

научка

3

2015

Нобелевские премии, получить которые *Владимиру Векслеру и Евгению Завойскому* помешала война —→ 6, 8 высокотехнологическая защита от *диких хищников* —→ 19 мультфильмы — инструмент *социализации* для дошкольников —→ 38 загар под наноприкрытием *церия* —→ 30 весь русский язык в одном *корпусе* —→ 39 первый двумерный *материал*, достигший стадии коммерческого использования —→ 33 центры превосходства в *фотонике* —→ 23 в *Крыму* стало больше солнца и меньше ВОЛН —→ 31



Министерство образования
и науки Российской
Федерации



01



02



03

01 Министерство образования и науки и ассоциация RASA-USA договорились о взаимодействии в глобализации достижений российской науки. В центре фотографии — замминистра Людмила Огородова, справа от нее президент ассоциации Николай Васильев

02–03 Прославленный Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе (UCLA) активно сотрудничает с российскими национальными исследовательскими центрами. На фото 03 министр образования и науки России Дмитрий Ливанов и канцлер университета Джин Блок. В UCLA действует специальная программа Enhancing University Research and Entrepreneurial Capacity (увеличение исследовательских и предпринимательских возможностей высшей школы). Участвующие в ней студенты (на фото 02 с министром Дмитрием Ливановым) осваивают российские реалии

Включить Россию в глобальный технологический обмен

Министерство образования и науки Российской Федерации и Russian American Science Association (RASA-USA), некоммерческая организация, объединяющая русскоговорящих ученых Северной Америки, провели в Вашингтоне в конце марта два совместных мероприятия — семинар по организации центров трансляционной медицины и круглый стол о совершенствовании организации науки в России.

RASA-USA основана в 2009 году в Бостоне, ассоциация считает своей целью сохранять, укреплять и расширять интеллектуальное и культурное пространство, которое образует русскоговорящее научное сообщество. У RASA-USA около 300 активных членов, во Франции зарегистрирована RASA-Europe, в ней еще 150 ученых, планируется открытие ассоциации в Сингапуре — RASA-Asia.

Президент RASA-USA — **Николай Васильев**, кардиохирург, ведущий научный сотрудник Бостонской детской больницы при Гарвардской медицинской школе. По мнению Николая Васильева, у русскоязычных ученых, в разное время и по разным причинам оказавшихся за рубежом, есть явное желание объединиться. Кто-то из них уехал временно, кто-то навсегда, кто-то из СССР, кто-то из России, а кто-то из других стран бывшего Союза, но все они представляют собой единую культурную общность, говорит Васильев.

В мероприятиях в Вашингтоне участвовала **Людмила Огородова**, заместитель министра науки и образования. Она делится наблюдением: русского-говорящих ученых на Западе объединяет не только общая культура, но еще и общее желание содействовать максимальной интеграции российской науки в глобальную: «Наши бывшие соотечественники видят, какие процессы разворачиваются в науке у них на родине, им они нравятся — и они предлагают свою помощь».

Российская наука, продолжает замминистра, сейчас основной задачей считает вывод уникальных отечественных технологий на глобальные рынки. С разработками проблем нет — их удивительно много, Россия остается одним из мировых интеллектуальных лидеров, но нужна эффективная коммерциализация идей, нужны качественные, квалифицированные инвесторы, и вот здесь содействие русскоговорящего сообщества особенно востребовано. Эти люди уже хорошо интегрированы в западную научно-технологическую среду, к ним есть доверие одновременно и со стороны западных финансовых структур, которые сейчас в принципе настороженно относятся ко всему российскому, и со стороны российских научных кругов — в силу культурной и образовательной общности.

В США коммерческие отделы при вузах действуют с 1991 года, рассказывает Николай Васильев, и они стали источником существенного дополнительного дохода и одновременно стимулом для ученых в практической реализации технологий. Российский ученый должен знать, к кому и на каком этапе исследования он может обратиться для защиты интеллектуальной собственности, поиска инвесторов, уверен Васильев.

В начале марта встречу с RASA-USA провел также министр образования и науки **Дмитрий Ливанов**. «Мы стараемся активно привлекать мировых ученых к работе с российскими образовательными учреждениями и научными организациями», — подчеркнул он и высказал мнение, что интеллектуальный потенциал RASA-USA может быть крайне полезен для повышения эффективности работы российских научных школ. «Для этого существует ряд механизмов: создание «зеркальных» лабораторий, ведение магистрантских и аспирантских программ, стимулирование молодежи в вопросе карьерного выбора в пользу научных специальностей», — заключил Дмитрий Ливанов.

научное фото

04–05	Иметь при себе: запас воздуха для освоения безвоздушного пространства
-------	---

06 события

06–09	Нобелевские премии, которых не дала война
	ядерная физика
	Владимир Векслер переступил релятивистский барьер
	фармакология
	Зинаида Ермольева: ни одной ампутированной ноги
	физика
	Евгений Завойский: парамагнитный резонанс после заготовки дров

10–12	Россия стала жертвой экономических законов
	агрофизика
	Спелая почва, дружные всходы, постоянное наблюдение
	агрофизика
	Фермер может забыть о поливе
	агрофизика
	Итальянский эколог готовит российское сельское хозяйство к изменению климата

13–14 Столетия

	физиология
	Химическое оружие доживает последний век
	экономика
	Сергей Витте, создатель золотого стандарта российской экономики

15 ЖИВОЕ

	вирусология
16–17	Клещи несут энцефалит все дальше на российский север
	антропология
17–18	Новый способ ответить на вопрос, сколько тебе лет
	зоология
19–20	Космическая защита от самых страшных хищников

21 технологии

22–27 **Фотоника — еще один драйвер высокотехнологического роста**

	оптика
	Определить десятки доли процента органического вещества с точностью до 0,5%
	оптика
	Россия создаст центры превосходства в фотонике
	оптика
	Уникальные оптические свойства низкоразмерного графита
	управление
28	Как работает идеальная нефтяная скважина

29 исследования

	химия
30	Нанооксид церия не только предохраняет от солнечной радиации, но и инактивирует активные формы кислорода
31–32	климатология
	В Крыму стало больше солнечных дней, а волнение успокоилось
	неорганическая химия
32–36	Первый двумерный материал, достигший стадии коммерческого применения

37 гуманитарии

	педагогика
38–39	Какие мультфильмы смотрят дошкольники и когда начинают
	лингвистика
39–41	Собрание всего русского языка в одном месте
	лексикология
42–43	Разговорная речь и церковнославянский язык влияют друг на друга

44 традиции

	история технологий
44–45	Прошлое и нынешнее использование энергии речных потоков

46 appendix

	космическая биология
46–47	Академик Андрей Дегерменджи: Освоение Луны как места обитания уже потеряло актуальность

«Коммерсантъ-Наука»
3 / 2015, 21.04.2015

учредитель и издатель
АО «Коммерсантъ»
(ЗАО «Коммерсантъ». Издательский Дом)

президент
ИД Коммерсантъ
Владимир Желонкин

генеральный директор
ИД Коммерсантъ
Мария Комарова

руководитель службы
«Издательский синдикат»
Алексей Харнас
harnas@kommersant.ru

главный редактор
Андрей Витальевич Михеенков

редакция
Мария Бурас
Анна Грановская
Яна Миронцева
Александр Свиридов
Сергей Петухов

фоторедактор
Наталья Коган

арт-дирекция
Наталья Жукова
Иван Васин
Иван Величко

дизайн
Александр Кольцов

графика
Свят Вишняков

маргиналии
Анна Кольцова

тираж
30 000 экз.
цена свободная

адрес редакции
125080, Москва,
ул. Врубеля, 4

Отпечатано в Финляндии. Типография «Сканвеб АБ». Корьяланкату 27, Коувула

Зегистрировано Роскомнадзором, Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–44744 от 18.04.2011 г.



