для разложения и эрозии на протяжении двух последующих лет.) Общее количество выделенного CO₂ равно его количеству, выброшенному всеми легковыми и грузовыми автомобилями Калифорнии в 2017 г. По мере оттаивания почвогрунта лед в нижних слоях подстилки тает и утекает, способствуя их высушиванию и подготавливая таким образом более глубокое горение. Скорее всего, действие этой петли обратной связи расширит площади выгорания, ухудшит здоровье миллионов людей и ускорит изменение климата сильнее, чем когда-либо. Обратная связь может даже превратить целую область из той, что поглощает больше CO₂, чем выделяет, в ту, что, наоборот, выделяет больше CO₂, чем поглощает.



Влажный, но сухой

Люди склонны думать об Аляске как о снежном и непожароопасном штате, однако на большей ее части, особенно во внутренних районах, климат континентальный с продолжительной холодной зимой, но теплым и относительно сухим летом. Если летом вы будете пролетать над центральной Аляской, то увидите обширные зеленые просторы лесов, лугов и озер. Пышный вид растительности обманчив, ибо в этом районе выпадает очень мало осадков. Медленное, затяжное таяние снега весной и таяние «активного слоя» непосредственно под растительной подстилкой, которая замерзает каждую зиму, обеспечивают зелень водой, но поверхность подстилки может стать сухой за неделю или две теплой погоды.

Бореальные леса — это крупнейший лесной биом Земли, занимающий 30% площади лесов мира. Они также представляют собой самую пожароопасную северную экосистему. В бореальной зоне внутри Аляски преобладает

черная ель — небольшие медленнорастущие деревья, образующие густые заросли. Их ветви доходят до самой земли, становясь лестницей для огня. Черная ель, будучи доминирующим хвойным деревом на Аляске вот уже 7 тыс. лет, за это время приспособилась к огню: ее шишки собраны в пучки на самой верхушке дерева и раскрываются после пожара, разбрасывая семена и помогая восстановить экосистему.

На протяжении десятилетий ответственные за пожарную безопасность на Аляске следили за возгораниями в отдаленных районах и, как правило, позволяли им происходить во имя обновления пожарозависимых экосистем; в конце концов на большей части Аляски осталось мало поселений или инфраструктуры, которые надо защищать. Столь затратоэффективный подход помог Аляске в значительной степени избежать проблемы, типичной для остальных 48 штатов, — сильно заросших или переполненных сухостоем лесов. Подобный подход означает также, что на Аляске исследователи



Черная ель — самое распространенное хвойное дерево в лесах Аляски, но после серьезных пожаров в них могут поселиться лиственные породы, такие как береза, осина и тополь, изменяя среду обитания и экосистемы

могут наблюдать, как изменение климата влияет на лесные пожары, почти без примеси антропогенного фактора.

До недавнего времени в пожарах обычно гибли деревья, но огонь не проникал в лесную подстилку слишком глубоко, поскольку влага в нижних ее слоях препятствовала прогоранию. В особенно жарких и сухих условиях формировались тяжелые, глубокие пожарища. На них впоследствии обычно возникала мозаика лугов, кустарников и лиственных лесов (береза, тополь и осина), заменяющая ель. Сейчас число подобных экстремальных явлений увеличивается. В последние годы лесные пожары на Аляске побили все рекорды по площади, интенсивности и продолжительности. Периоды, когда пылает более 4 тыс. км² земли, наблюдаются в два раза чаще, чем 30 лет назад.

Арктическая и бореальная области в целом нагреваются в 1,5–4 раза быстрее, чем другие зоны умеренного климатического пояса. За последние 50 лет на Аляске произошло потепление на 2,2° C, и данные, опубликованные в 2021 г. Дэвидом Свонсоном (David Swanson) из Службы национальных парков региона

Аляски, показывают, что с 2014 г. потепление ускорилось еще больше. Эта «арктическая амплификация» главным образом обусловлена исчезновением морских и наземных льдов, в результате которого возникают все более масштабные открытые участки темной поверхности океана и почвенного покрова, поглощающие гораздо больше солнечного света, чем лед или снег.