журнал спроектирован
в ДИЗАЙН-БЮРО «ЩУКА»
SHUKA.RU +7 (916) 397-11-80

Как наладить дыхание в безвоздушном пространстве

текст

Андрей Манин



01

Водная среда гораздо дружелюбней для живого существа, чем открытый космос, — пауку-серебрянке для дыхания в безвоздушной среде достаточно смазать волоски брюшка особым жирным и вязким составом, который выделяют видоизмененные паутинные железы, — и сила поверхностного натяжения воды обеспечит паука воздухом. Орган его дыхания — «книжные легкие» (они так называются, потому что расположены, словно страницы у книги) — тут же, в брюшке: дышать удобно [01].

Скафандр решает значительно больше проблем: помимо обеспечения космонавта кислородом нужно создать повышенное давление, иначе растворенный в крови азот перейдет в газообразное состояние и кровь просто закипит, нужно защитить космонавта от интенсивного излучения разного типа и очень низких температур, необходимо также обеспечить отведение тепла, которое вырабатывает сам человек, — иначе он потеряет работоспособность; наконец, скафандр должен обеспечивать подвижность космонавта.

Все эти задачи были успешно решены 40 лет назад, когда состоялся первый выход человека в космос [02].



ИТАР-ТАСС



02

Первый выход в открытый космос

Алексей Леонов был связан со шлюзом пятиметровым фалом и решил испытать, как далеко он может отлететь от корабля. Он оттолкнулся — его тут же закрутило, но и фал закрутился вокруг него, остановил вращение. Советский скафандр оказался пригоден для работы в безвоздушном пространстве: Леонов находился в космосе 10 минут, когда получил приказ возвращаться в капсулу.

И тут Леонов понял: что-то не так. В космическом вакууме из-за разницы давлений его скафандр раздулся, словно воздушный шар.

«Я почувствовал, что у меня немножко деформируется скафандр, у меня вышли уже пальцы из перчаток, ноги из сапог, я свободно нахожусь внутри скафандра, — вспоминает Леонов. — Значит, мне надо что-то делать.» Оставалось пять минут до того момента, как «Восход-2» должен был войти в тень Земли и оказаться в полной темноте.

Алексей Леонов ничего не сообщил на Землю — сам решил сбросить наполовину давление внутри скафандра через клапан.

Если бы в его крови к тому времени остался азот, вспоминает Леонов, она бы просто закипела и он бы погиб. Но в раздутый скафандр он не мог вернуться в капсулу — а это тоже гибель.

Леонов стравливал давление — и стал ощущать первые признаки кессонной болезни: «Я начал ощущать покалывание в пальцах рук и ног. Я знал, что все может закончиться гибелью». Он приблизился к шлюзу, толкнул внутрь видеокамеру, ухватился за края люка и последним усилием впихнул себя головой вперед. — По материалам Русской службы Би-Би-Си

»→ 70-летие Победы — прекрасный повод вспомнить, что высокая, нобелевского уровня наука продолжалась и во время войны. Именно тогда Владимир Векслер открыл явление автофазировки, Евгений Завойский — электронного парамагнитного резонанса, а Зинаида Ермольева в 1943 году синтезировала пенициллин.

Владимира Векслера на Нобелевскую премию — вместе с американцем Эдвином Макмилланом — впервые выдвинул в 1947 году американец Леонард Бенедикт Леб. Нобелевский комитет назвал их работу «сенсационным успехом в решении проблемы ускорения заряженных частиц большой энергии». В 1948 г. Векслера и Макмиллана выдвигает лауреат Нобелевской премии по физике 1924 г. Карл Сигбан. Но СССР уже отгородился от мира, и Сигбану пришлось констатировать в номинации: «Насколько мы можем судить, он [Векслер] не показал техническую возможность данного принципа в эксперименте». В 1951 г. Векслера и Макмиллана на Нобелевскую премию выдвинул лондонский профессор Джозеф Ротблат. В 1959 г. советские академики Александр Несмеянов и Александр Топчиев номинировали вместе с Векслером Евгения Завойского, а в 1965 г., за год до смерти Векслера, его предложил лауреат Нобелевской премии академик Павел Черенков.

Номинация Завойского так и осталась единственной — в 1952 г. Нобелевскую премию присудили Феликсу Блоху и Эдуарду Перселлу за схожее явление ядерного магнитного резонанса.

А Нобелевская премия по медицине за открытие пенициллина была присуждена Александеру Флемингу, Говарду Флори и Эрнсту Чейну в 1945 году. —

По материалам **Абрама Блоха**, доктора геолого-минералогических наук

Как Владимир Векслер преодолел релятивистский барьер



Владимир Иосифович Векслер родился 4 марта 1907 г. в Житомире. Его мать была женой инженера Иосифа Векслера, но полюбила художника Давида Штеренберга, он и стал отцом ее сына. Штеренберг эмигрировал до его рождения, ребенок стал Векслером.

Четырнадцать лет Владимир Векслер ушел вкоммуну им. А.В. Луначарского, потом поступил на ситценабивную фабрику учеником монтера в электромеханической мастерской. Руководство фабрики направило его на учебу

в Институт народного хозяйства им. Г.В. Плеханова. Из-за реорганизации института Векслер перешел на заочное отделение Московского энергетического института и окончил его в 1931 г.

Векслер стал научным сотрудником лаборатории рентгеноструктурного анализа в институте, который после нескольких переименований стал называться Всесоюзным электротехническим (ВЭИ). Там работали. Павел Флоренский, Леонид Мандельштам, Игорь Тамм, Сергей Вавилов, Григорий Ландсберг.

Сохранился приказ директора ВЭИ от 29 января 1935 г.: «Научный сотрудник группы рентгеновских лучей тов. В.И. Векслер награждается отрезком на костюм».

В 1937 г. Векслер перешел в ФИАН — выдающиеся молодые ученые Илья Франк, Павел Черенков и Леонид Грошев считали, что созданные Векслером приборы и методы измерений необходимо использовать в экспериментах по изучению атомного ядра и космических лучей.

по материалам	Борис Болотовский
	доктор физико-математических наук
	Борис Ратнер
	доктор физико-математических наук

Директор Физического института Академии наук (ФИАН) Сергей Вавилов выслушал сотрудника Лаборатории космических лучей ФИАН Владимира Векслера и буквально приказал ему: «Владимир Иосифович, берите отпуск, поезжайте в Узкое (в академический санаторий. — «Ъ-Наука») и не возвращайтесь, пока не напишете статью». Это было начало 1944 года. 25 апреля статья «Новый метод ускорения релятивистских частиц» была сдана в печать — в журнал «Доклады Академии наук» — и опубликована в №8.

Владимир Векслер в этот момент больше занимался другим странным для военного времени делом — готовил строительство Памирской станции для изучения космических лучей, оно началось во время войны, а после войны станция вошла в строй.

Разгонять на циклотроне частицы — нерелятивистские — первыми научились американцы Стэнли Ливингстон и Эрнст Лоуренс в 1930 г. — это был крошечный ускоритель. В СССР — в Радиовом институте, в Ленинграде — к 1937 г. тоже был построен ускоритель, первый в Европе. К его созданию приложил руку Игорь Курчатов. Но даже самые крупные из циклотронов не могли преодолеть так называемый релятивистский барьер — рассогласование частоты обращения частицы в циклотроне



ФИАН на войне

Оптик **Самуил Фридман** наладил производство уникального светящегося состава для приборов военной техники. Под дверью у Фридмана всегда ждали представители военных заводов.

Прибор стилоскоп с необходимой точностью определял химический состав сплавов. Прифронтовые ремонтники строились в очередь за стилоскопами.

Игорь Тамм и Виталий Гинзбург занимались защитой флота от магнитных мин.

Евгений Фейнберг и Владимир Векслер занимались звуковой локацией в воде с помощью гидрофонов.



и частоты ускоряющего поля; это рассогласование наступало с ростом энергии частицы, оно-то и определяло предельно достижимую энергию.

Владимир Векслер придумал, как обойти это естественное ограничение, — совершил важнейшее открытие, которое буквально произвело революцию в деле ускорения частиц. Он открыл принцип автофазировки, показал, что можно осуществить такой режим, в котором частица долго остается в фазе с ускоряющим напряжением, настолько долго, что может ускориться до неслыханных ранее энергий.

Представим себе заряженную частицу, которая в магнитном поле движется по круговой орбите. На пути частицы расположена область («ускоряющий промежуток») с переменным электрическим полем. Частота поля подбирается равной частоте обращения частицы, а фаза — так, чтобы частица при каждом прохождении попадала в ускоряющее поле максимальной величины.

Энергия частицы с каждым прохождением увеличивается. Но с ростом энергии растет и период обращения в магнитном поле, и частица скоро выходит из синхронизма с ускоряющим полем. Это явление и определяет релятивистский барьер.

Владимир Векслер показал, что можно подбирать магнитное поле и амплитуду ускоряющего поля таким образом, что синхронизм частицы с ускоряющим полем не будет нарушен. Развивая эту идею, он пришел к открытию нового принципа ускорения частиц — принципу автофазировки. Год спустя то же явление открыл калифорнийский физик Эдвин Макмиллан — но, к счастью, СССР еще не закрыл от внешнего мира научные публикации, и американец признал приоритет Владимира Векслера.

Вот что пишет академик Евгений Фейнберг, входивший тогда в состав жюри ежегодного конкурса научных работ ФИАН: «Идея была ошеломляющей, и мало кто поверил в ее осуществимость. Векслер не имел никакого опыта работы с ускорителями и, соответственно, никакого авторитета в этой области». А официальное заключение жюри

Модель синхротрона — циклического ускорителя, принцип действия которого основан на принципе автофазировки, открытым Владимиром Векслером. Наиболее современная версия синхротрона — Большой адронный коллайдер.



«Сергей Вавилов понимал, что серьезная физика невозможна без крупного ускорителя. В 1940 г. он создал «циклотронную бригаду» — с заданием изучить вопрос о циклотроне с диаметром полюсов в несколько метров и приступить к проектированию. В бригаду вошли Векслер, Вернов, Грошев, Черенков и я. Изучение вопроса шло интенсивно, споры были горячими, но все лишь для того, чтобы снова и снова убедиться в невероятной трудности задачи.»
академик **Евгений Фейнберг**



гласило: «Если работа Векслера правильная, то не нам давать ему премию».

Векслер и Макмиллан многожды выдвигались на Нобелевскую премию, Макмиллан получил ее — но не за автофазировку, и не по физике, а за трансурановые элементы и по химии. Нобелевский комитет не знал о техническом воплощении принципа автофазировки — хотя в лаборатории Векслера работал синхротрон на 30 МэВ, шло сооружение синхротрона на 250 МэВ, и Векслер еще успел построить в Дубне самый большой в мире ускоритель на 10 ГэВ.

Лаборатория для Владимира Векслера была создана в 1946 г., Игорь Курчатов включил ее в атомный проект, и, хотя ни у самого Векслера, ни у ФИАН не было опыта, монтаж ускорителя был закончен в декабре 1947 г. А 28 декабря 1947 г. первое же включение показало устойчивую работу ускорителя. Владимира Векслера стали качать, а через две недели ускоритель, получивший название С-3 (в просторечии «Тройка»), уже работал на полную энергию 30 МэВ.

Из статьи Владимира Векслера «Новый метод ускорения релятивистских частиц»

Для примера рассмотрим один из простейших вариантов использования постоянства ΔT . Выберем постоянные V_R и H_R так, чтобы

$$T_{n+1} - T_n = \frac{2\pi V_R}{H_R c} = T_\lambda.$$

Если одновременно удовлетворено начальное условие

$$T_1 = T_\lambda + \frac{2\pi m_0 c (k+1)}{H_R e} = T_\lambda \gamma,$$

где T_λ — период колебания поля, $k = (eV_n)/(m_0 c^2)$; V_n — разность потенциалов, соответствующая начальной скорости частицы до первого ускорения; γ — произвольное целое число, то частица попадает в резонанс с полем, несмотря на то, что время ее движения по окружности после каждого ускорения возрастает.

Физически это означает, что после каждого ускорения время движения частицы по окружности возрастает на величину периода. И по мере увеличения энергии частицы она будет все больше отставать по фазе от поля. Но на каждом новом обороте отставание будет равно целому периоду или полупериоду (при $N \geq 2$), так что частица непрерывно будет разгоняться.

Самое яркое впечатление военного времени: «Представляете, ни одной ампутированной ноги!»

текст

Александр Свиридов



01

«В огородах, на свалках, в лесах и полях»

Первый советский антибиотик — грамицидин С — выделили в 1942 году из почвенных грибов эволюционный биолог **Георгий Гаузе** и его жена и сотрудница биохимик **Мария Бражникова**. О поисках нужной культуры Мария Бражникова рассказывала так: «Пробы собирали повсюду — во дворах, огородах, на свалках, в лесах и полях Подмосковья. Карманы сотрудников были полны маленькими сверточками с землей. Землю приносили в лабораторию, пересыпали в пробирки и в каждую пробирку наливали немного воды, чтобы получилась земляная каша. В чашки Петри наливали питательную среду, содержащую мясной бульон и сахар. Каплю взвеси, содержащую тысячи стафилококков, помещали на поверхность застывшей питательной среды, а затем на ту же поверхность наносили каплю земляной каши из пробирки и выдерживали в термостате. На поверхности студня вырастали десятки различно окрашенных точек — желтые колонии стафилококков вперемешку с желтыми, красными, синими, белыми, прозрачными, круглыми, зубчатыми, бахромчатыми колониями почвенных микробов. Вокруг некоторых колоний почвенных микробов можно было ясно различить зону пустыни. Эти почвенные микробы ограждали себя, выпуская в окружающую среду какое-то вещество, которое подавляло все живое».

По материалам Якова Галла

Разнообразная плесень из невероятных мест

Первый советский пенициллин выделила **Тамара Балезина**, сотрудница Зинаиды Ермольевой: «Устав от напрасного ожидания (помощи от союзников. — «Б-Наука»), весной 1942 года я с помощью друзей стала собирать плесени. Несли самую разнообразную плесень из самых невероятных мест. 93-м по счету образцом был грибок, случайно выросший в другой лаборатории на культуре микроорганизма, над которым там работали. Этот штамм был идентифицирован как «близкий к *Penicillium crustosum*». Из него мы и стали получать советский препарат, который назвали «пенициллин-крустозин ВИЭМ». Сотрудники Всесоюзного института экспериментальной медицины (ВИЭМ) проверили антибиотик на себе, после чего передали его для клинических испытаний.

Штамм Балезиной имел пенициллиновую активность в 4–8 раз больше, чем штамм Флеминга. Зинаиде Ермольевой дали для опытов палату раненых в 25 человек в госпитале под Сталинградом. Все они считались обреченными, поэтому Ермольевой разрешили попробовать на них новое лекарство. Абсолютно все выжили, после этого штамм Балезиной стал основой для серийного производства пенициллина в СССР.

По материалам Михаила Шифрина, журнал «Вокруг света», и газеты «Маленькая война»

Профессиональная судьба Зинаиды Ермольевой, дочери подъесаула 4-го Донского Казачьего полка Виссариона Васильевича, решила раз и навсегда на втором курсе медицинского факультета Донского университета Ростова-на-Дону, куда она поступила на выделенное для нее дополнительное место: начались занятия по микробиологии. Первые ее научные работы были посвящены холере; изучая эту болезнь, она сделала и первое научное открытие — на себе самой: доказала, что условно патогенные вибрионы могут изменяться в организме человека и вызывать заболевание. Тогда же она открыла светящийся вибрион, которому присвоено ее имя.

В 1925 году Ермольева переехала в Москву, чтобы возглавить отдел биохимии микробов в Институте биохимии им. А.Н. Баха. Уже здесь Ермольева — первой в мире — выделила лизоцим как пригодный для медицинского применения препарат.