Зимы теплеют быстрее, чем летние сезоны, однако суммарный эффект состоит в том, что снежный покров теперь образуется на неделю позже и тает на две недели раньше, чем в 1990-х гг., высушивая растительную подстилку в течение большей части года. Период высокой опасности пожаров стал как минимум на месяц дольше, чем 30 лет назад, поэтому приходится продлевать контракты с пожарными и авиационными компаниями. В 2016 г. на Аляске был установлен рекорд по продолжительности пожароопасного периода: пожарные-парашютисты, работающие в отдаленных уголках, совершили самый ранний прыжок за всю свою 57-летнюю историю: 17 апреля недалеко от Палмера. А в начале

октября Управление лесного хозяйства Аляски все еще боролось с огнем недалеко от Анкориджа: было так холодно, что сбрасываемая с вертолетов вода замерзала на лету.

Число чрезвычайно жарких дней, определенно влияющих на рост пожаров, также увеличивается. В 2019 г., когда случились пожары у Лебединого озера и у горы Мак-Кинли, Анкоридж установил 32 новых рекорда и впервые испытал температуру 32,22° С. Согласно последним климатическим моделям, следует ожидать, что ежегодное количество дней, когда температура превышает 25° С (ключевой порог высыхания горючей растительности), во внутренних районах Аляски к середине века удвоится.

Везде в мире на высоких широтах наблюдается увеличение числа и интенсивности пожаров. За Северным полярным кругом 2020 г. стал рекордным по количеству природных пожаров, отмеченных со спутника, на втором месте — 2019 г. Согласно подсчетам, в Сибири в 2020 г. более 18 тыс. пожаров выжгли 141 640 км² земли — сногшибательное число. Температурные аномалии также были исключительными. 20 июня город Верхоянск, расположенный на той же широте, что и северная часть Аляски, установил рекорд: 37,78° С. В районе выпало очень мало осадков, а таяние снега было самым ранним за все время с начала измерений в 1967 г. Пожароопасные периоды в российской Республике Саха сейчас длятся на две недели больше, чем десять лет назад, и первые отчеты показывают, что июльский период 2021 г. в Сибири отличался протяженностью от того же периода в 2020 г. В мае Исландия впервые в истории страны выпустила предупреждение об опасности лесных пожаров. Предпосылки к их возникновению были теми же, что и на Аляске.

Вечная мерзлота и молнии

Черная ель горит впечатляюще, но бóльшая часть биомассы, превращающейся в дым, поступает от лесной подстилки. Мертвый покров в лесу может вместить от 40 до 100 т топлива на 40,5 га. Сами деревья добавляют около 30 т на указанную площадь, но при этом огонь часто охватывает преимущественно одни иголки и ветви, не слишком опалая более пожароустойчивые стволы деревьев.

Подстилка с ее плотными, но пронизанными воздухом наслоениями представляет собой превосходный изолятор для нижерасположенной промерзшей земли. Вечная мерзлота в этих районах широко распространена, ее возраст достигает десятков тысяч лет. Ожидается, что к концу века Аляска потеряет 25% площади вечной мерзлоты только по причине

потепления. Пожары могут ускорить этот процесс. Когда изоляционный покров станет тоньше 12,7 см, вечная мерзлота под ним начнет существенно оттаивать и разрушаться. На средних широтах Аляски пожары могут запустить такую оттепель, что вечная мерзлота никогда не вернет своей силы, если не наступит новый ледниковый период.

Пожар на реке Анактувук в 2007 г. стал ярким примером оттаивания, обусловленного действием огня. Тогда выгорело 1011,7 км² тундры в Норт-Слоупе, самом северном районе Аляски, расположенном на 70° с.ш. Пожары за полярным кругом (67° с.ш.) случаются редко; до тех пор ученым не было известно о столь сильном воспламенении так далеко на севере. Этот пожар разразился от молнии в июле. Хотя к августу он затух, но тихо теплился в подстилке под беслезной поверхностью, а затем теплым сентябрем с ревом ожил. Над обширной терри-

90% площади выгорело от пожаров, зажженных молнией. К 2050 г. молний станет на 59% больше

торией клубился густой дым, вызывая удушье у жителей далеких селений. Местные охотники заявили, что дым мешал осенним миграциям карибу. Невероятно засушливая осенняя погода способствовала столь глубокому горению растительной подстилки, что та продолжала тлеть до октября, когда озера замерзли и снег снова покрыл землю. В конечном итоге было повреждено более 1036 км² сплошного покрытия вечной мерзлоты.