В декабре 1942 года по представлению министра здравоохранения и личному распоряжению Сталина Ермольева отправляется на Сталинградский фронт — для предупреждения эпидемии холеры, которая уже распространилась в немецких войсках. То, что Ермольевой удалось сделать в Сталинграде, представить и понять практически невозможно. В городе, где не осталось ни одного целого дома, где ожесточение войны достигло исторического максимума, она наладила производство бактериофага и профилактику холеры в грандиозных



02

01 Зинаида Ермольева совершила настоящий подвиг: в самые краткие сроки создала технологию и наладила производство оригинального советского пенициллина — крустозина

02 Так выглядело производство пенициллина в 1944 году. Фармацевты высаживали в стерильную питательную среду культуру плесневого гриба *penicillium notatum*, через десять дней собирали урожай, а затем превращали активное антибактериальное вещество в порошок

масштабах. В день профилактику проходили не менее 50 тысяч человек. Все источники воды были взяты под контроль, разъяснительная работа проводилась в войсках, среди населения, беженцев и эвакуированных. Потери от холеры в фашистской армии составили 78 тысяч человек. В советской армии эпидемия была предупреждена.

Ермольева была награждена орденом Ленина, а в 1943 году — Сталинской премией I степени за разработку новых методов диагностики и фагопрофилактики холеры. Денежную составляющую премии профессор передала в Фонд обороны, на эти средства был построен истребитель «Зинаида Ермольева».

Еще до Сталинграда Ермольева начала работать над получением пенициллина из отечественного сырья. И в том же 1942 году ею был получен первый отечественный пенициллин (крустозин); она приложила гигантские усилия, чтобы запустить его промышленное производство.

С 1943 года начался массовый выпуск пенициллина. После первых испытаний в Москве Ермольева отправляется в действующую армию, где под руководством академика Н.Н. Бурденко крустозин испытан в полевых условиях. Препарат выдержал испытание на отлично. Много лет спустя, отвечая на вопрос о самом ярком впечатлении военного времени, Ермольева вспомнила испытания 1944 года: «Представляете, ни одной ампутированной ноги!»

С 1945 по 1947 год Ермольева — директор Института биологической профилактики инфекций, на базе которого создается Всесоюзный НИИ пенициллина (Государственный научный центр антибиотиков). Первым результатом работы института было создание отечественного антибиотика стрептомицина, который до сих пор используется для лечения туберкулеза.

После увольнения Ермольевой большому коллективу ученых НИИ эпидемиологии и гигиены Красной армии (НИИЭГ КА), действительно внесших существенный вклад в разработку и, главное, в развитие технологий промышленного получения пенициллина, была присуждена Государственная премия. Фамилии Ермольевой среди лауреатов не было.



Плодовое тело пенициллина на питательной среде при большом увеличении

1877



Как изобретали пенициллин



Луи Пастер заметил, что почвенные плесневые грибки угнетают бактерии сибирской язвы.



1880-е



«Дедушка русской дерматологии» **Андрей Полотебнов** считал, что бактерии зарождаются из плесени (кистевиков, или пенициллов) и безвредны для человека. Он вырастил на лимоне плесень, смешал с маслом и нанес на кожную язву. Язва, к его удивлению, зажила гораздо быстрее контрольной. — По материалам кандидата фармацевтических наук Виктора Сало



1893



Итальянский врач **Бартоломео Гозо** был уверен, что пеллагру, болезнь итальянских бедняков, питавшихся кукурузой, вызывала плесень, разраставшаяся на кукурузе (на самом деле пеллагру вызывает дефицит незаменимой аминокислоты триптофана, которой в кукурузе нет). Исследуя эту плесень, он выделил из нее микофенольную кислоту, убивавшую сибиреязвенные бактерии. Это первый в истории случай выделения чистого пенициллинового антибиотика. Правда, дальше дело у Гозо не пошло.



1928



У шотландского врача **Александра Флеминга** в чашке с культурой золотистого стафилококка выросла плесень. Флеминг обратил внимание, что вокруг плесени стафилококк погиб, — и выделил пенициллин.



1940



Австралиец **Говард Флори** и немец русско-еврейского происхождения Эрнст Борис Хаин (Чейн) выделили чистый пенициллин и разработали технологию его промышленного производства.

физика

события

Резонансное открытие казанского физика-экспериментатора

текст

Александр Кессених

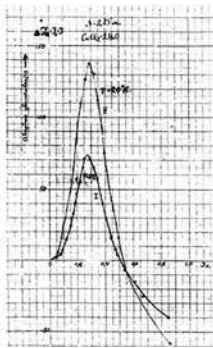
доктор физико-математических наук



01

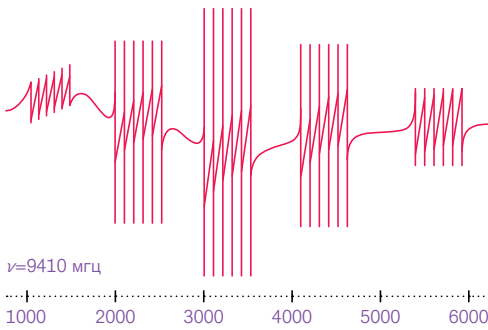
01 Академик Евгений Константинович Завойский (1907–1976) — первооткрыватель электронного парамагнитного резонанса

02 Спектры ЭПР концентрированных парамагнетиков, полученные Завойским в Институте физических проблем (подлинный документ 1945 года)



02

рис. 01 — Спектр ЭПР примеси иона Mn^{2+} в кристалле метасиликата, полученные на современном спектрометре



Видны 5 групп линий тонкой структуры, соответствующих спину иона Mn^{2+} (спин $S=2$). Каждая группа состоит из 6 линий сверхтонкой структуры, обусловленной взаимодействием с ядерным спином ^{55}Mn $I=5/2$. В концентрированном парамагнетике такие линии сливаются за счет спин-спиновых взаимодействий.

«Комиссия вошла в лабораторию №5 без стука в момент, когда я наблюдал ядерно-магнитный резонанс, — сидел за установкой и с помощью реостата изменял силу тока в электромагните Дюбуа... Комиссия пересекла луч света от гальванометра до шкалы и остановилась, не обращая внимания на мои жесты; она стояла полминуты и затем прозвучала фраза: "Здесь все самодельное и не имеет никакой научной ценности". (Я, очевидно, подпадал тоже под это определение...) Я хотел было заговорить, но комиссия уже шла к двери. Все... Мне было сказано: "Если вы завтра не вытряхнете все из этой комнаты, то будут поставлены у двери часовые с приказом: не пускать вас сюда". Разрушать установку я не мог. Но угроза была приведена в исполнение, комната разгромлена, оборудование выброшено за дверь, а в комнате №5 более полутора лет раздавался хлеб для сотрудников эвакуированных из центра институтов.» Так описывал обстановку в Казанском университете в начале войны выдающийся советский физик-экспериментатор Евгений Завойский. Но именно в военные годы Евгений Завойский сделал важнейшее открытие — обнаружил явление электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Элементарные частицы (протоны и электроны), атомные ядра и некоторые атомы имеют собственный момент количества движения (спин), магнитный диполь и могут, изменяя ориентацию диполя, на определенных (резонансных) частотах поглощать и излучать электромагнитную энергию — это стало понятно к середине 1930-х годов. Очевидно, нужно выбрать правильное соотношение напряженности магнитного поля

и частоты перпендикулярного к постоянному переменного магнитного поля: для протонного резонанса, например, 1500 эрстед (понынешнему 0,15 Тесла) и где-то около 7 МГц.

Возможен ли этот эффект в жидком и твердом веществе, где много спинов (диполей)? Евгений Завойский и его коллеги, теоретик Семен Альтшулер и физико-химик Борис Козырев, с 1940 года пытались обнаружить ядерно-магнитный резонанс (ЯМР) в жидком и твердом веществе. До мая 1941 г. на результат не было надежд. Но тут какие-то сигналы (очевидно, ЯМР протонов) начали проявляться. Установка, на которой ученые работали, восстановлена в 1980-х гг. усилиями Игоря Силкина, хранителя музея-лаборатории Евгения Завойского, — и она позволяет спорадически наблюдать ЯМР.

Препятствием на пути к воспроизводимому наблюдению ЯМР была неоднородность (вариация) значений магнитного поля электромагнита. Требовался другой магнит — желательнее от циклотрона. Но началась война, из Москвы в Казань прибыли эвакуированные учреждения, ушел на фронт теоретик Альтшулер, уволился Борис Козырев. В те трудные годы Завойскому не раз приходилось руководить кампаниями по заготовке дров и продовольствия для университета, помогать оборонным предприятиям Казани.