Пожар был настолько необычным, что одна из нас (Рэнди Джандт) от имени Бюро землеустройства Противопожарной службы Аляски предложила провести исследование воздействия на растительность и активный слой. В начале июля 2008 г., когда наступает арктическое лето, изыскательская группа прибыла на вертолете на пожарище. Обычно в Норт-Слоупе в это время года холодно, ветрено и моросит дождь. Однако вертолет приземлился на просторах обугленной земли под чистым голубым небом. Температура поражала: 26,6° С — слишком тепло для тяжелого летнего костюма и утепленных ботинок. Было так жарко и сухо, что привычные полчища комаров исчезли, их заменили рои мошки.

Группа изыскателей наблюдала, как кучевые облака образуются из теплых поднимающихся воздушных масс, которые могли стать

основой формирования грозы. Жителям центральных областей Аляски привычно видеть, как летняя жара порождает сильные грозы, особенно в июне и июле, когда солнце светит почти все 24 часа в сутки. 90% гарей в тундре и тайге Аляски и Канады оставили пожары, разразившиеся от молний. Но грозы в Норт-Слоупе были редки. Старейшина-инуиат и коренная жительница Уткиагвика (ранее известного как Барроу) сказала, что до 1992 г. она никогда не видела грозы.

Изменение климата увеличивает грозовую активность в США, причем самые большие перемены отмечаются в самых высоких широтах. Исследование, проведенное в 2014 г. Дэвидом Ромпсом (David Romps) из Калифорнийского университета в Беркли, показало, что каждый градус Цельсия потепления прибавляет 12%

Усиление горения в тайге и тундре имеет глобальные последствия, которые можно оценить только посредством масштабного компьютерного моделирования

молний в пограничных штатах США. Количественный анализ, проведенный в 2019 г. Питером Биеником (Peter Bieniek) из Университета Аляски в Фэрбанксе, выявил увеличение молний на 17% по всей Аляске за последние 30 лет; в некоторых районах оно доходит до 600%. Модели Сандера Веравербеке (Sander Veraverbeke), профессора Амстердамского свободного университета, занимающегося дистанционными исследованиями, дают прогноз, что к 2050 г. на Аляске молний будет на 59% больше, в результате чего стихийных пожаров вспыхнет на 78% больше, а площадь обугленных участков увеличится на 50%. Исследование 2021 г. показало, что количество молний в самой Арктике утроилось с 2010 г. по 2020 г.

Арктическая зона Аляски испытала самое сильное потепление в штате, а вместе с ним и самый большой всплеск молний. С 1976 по 2018 г. среднегодовая температура в Уткиагвике повысилась на 6,3° C, а осенняя температура поднялась на 10° C.

Земля перемен

Метаморфозы, отмеченные изыскательской группой во время сбора данных с 2008 г. по 2018 г. на месте пожара в Норт-Слоупе, аналогичны изменениям, произошедшим после того,

как сильные пожары прошли по Аляске и всему северу. Каждый раз когда группа оказывалась на обожженном участке, она фиксировала растительный покров и опускала металлические зонды вдоль многочисленных разрезов в земле, чтобы измерить активный слой. Глубина талой почвы с каждым годом увеличивалась, разница в измерениях внутри и за пределами гари через год после пожара, равная 10,16 см, достигла 19,05 см через четыре года. Десять лет спустя активный слой проявил признаки восстановления, возможно, остановив рост оттаивания.

Надо сказать, что эти измерения не передают масштаба изменений поверхности пожарища на реке Анактувук. Вся земная оболочка сползала и трескалась, когда под ней таяла вечная мерзлота и стекала вода. Из-за разрушения вечной мерзлоты начали опускаться или оседать большие участки. С вертолета обширные площади безлесной местности выглядели как шахматная доска из земляных квадратов; темные, похожие на трещины каналы, очерчивающие каждый из них, уходили на значительную глубину. Воронки шириной до 60,96 м открылись там, где таяние нарушило устойчивость склонов, — явление, называемое термокарстовым гравитационным перемещением. Подземные клинья льда, не видевшие солнца 60 тыс. лет, вскрылись, пахнув трупами мамонтов.

Бен Джонс (Ben Jones) и Карсон Богмэн (Carson Vaughman) из Геологической службы США, специалисты по дистанционному зондированию, изучающие вечную мерзлоту, присоединились к поездкам нашей группы в 2017 г., чтобы составить карту ландшафтных изменений. Джонс использовал бортовой радиолокатор, чтобы подтвердить широкое распространение оседания грунта на глубину от 10,16 см до 101,6 см. Неровности поверхностного проседания на большей части восточной половины выгоревшего участка увеличились втрое, ландшафт отличался более глубокими каналами, более высокими буграми и большей площадью их распространения.

Джонс и Богмэн оставили зонды на обгоревших и нетронутых участках и продолжали записывать температуру. Измерения показали, что почва в течение года на глубине 15,24 см была на выжженных участках в среднем на 1,5° C теплее, а летние максимальные температуры были здесь выше на 6,1° C, чем на необугленной земле. Очевидно, что такое потепление ставит под угрозу вечную мерзлоту, но также влияет и на растительный состав в районе.

Спустя десять лет после пожара на реке Анактувук резко выросло количество высоких

кустарников, злаков и других сосудистых растений, некоторые из них раньше были редкостью. В потеплевших почвах быстрорастущие травянистые растения и кустарники ивы могут вытеснить медленнее растущие мхи, лишайники и карликовые кустарники, которые были распространены до пожара. Эти вновь появившиеся приживалы ежегодно добавляют в топливный резерв больше сухого растительного материала, чем медленнорастущие мхи. Вот почему, скорее всего, в 2017 г., через десять лет после пожара на Анактувуке, на гарях 2007 г. образовались два новых пожарных следа площадью примерно 40,5 га каждый. Повторение пожара всего через десять лет на месте бывшего возгорания считается совсем не обычным, так как вероятность возникновения очередного пожара оценивается в несколько сотен лет.

Поглотитель или источник?

Ученые усердно работают, чтобы понять последствия преобразующего действия пожаров на Крайнем Севере. Непосредственные последствия, такие как выбросы парниковых газов, плохое качество воздуха и повреждение инфраструктуры, очевидны. Вторичные воздействия, которые могут возникнуть, сложно предсказать. Некоторые из них ожидаемы — например, потепление почвы летом вследствие появления обугленной черной поверхности, возникновение холмистого рельефа и возобновление растительности в результате прорастания побегов или пересевания сгоревших растений. В зависимости от сезона горизонты талой почвы могут понижаться; вечная мерзлота, если она есть, может оседать. Низменные участки могут временно становиться влажнее по мере таяния льда, способствуя росту трав, кустарников и лиственных деревьев.

Надо отметить, что со временем разрастание кустарников в тундре может прогреть почвогрунт еще больше. Такая растительность удерживает больше снега, который предохраняет землю от более холодного воздуха. Обгоревшие склоны и хребты могут иссушаться по мере углубления таяния, способствующего подземному дренажу; с помощью новых методов зондирования были обнаружены «талики», или карманы незамерзшей почвы, глубоко под выжженными участками, которые прокладывают каналы оттаивания в вечной мерзлоте. В северных лесах перемена среды обитания и сомкнутые кроны деревьев видоизменяют характер передвижения животных. А микробы в потеплевших почвах перерабатывают больше древнего углерода из лесной подстилки и подтаявшей вечной мерзлоты, превращая его в парниковые газы, включая метан.

Усиление горения в тайге и тундре наряду с последовательными изменениями экосистем имеет глобальные последствия, которые можно оценить только посредством масштабного компьютерного моделирования. Из прогнозов на моделях следует, что горение в бореальной зоне может возрасти вдвое или даже вчетверо к концу этого столетия, высвободив огромное количество углерода из повсеместно распространенной растительной подстилки. Этот сдвиг способен превратить данную область из поглотителя углерода в его источник, что усилит изменение климата во всем мире.

Но есть и хорошие новости. Некоторые исследования показывают, что замена в лесах хвойных пород, таких как ель, на менее воспламеняемые лиственные деревья, такие как береза и осина, а также небольшое увеличение количества осадков, связанное с утратой массы морского льда, может снизить прогнозируемое увеличение площади гарей. Если лиственные леса придут на смену хвойным после пожара, они смогли бы отражать больше солнечного света, по крайней мере зимой, когда опадут листья, а лучи будут отражаться от снежного покрова, смягчая реакцию потепления климата. Потеплевшие почвы тундры уже поддерживают рост кустарников, а в дальнейшем помогут бы и деревьям, которые связали бы в своей древесине часть углерода, потерянного почвами и вечной мерзлотой. Но дьявол прячется в деталях. Нам нужны более точные оценки каждого из этих факторов, чтобы предвидеть, как будут развиваться события.