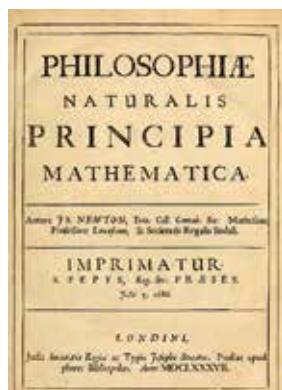
В 1943 г. Евгений Завойский утвердил у руководства университета новый план научно-исследовательских работ: изучение поглощения энергии радиоволн в параллельных и, главное, в перпендикулярных магнитных постоянном и переменном полях — и получил комнату на втором этаже старого физмата. Там теперь его музей.

Завойский намеревался изучить различные образцы, среди которых были парамагнитные кристаллические соли меди и марганца и их растворы в воде. Он заменил магнит индуктивными катушками — это сдвинуло диапазон поиска резонанса в сторону более низких полей. Как раз там и можно встретить ЭПР, который при той же частоте должен для свободного электрона наблюдаться в магнитном поле с напряженностью в 658,5 раз меньшей, чем ЯМР протонов.

Выбранные Завойским вещества содержали заметную концентрацию электронных спинов. На кривых, отображавших зависимость сеточного тока от магнитного поля при постоянной частоте облучения, наблюдались пики в предполагаемой для ЭПР области, а изменение частоты приводило к ожидаемому сдвигу сигнала. Завойский получил моральную поддержку от завкафедрой Якова Френкеля и в июле 1944 г. представил в Физический институт в Москве докторскую диссертацию: «Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных и параллельных полях для солей, растворов и металлов».

Истолкование резонансных пиков поглощения в перпендикулярных полях как спинового резонанса вызвало недоверие экспертов из Физического института. Диссертация несколько месяцев не ставилась на защиту, и Евгений Завойский обратился в Институт физических проблем (ИФП). С одобрения Петра Капицы известный экспериментатор ИФП Александр Шальников вызвался помочь Завойскому. За две недели Завойский собрал две установки, на одной были воспроизведены его казанские эксперименты; на другой, в намного более сильном поле те же резонансные эффекты наблюдались еще отчетливее.

30 января 1945 г. Евгений Завойский защитил диссертацию, а в 1947 г. принял приглашение Игоря Курчатова включиться в работу над Атомным проектом.



6 января 1944 года в Москве были вручены подарки Лондонского Королевского общества Академии наук СССР — первое издание «Математических начал натурфилософии» Ньютона (Лондон, 1687 г., на фото сверху) и один из трех сохранившихся черновиков ответного письма Исаака Ньютона князю А.Д. Меншикову (от 25 октября 1714 г.)

физика

события

В дни Сталинградской битвы в СССР широко отмечалось 300-летие Исаака Ньютона

текст Андрей Ваганов
иллюстрация Виктор Меламед

шедшим до нас иностранным журналам, — писал академик Сергей Вавилов. — Не появилось ни одной книги, посвященной Ньютону, юбилей был отмечен лишь немногими собраниями и небольшими журнальными и газетными статьями». В СССР даже из блокадного Ленинграда, осенью 1942 года, через линию фронта в Москву, транспортировались ценные издания для выставки, посвященной 300-летию со дня рождения Исаака Ньютона.

4 января 1943 года Академия наук отметила 300-летие со дня рождения Исаака Ньютона торжественным заседанием в Московском доме ученых. Присутствовали около 700 человек, в том числе представители посольства Великобритании в СССР во главе с поверенным в делах. От имени Королевского общества выступили Петр Капица, который вместе с академиком математиком Иваном Виноградовым представлял Лондонское Королевское общество по поручению его президента Дейла.

В фойе большого зала Дома ученых была развернута выставка, посвященная 300-летию Ньютона. Готовила экспозицию Александра Люблинская. Сохранился ее архив.

«Все прошло как нельзя лучше, — пишет Люблинская. — Я водила по выставке Комарова, Капицу и секретаря английского посольства, и все единодушно очень хвалили. Правда, старые книги были уж очень хороши... Само заседание было осемено громадным портретом Ньютона на заднике красного бархата. Внизу же за столом президиума розовели 15 лысин самых почетных академиков. Народу было битком набито, на выставку люди толпились, и показывать ее было непросто... Словом, получился интересный эффектный и знаменательный праздник в честь мировой науки.»

Сергей Вавилов записал в дневнике 26 февраля 1943 г.: «Явно «перегнутый» и переборщенный юбилей Ньютона».

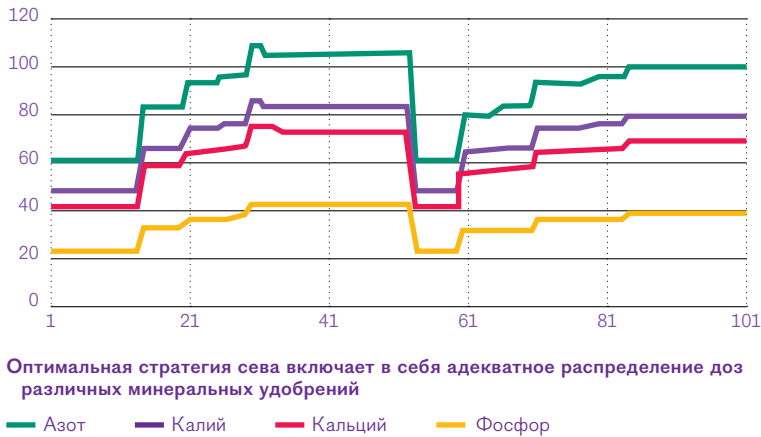
Празднование на государственном уровне 300-летия со дня рождения Ньютона стало для СССР хорошим поводом еще раз продемонстрировать отношение к союзнику, Англии.

«Эту годовщину в тот тяжелый год войны, 1943-й, в СССР отмечали широко, — свидетельствует лингвист, академик Вячеслав Иванов. — Школьником 7-го и 8-го классов я вместе с одноклассниками в Ташкенте, а потом в Москве готовил доклады, сделанные на уроках физики о Ньютоне.»

Этот феномен празднования в СССР в 1943 году 300-летия со дня рождения Исаака Ньютона до сих пор остается удивительным примером, если можно так сказать, интеллектуального сопротивления энтропии войны.

Редакция выражает искреннюю признательность Наталии Васильевне Вдовиченко, кандидату физико-математических наук, за организацию публикаций о советской физике во время Великой отечественной войны

рис. 01 —> Пример погонной диаграммы внесения минеральных удобрений, кг/м



Приземление науки, или Как выбрать оптимальную стратегию весеннего сева

»»> В России идет весенний сев — к середине апреля засеяно уже более 2 млн га только зерновых культур. Научно обоснованное земледелие могло бы дать российскому сельскому хозяйству значительный рост урожайности, что позволило бы выполнить задачу, поставленную в государственной программе развития сельского хозяйства, — в частности, довести долю зерна российского производства в общих ресурсах продовольственных товаров до 99,7%, а картофеля — до 98,7%; увеличить производство сельскохозяйственной продукции к 2020 году по сравнению с 2012 годом на 24,8%, а пищевых продуктов — на 32,5%, а также провести ускоренное импортозамещение овощей. На развитие растениеводства в этом году выделено свыше 50 млрд рублей, отдельно на ускоренное развитие овощеводства в открытом и закрытом грунте, в связи с введенными Россией контрсанкциями против западных стран — 5 млрд рублей. Однако пока, как показывает практика, сельскохозяйственные производители в основном определяют параметры своих технологических процессов эмпирически, основываясь на опыте специалистов, а не на данных науки.

Урожайная очередь

Севообороты — хорошо известное средство восстановления и повышения плодородия почвы. Растениям одного семейства часто угрожают одни и те же болезни (корневые гнили злаков, корневые), вредители (озимая совка, проволочник, моль-малютка, колорадский жук и др.) и сорняки (волчок подсолнечный, повилика), поэтому принцип правильного севооборота — чередование не просто культур, но видов.

Размещая культуры в севообороте, исходят из того, чтобы все они высевались после лучших предшественников. Оценивая предшественники, учитывают сроки их сбора, запасы влаги и питательных веществ в корнеобитаемом слое, количество растительных остатков и их качество, физическое состояние грунта и его засоренность сорняками и возбудителями болезней и вредителей.

Оптимальная стратегия сева формируется перед началом сезона, но является частью более длительной стратегии, в которой агротехнологии расписаны сразу на весь период севооборота.

Чем хуже, тем гуще

Чем менее благоприятны условия сева, тем больше должна быть норма высева семян, но все-таки превышать оптимум более чем на 15% не рекомендуется.

Оптимум на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной, почвах (в тоннах на гектар): ярового ячменя — 4,0, яровой пшеницы — 5,0, ярового тритикале (гибрид пшеницы и ржи) — 5,5, овса — 5,5. В реальных хозяйствах посевы будут на разных типах почв, и по разным предшественникам, и с опозданием в сроках, и с разной обеспеченностью органическими и минеральными удобрениями. Поэтому для каждого конкретного поля нужно одновременно рассчитывать и норму высева семян, и дозу удобрений.

Решать эту задачу следует в два этапа: на первом, экспериментально-иссле-



Физическая спелость — состояние влажности почвы (50–60% полевой влагоемкости), когда она при обработке не прилипает к рабочим органам сельскохозяйственной техники, не отваливается глыбами, не требует больших затрат механической энергии для рыхления, но легко крошится на комки. Спелая почва создает наиболее благоприятные условия для всходов и роста растений.

Весеннюю обработку почвы следует начинать выборочно на участках, где происходит более раннее ее созревание. Это в основном легкие по гранулометрическому составу почвы: пески, супеси на песках или легкие суглинки, подстилаемые песками с глубины 40–50 см.

Сырая почва при воздействии на нее сельскохозяйственных орудий слипается — и нарушается ее структура.

довательском, на небольшой делянке оценивается состояние почвы и ее динамика по годам севооборота. Экспериментальная информация составляет массив данных, которые служат основой для расчета математических моделей.

Второй этап состоит в исполнении оперативных задач текущего года севооборота, а параметры для последующих лет используются только для управления запасами ресурсов, затрачиваемых при севе [рис. 01].

Формула сельской химии

Сейчас технологии и машины позволяют вносить удобрения только по однородным зонам. Зоны по элементам подкормки не совпадают, так что определяют ситуацию сева зоны со схожей кислотностью.

При внесении агрохимикатов машиной с шириной захвата L и равным по всей ширине расходом определяется вектор погонных расходов удобрений при движении машины вдоль продольной координаты.

$$G(y, T) = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{L} \cdot D_i(y, T)$$

где: $G(y, T)$ — вектор погонных расходов удобрений, на единицу длины хода машины; $i=1, 2, \dots, N$ — индексы и число однородных зон с разной нормой внесения, попадающих в область захвата машины; l_i — ширина однородной зоны в области захвата машины; L — общая ширина захвата машины, $D_i(y, T)$ — вектор расходов агрохимикатов в области j — той однородной зоны показателя кислотности почвы pH , формируемый для первого года оптимальной стратегии сева, $j=1, 2, \dots, J$ — индексы и общее число однородных зон по всей площади поля.

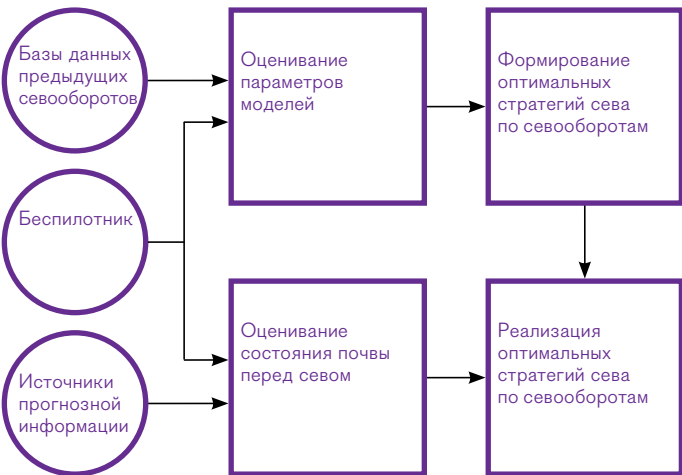
В зависимости от технологической схемы машины, с одним или с несколькими дозирующими устройствами, сев проводится за один или несколько проходов по полю, но семена заделываются строго в один проход — с постоянной по всей площади поля нормой высева.

Оценка свысока

Назначить время сева позволяет текущая и прогнозная информация о температуре и влажности почвы. Для этого применяется дистанционное зондирование земли, которое ежедневно обеспечивают беспилотники. Съемку они ведут в красном и инфракрасном каналах спектра, данные обрабатываются посредством математических моделей. Пригодность почвы для начала сева оценивается взвешиванием рассогласования между данными дистанционного зондирования и предыдущим прогнозом.

Структура системы управления посевной [рис. 02] отправным пунктом имеет базу данных о предыдущем севообороте — прогнозы, сделанные на их основе по математическим моделям, — источник априорной информации. А оперативная информация с беспилотника наряду с температурой воздуха, осадками и влажностью позволяет принимать корректирующие решения для реализации оптимальной стратегии сева для текущего года севооборота.

рис. 02 —> Структура системы управления посевной



Система, которая позволит фермеру забывать о поливе

текст

Елена Краузова

Андрей Смирнов, исполнительный директор Центра функциональных магнитных материалов Астраханского госуниверситета и один из разработчиков беспроводного зарядного устройства для Samsung, задался вопросом: почему сельское хозяйство России так слабо автоматизировано. Фермер-овощевод, даже наладив систему капельного орошения, включает и выключает ее сам, исходя из эмпирических соображений, то есть тратит много времени и не пользуется наукой.

В прошлом году Смирнов, программист Артем Ушанов, маркетолог Андрей Мельников и финансист Александр Лазарев при поддержке агронома Федора Черникова создали стартап SmartAgro и предложили фермерам аппаратно-программный комплекс, который ведет мониторинг состояния почвы, готовит рекомендации по орошению и управляет поливальными системами.

Главный элемент комплекса — датчики: они меряют температуру, влажность и соленость почвы на глубине 5–7 см, 20–40 см (там расположены корневые системы большинства растений) и 60 см (корни взрослых плодоносящих деревьев и кустарников); измеряется также температура и освещенность поверхности почвы. Один датчик обслуживает одну поливальную систему — в среднем, 3–5 га. Если почва или ландшафт неоднородны, датчики устанавливаются чаще.

Данные с датчиков (максимум 30) передаются на контроллер — он питается от солнечных батарей. Каждые 15 минут контроллер отправляет параметры на сервер, сохраняя их в своей базе данных. Для передачи SmartAgro использует собственный защищенный радиопrotocol на частоте 2,4 МГц — не везде в России мобильная связь работает идеально. Сервер привязывает данные к карте поля, и фермер с любого устройства, имеющего выход в интернет, может узнать о состоянии почвы и просмотреть историю наблюдений; может он и установить контрольные показатели, при нарушении которых система оповестит его, например, с помощью смс.

Главное для SmartAgro — влажность почвы. Программа учитывает тип почвы, скорость испарения, температуру воздуха и даже прогноз погоды. Перед пуском комплекс проходит калибровку, объясняет Смирнов: песчаная почва быстрее впитывает влагу, но и быстрее высыхает, а глинистая или жирная черноземная — наоборот. SmartAgro предлагает (на основе все тех же данных с датчиков) и консультации агронома — не только по режиму полива, но и по внесению удобрений, предупреждению болезней и борьбе с вредителями.

С июля по октябрь прошлого года разработчики SmartAgro тестировали свой комплекс в селе Заречное Астраханской области, у фермера Юрия Факеева, на картофельном поле площадью 36 га. Оптимизация полива, предложенная SmartAgro, могла бы сократить расходы фермера на 11 тыс. руб. на гектар — то есть почти 400 тыс. рублей на всем экспериментальном участке. Кроме того, SmartAgro идентифицировала слишком позднее начало уборки — потери были оценены участниками эксперимента в 250 т картофеля и 3,8 млн рублей.