Пока исследователи работают над этими задачами, жители Аляски и противопожарные службы разрабатывают стратегию защиты людей, частных земель, инфраструктуры и природных ресурсов в условиях обострения пожарной опасности. Они повышают боеготовность к тушению пожаров, проводя расчистку лесов или удаление высохших кустов и растительности вокруг городов и коттеджей, овладевают новыми технологиями, такими как спутниковая разведка, для более раннего обнаружения пожаров, а также для точного картирования и мониторинга. Рост числа пожаров на Крайнем Севере может изменить климат, но жители Аляски пытаются сделать все возможное, чтобы предотвратить катастрофические человеческие жертвы и разрушения. ■

Перевод: В.И. Сидорова

ИЗ НАШИХ АРХИВОВ

■ Шур Т. Прогноз для вечной мерзлоты // ВМН, № 1–2, 2017.

ОБ АВТОРЕ

Клаудиа Уоллис (Claudia Wallis) — лауреат премий в области научно-популярной литературы, бывший выпускающий редактор *Scientific American Mind* и научный редактор *Time*. Ее статьи опубликованы в *New York Times*, *Time*, *Fortune* и *New Republic*.



Вирусы могут спасти

С распространением супербактерий исследователи все чаще обращают внимание на вирусы

Клаудиа Уоллис

События последних лет привели к осознанию того факта, что «царь природы» беззащитен перед крошечными вездесущими созданиями — вирусами. Инфекционисты говорили об этом не одно десятилетие. И угроза исходит не только от новых вирусов, таких как *COVID-19*, которые передаются от животных к человеку, но и от бактерий, появившихся в результате бездумного приема антибиотиков.

Мы имеем в виду такие нечувствительные ни к каким лекарственным препаратам бактерии, как *MRSA* (*Staphylococcus aureus*, резистентная к метицилину) и мультирезистентная *Acinetobacter baumannii* (иногда называемая *Iraqibacter*, поскольку ею были заражены многие солдаты, вернувшиеся из Ирака). По прогнозам Всемирной организации здравоохранения, число смертей от этой «супербактерии» увеличится от нынешних 700 тыс. в год до примерно 10 млн к 2050 г.

По иронии судьбы может оказаться, что спасителями от страшных инфекций станут вирусы, столь часто воспринимаемые сегодня, как «божья кара». С распространением нечувствительных к лекарственным препаратам бактерий и появлением череды новых

антибиотиков исследователи все чаще обращаются к бактериофагам — «пожирателям» бактерий. Вирусы этого типа считаются древнейшими и самыми многочисленными организмами на Земле. И, подобно самонаводящимся ракетам, каждая их разновидность нацелена на определенный вид бактерий. Фаговая терапия когда-то использовалась в странах Восточной Европы для борьбы с инфекционными заболеваниями, но после появления в 1940-х гг. мощных антибиотиков о ней забыли. Интерес к ней возродился в XXI в., поскольку, по словам Винсента Фискетти (Vincent Fischetti), заведующего лабораторией бактериального патогенеза и иммунологии Рокфеллеровского университета, «проблема бактериальной резистентности становится

все более острой». Используя современные биотехнологические методы, вирусологи могут модифицировать фаги так, чтобы они инфицировали строго специфические штаммы супербактерий. Результаты таких манипуляций бывают впечатляющими.

Так, Том Паттерсон (Tom Patterson), инфицированный «иракской бактерией», буквально воскрес из мертвых благодаря тому, что его жена, Стеффани Стратди (Steffanie Strathdee), эпидемиолог, после тщательных поисков по лабораториям самых разных стран, отыскала фаги, которые спасли мужа. Эта семейная пара (оба — профессора Калифорнийского университета в Сан-Диего), рассказавшая свою историю в книге «Совершенный хищник» (*The Perfect Predator*), которая вышла в 2019 г., основала Центр инноваций в сфере фаговой терапии.

Сегодня эта терапия применяется в ограниченном масштабе. Как правило, она заключается во введении больному коктейлей из нескольких фагов, проявивших активность *in vitro* в отношении вируса, который инфицировал данного пациента. Коктейль, вводимый Паттерсону, состоял из девяти фагов. Его инфицировали в кровотоке несколько раз в сутки в течение 18 недель. Стратди планирует создать библиотеку из «десятков тысяч фагов — очищенных, охарактеризованных и секвенированных» для последующего применения в медицине. Уже составлены фаговые коктейли для уничтожения некоторых наиболее распространенных супербактерий.

В будущем, однако, упор будет делаться на один из фаговых ферментов, лизин, а не на сами фаговые частицы. Фаги используют этот фермент для разрушения клеточной стенки бактерий. Лизин, полученный в лаборатории Фискетти с помощью геной инженерии, прошел вторую фазу клинических испытаний на 116 пациентах со стафилококковой инфекцией, поразившей кровь и сердце; при этом 43 человека из числа испытуемых страдали *MRSA*-инфекцией. Результаты этих испытаний позволили Управлению по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (*FDA*) США присвоить тестируемому препарату под названием «экзебаказа» статус «прорывного», что ускорит его одобрение при условии успешности третьей фазы.

В полном объеме результаты второй фазы пока не опубликованы, но «главное, что мы увидели и что не вызывает сомнений, — это



эффективность препарата в отношении *MRSA*», — говорит Кара Кассино (Cara Cassino), главный научный сотрудник биотехнологической фирмы *ContraFect*, разработавшей экзебаказу. Среди *MRSA*-больных, получавших этот фермент и стандартные антибиотики, излечились 74%, в то время как среди тех, кто получал антибиотики плюс плацебо, — только 31%. Смертность через 30 суток составляла соответственно 3,7% и 25%.

По словам Фискетти, лизины и стандартные антибиотики работают синергично. Первые прокалывают клеточную стенку бактерии, вторые проходят через образовавшееся отверстие внутрь клетки. Кроме того, лизины разрушают биопленки — липкие слои, окружающие бактериальные частицы и препятствующие проникновению антибиотиков в клетку. Еще одно достоинство фаговых лизинов — специфичность: они уничтожают только целевые бактерии, не затрагивая членов микробиома пациента.

Фаговая и лизиновая терапия делают лишь первые шаги, но сегодня, когда человечество охвачено пандемией, порожденной вирусом, стоит помнить, что другие, столь же крошечные, организмы могут его спасти. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская



ДЕКАБРЬ 1971

Как дышат птицы. Дыхательная система птицы позволяет доставлять [организму] достаточно кислорода, чтобы она могла летать на большой высоте. Как это удается? Кости птиц содержат воздух. У них есть два легких, соединенных с верхними дыхательными путями трахей, но, помимо этого, они соединяются с несколькими большими тонкостенными воздушными мешками, заполняющими значительную часть грудной клетки и брюшной полости. Мешки связаны с воздухоносными полостями костей. Таким образом, кровь, прежде чем покинуть легкие, может получить кислород из воздуха в системе там, где самая высокая его концентрация.



ДЕКАБРЬ 1921

Требуются экспериментаторы! «Как Америке стать лидером в мировой торговле? Главное условие — корпус подготовленных исследователей. Сегодня прогресс связан с каким-нибудь явлением или свойством материи, неизвестным еще 100 лет назад, а теперь

ставшим одной из основ цивилизации. У нас прекрасные лаборатории, богатый выбор материалов, денег в избытке. Но нам нужны преподаватели, которые не просто передают своим ученикам результаты ученых прошлого, но и сами экспериментируют, чтобы познать новые научные истины, и поощряют учеников к экспериментам». — Уиллис Уитни (Willis Rodney Whitney), директор научно-исследовательской лаборатории компании *General Electric*.

Дым без огня. В Англии изобретен новый вид пожарной сигнализации, реагирующей на присутствие дыма, а не на изменение температуры — обычно главный фактор срабатывания большинства систем. Детектор дыма состоит из металлического цилиндра около 20 см в длину и 5 см в диаметре, открытого с каждого конца, так что воздух может свободно циркулировать, и содержащего две прямоугольные металлические капсулы, одна из которых значительно больше другой. Дым, [осевший] на капсулах, заставляет одну изгибаться больше, чем другая, тем самым замыкая электрическую цепь, и включает сигнал тревоги. Преимущество в том, что такая

Оптические иллюзии (1971) наподобие созданной Мауритцем Эшером используют явление, раздражающее репрезентативную систему мозга: инверсию фигурного фона, когда один контур может быть частью сразу двух форм. Мозгу сложно определить, какую форму воспринимать как фигуру, какую — как фон. А что видите вы?