Главный конкурент SmartAgro — голландские системы умного орошения компании Dacom и австрийские компании Adcon. У них есть недостатки: данные передаются через обычную мобильную связь и могут быть утрачены; датчики не меряют соленость почв; программное обеспечение не настраивается для каждого датчика. Но у голландцев в комплекте есть погодная станция — ее разработчики SmartAgro еще только предполагают добавить в свою систему.

«Идея SmartAgro красива, уровень технической реализации — совершенный, но в жизни все прозаичнее: китайцы, узбеки и таджики сделают то же самое дешевле. Лет 25 назад появились системы, которые осуществляли полив и внесение удобрений в зависимости от биологической реакции самого растения — а у SmartAgro вообще не предусмотрено дозированное внесение жидких удобрений, без которых умное земледелие просто невозможно.»

Алексей Васильев, замдиректора Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства, доктор технических наук, профессор



Модернизация российского сельского хозяйства по-итальянски

текст

Елена Краузова

В 2011 году итальянский профессор Риккардо Валентини стал ведущим научным сотрудником Лаборатории агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования экосистем (ЛАМП) Сельскохозяйственной академии имени Тимирязева. Валентини — автор почти 180 научных работ, член Межправительственной группы экспертов по изменению климата от Италии — эта группа получила Нобелевскую премию мира за 2007 год. Предметом исследований Валентини прежде была экология леса, в том числе сибирского; сегодня он применяет свою методику мониторинга парниковых газов для оптимизации российского земледелия. Валентини и ЛАМП получили мегагрант по постановлению правительства №220 (договор №11. G34.31.0079 от 19 октября 2011 г.).

Задачей ЛАМП стала модернизация технологического обеспечения российского сельского хозяйства в условиях глобальных изменений климата. Для исследования этих изменений ЛАМП создала три стационара (в их составе десятки разных участков — от городского газона до таежного болота — в Москве, Курской и Тверской области), где ведутся наблюдения за температурой и влажностью почв, потоками парниковых газов (водяного пара, углекислого газа, метана и закиси азота) из почвы в атмосферу, солнечной радиацией и инфракрасным излучением. Более сотни экспозиционных камер собственной конструкции ЛАМП на базе итальянского аналога ведут хроматографический анализ потоков газа. Отбираются пробы, определяются сезонные колебания биомассы и микробной нагрузки в почвах, их микроэлементные особенности, изучается трансформация почвенных горизонтов и морфонов (однородных участков почв).

Массив данных позволяет ЛАМП проводить геоинформационное моделирование и выдавать прогнозы, на основе которых и строятся рекомендации для сельского хозяйства. В ближайшее время ЛАМП планирует исследовать изменение циклов углерода и азота в зависимости от дифференцирования доз удобрений в разных экосистемах. Компания «Еврохим» — один из крупнейших в России производителей и экспортеров минеральных удобрений — на основе рекомендаций ЛАМП собирается рассчитывать оптимальные по окупаемости агропроизводства дозы удобрений для конкретных регионов. По сведениям ЛАМП, окупаемость удобрений у российского агропрома вдвое ниже, чем в мире.

Данные ЛАМП позволят улучшить качество и увеличить производство в российском сельском хозяйстве. Вот пример. В России в основном растут мягкие сорта пшеницы, а на рынке в связи с популярностью итальянской кухни становятся все более востребованы твердые сорта. Твердые сорта традиционно выращиваются на юге Сибири и Урала, а экспортный потенциал и перспективы импортозамещения из-за проблем с логистикой недооценены. ЛАМП на основе своих данных готова определить условия и технологии выращивания твердых сортов пшеницы в европейской части России.

«Сельское хозяйство, с одной стороны, — источник парниковых газов, а с другой, — отрасль, зависящая от их содержания в атмосфере. Реальные границы агроэкологических зон заметно сместились на север. По нашим расчетам, к 2050 году средняя температура воздуха по России может вырасти на 2–4° С, а осадки увеличатся, так что возникнут условия для расширения границы рентабельного сельского хозяйства. Среднее снижение урожайности по всему миру к этому сроку прогнозируется в 20%. Если Россия найдет способ оперативно адаптировать сельское хозяйство к таким изменениям, если будут готовы оценки и модель цикла углерода и азота в естественных и антропогенно измененных экосистемах, — она станет очень привлекательной для иностранных инвесторов — производителей качественной сельскохозяйственной продукции и производителей продовольствия, спрос на которые устойчиво растет на мировом рынке.»

Иван Васенев, заведующий ЛАМП

«Я впервые попал в Россию в 1996 году и был очарован природой Сибири.»

Риккардо Валентини



В поте лица твоего будешь есть хлеб, покуда не возвратишься в землю, откуда взят

подготовил	Петр Харатьян
иллюстрации	Галя Панченко

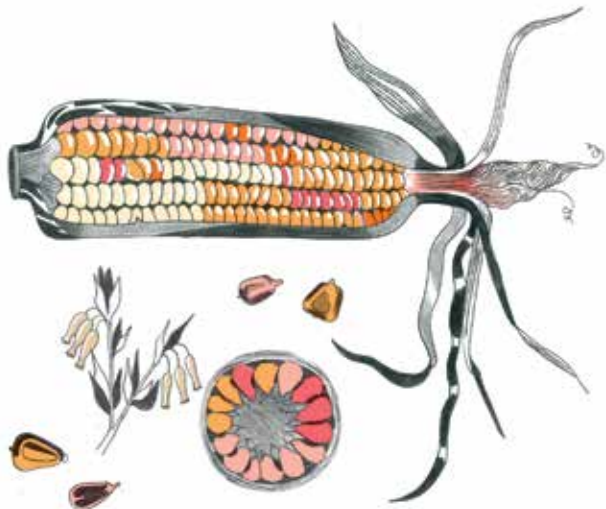
Пшеница

Наиболее значимая для России зерновая культура по данным Росстата, в 2014 г. ее собрано 59 млн тонн. Хлеб из цельнозерновой пшеничной муки чрезвычайно питателен (350 кал на 100 г), богат углеводами (на 100 г хлеба — 30 г, в основном крахмал), содержит белок (8 г), много витаминов группы В, магния, фосфора, селена и очень много марганца.



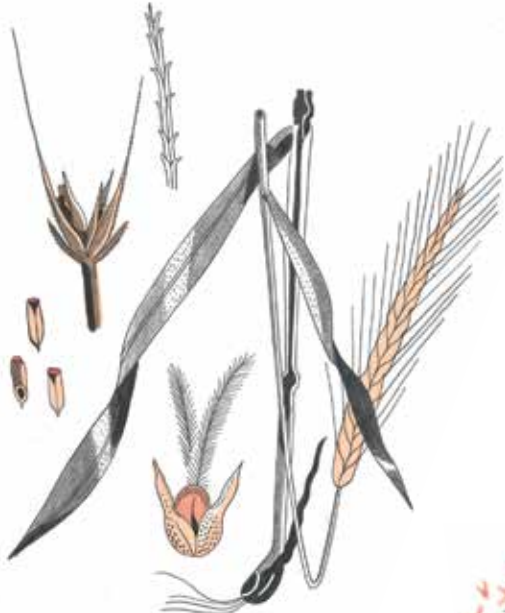
Кукуруза

Третье по важности, после пшеницы и риса, культурное растение мира. Происходит из Мексики. В XVI в., после открытия Америки, стала активно распространяться по миру. Кукуруза так же богата углеводами и белками, как ячмень, но в ней гораздо больше жира и минеральных веществ. Белок кукурузы содержит лизин и триптофан — незаменимые аминокислоты.