сигнализация срабатывает быстрее и надежнее: часто при пожарах густой дым образуется до того, как повышается температура.



ДЕКАБРЬ 1871

Важность практики. Обычай заучивать наизусть и повторять, как попугай, прискорбно прочно укоренился в нашей системе образования. Скорее всего, учиться надо у запада страны. В Университете Айовы, вместо того чтобы преподавать физику, химию, геологию

и астрономию путем устного повторения и лекций, не сопровождаемых опытами, открыли лаборатории и мастерские, где многие вещи можно изучать на практике. Попечители приняли решение поместить элементы естественных наук в начало курса. Они предлагают не ждать, когда студент, корпя над сухими фактами и абстрактными принципами, почувствует отвращение ко всем наукам. Они считают, что разумнее следовать естественным путем и начинать тогда, когда разум с трепетом вникает в причину вещей.

Обезвоженное мясо. На собрании Лицея естествознания доктор Х. Эндеманн (H. Endemann) рассказал о своем изобретении. Около 50 кг мяса помещают в трубу, и вытяжной вентилятор прогоняет воздух, нагретый до 60° С, до тех пор пока оно полностью не высушится. Затем мясо измельчают в порошок и хранят в обычных бумажных пакетах. Его можно также спрессовать в твердые брикеты. Из 0,5 кг мяса выходит около 110–140 г порошка. Вкус порошка превосходен, лучше, чем у сырого мяса, у него приятный аромат — и (благодаря присутствию белка и фибрина в полном объеме) сохраняются все питательные свойства сырого мяса. ■



В мире Науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Наши партнеры:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



РОСАТОМ



Сибирское отделение РАН



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.А. Садовничий

Главный научный консультант:

президент РАН академик А.М. Сергеев

Ответственный секретарь:

О.Л. Беленицкая

Шеф-редактор иностранных материалов:

А.Ю. Мостинская

Выпускающий редактор иностранных материалов:

В.Д. Ардаматская

Зав. отделом российских материалов:

О.Л. Беленицкая

Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

Обозреватели:

В.С. Губарев, В.Ю. Чумаков

Администратор редакции:

З.Х. Мусина

Научные консультанты:

член-корр. РАН С.Н. Авдеев; член-корр. РАН А.В. Горелов; академик А.Д. Каприн;
член-корр. РАН Д.Ю. Логунов; профессор РАН Т.А. Нестик; д.м.н. А.Ю. Попова;
академик Б.Н. Порфирьев; д.м.н. Н.Н. Потекаев; академик В.П. Чехонин, к.филос.н. Е.Б. Яцишина

Над номером работали:

М.С. Багоцкая, А.С. Бурмистров, А.П. Кузнецов, Н.Л. Лескова, А.И. Прокопенко, А.И. Рогачева,
О.С. Сажина, В.И. Сидорова, Я.Р. Хужина, Н.Н. Шафрановская

Дизайнер:

Д.А. Гранков

Верстка:

А.Р. Гукасян

Корректора:

М.А. Янушкевич

Фотографы:

Е.М. Либрик, Н.Н. Малахин, Н.А. Мохначев

Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

А.Ш. Геворгян

Заместитель директора НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.К. Малахина

Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко


Главный бухгалтер:

Ю.В. Калинин

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:

 АО «Можайский полиграфический комбинат», 143200, г. Можайск, ул. Мира, 93,
www.oaomprk.ru, www.oaomprk.rf, тел.: 8 (495) 748-04-67, 8 (4963) 82-06-85
Заказ № 0988

© 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.



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия



*Художница Екатерина Лебедева
«Разговор с Капицей»*



Взгляд на науку с пристрастием

Актуальная информация
о науке и технике в России
и в мире

Открытия в разных
областях фундаментальной
и прикладной науки

Новости из научных
центров и вузов страны
и мира

scientificrussia.ru