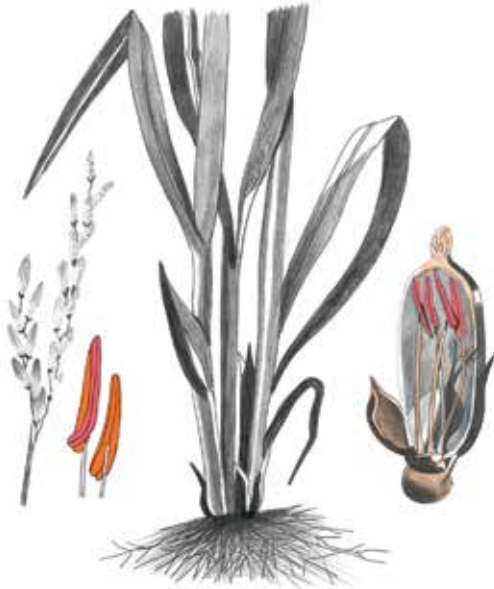
Ячмень

Для выпечки хлеба ячменная мука гораздо менее пригодна, чем пшеничная или ржаная: в ней мало клейковины; но в древности хлеб из нее повсеместно выпекался. Ячмень весьма богат углеводами и белками. Основной злак в пивоварении. Ячмень — вторая по сбору зерновая культура России (20 млн т в 2014 г.).



Рис

Калорийность рисового зерна самая высокая среди зерновых культур (360 кал на 100 г). Рисовое зерно содержит очень много углеводов, меньше белка, чем ячмень или кукуруза, много витаминов группы В. В белке риса содержится повышенное количество незаменимых аминокислот лизина, валина и метионина. Рис не самая популярная культура в России, в 2014 г. его собрано более 1 млн т.



Рожь

Менее требовательна к условиям выращивания, чем пшеница, и более зимостойкая, чем другие злаки, поэтому особенно важна для северных регионов страны. В ржаном хлебе не слишком много углеводов; есть витамины группы В, РР и Е, аминокислоты лизин и треонин. Ржаной хлеб не так хорошо усваивается, как пшеничный. В 2014 году урожайность ржи достигла 17,6 центнеров с гектара.



Горох

Большинство видов гороха происходит из Передней Азии, остальные из Восточного Средиземноморья. Очень разнообразно применение гороха: супы, пюре, каши, фалафели; из муки же, смешанной с мукой из хлебных злаков, пекут хлеб. В бобах гороха содержится много полноценного белка и витаминов (А, В1, В2, С).



Овес

Используется в основном для производства овсяной муки и хлопьев, кроме того, в изготовлении разнообразных кондитерских изделий. Овес очень легко усваивается, в нем содержится особенно много цинка и хрома, витаминов группы А, В, F, Е, а также холина и тирозина. Фермент, содержащийся в овсе, помогает усвоению углеводов.



Гречиха

Содержит железо, кальций, калий, фосфор, йод, цинк, фтор, молибден, богата витаминами (В1, В2, РР, Е) и фолиевой кислотой. Углеводов в гречихе меньше, чем в других культурных растениях, они долго усваиваются, что важно для диетического питания. В гречихе содержится больше всего лизина и метионина. В 2014 году гречиха заняла более 1 млн га в России.

III век н.э.



битум

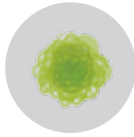


сера



порох

1910-е-1920-е



хлор



фосген



Химическое оружие доживает последний век

текст

Анна Петренко

Яды используются как оружие уже несколько тысяч лет. Древнейшее зафиксированное свидетельство — гибель 20 римлян от битума и серы около 256 г. н.э. в городе Дура-Европос государства Сасанидов.

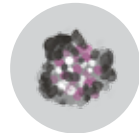
Первая мировая война

Первую мировую войну можно назвать «химической». Противники использовали хлор, фосген, дифосген, хлорпикрин, цианистый водород и иприт. Первая химическая атака произошла 100 лет назад — 22 апреля 1915 года. От хлора в битве при Ипре погибли сотни французских солдат. Немцы не смогли воспользоваться полученным преимуществом: возможно, их сковал психологический шок. Позже появились нейтрализующие маски, но они не спасали от другого агента — иприта, или горчичного газа. Это было первое химическое оружие, специально созданное для убийства. При первом же использовании в ночь с 12 на 13 июля 1917 года пострадали 2490 человек, 87 скончались. Противоядия для иприта нет. Основной механизм поражающего действия — алкилирование ДНК, ингибирование гликолиза и разрушение клеток.

Крупнейшие державы создали более 200 000 тонн боевых отравляющих веществ. Химическое оружие убило 90 000 солдат и ранило в десять раз больше.

Межвоенное время и Вторая мировая война

После Первой мировой войны отравляющие вещества использовали обе стороны в гражданской войне в России, ис-



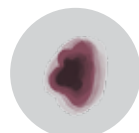
дифосген



хлорпикрин

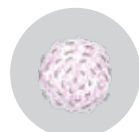


цианистый водород

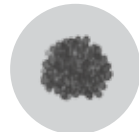


иприт

1930-е–1940-е



табун

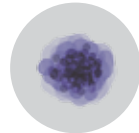


угарный газ

1950-е–1990-е



Агент Оранж



зарин



зоман

панские и французские войска в Марокко, японская армия в Маньчжурии, итальянцы в Эфиопии и Япония против Китая. Были синтезированы и новые токсические молекулы, в основном везиканты.

В 1936–1937 годах немецкие химики создали нервно-паралитические агенты табун и зарин. Синтезировать их просто и дешево, а смерть наступает даже при очень низких дозах: они ингибируют фермент ацетилхолинэстеразу, который необходим для остановки действия ацетилхолина.

В 1942 году Германия начала производить нервно-паралитические агенты в польском городе Бжег-Дольны, было получено более 12 000 тонн табуна и меньшее количество зарина. Но Гитлер их не использовал — возможно, потому что он сам в Первую мировую был отравлен газом. Токсические вещества — угарный газ и синильная кислота (Циклон-Б) — применялись в концлагерях. Там же проводились химико-токсикологические эксперименты на людях.

Были отравляющие вещества и у союзников. Всего воюющие стороны располагали 400 000 тонн химического оружия, но использовала его только Япония. Франклин Рузвельт отказался его применять перед битвой за остров Иводзима.

Вторая половина XX века

После войны химическое оружие приобрело репутацию инструмента, который даже Гитлер не стал применять. Но во Вьетнаме США распыляли гербицид Agent Orange, разработанный еще в 1940-х. Токсический компонент его диоксин не выводится из организма более десяти лет. Полвека Agent Orange влиял на развитие рака, диабета и болезни Паркинсона у американских ветеранов войны.

В начале холодной войны массово производились нервно-паралитические вещества зарин и зоман. Второе поколение химического оружия пополнилось V-агентами VX и R-33. В 1950–1960-х годах сформировалась и новая концепция — война нелетальными психохимическими орудиями, например с галлюциногенным действием. США разработали химическое оружие третьего поколения, СССР ответил программой «Фолиант», и появилось химическое оружие четвертого поколения.

Химическое оружие распространилось и в странах третьего мира — они видели в нем альтернативу более дорогому ядерному оружию. Самый крупный арсенал был собран в Ираке — более 3800 тонн боевых отравляющих веществ. Ирак применил химическое оружие в войне с Ираном в 1983 году и против курдов в 1988 году.

В 1994–1995 годах японская секта Аум Синрике дважды использовала зарин — в нападении на жилой комплекс и в токийском метро, погибло 19 человек.

Последние случаи применения химического оружия произошли во время гражданской войны в Сирии. Вещество не определено.



VX



R-33

2000-е–2010-е



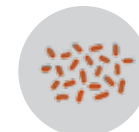
слезоточивый газ



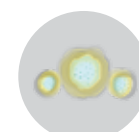
симпатомиметики



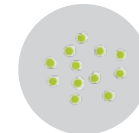
диссоциативные анестетики



наркотические анальгетики



тремогены



рвотные

Разработки оружия в современном мире

Ставка делается на оружие нелетального действия: оно выводит противника из строя, но не убивает. Вещества эти небезобидны — в первую очередь потому, что действие международных запретов не распространяется на нелетальное химическое оружие и границ его использования нет.

Родственные связи с инкапситулирующими военными агентами не вызывают сомнений. В первую очередь это касается слезоточивых газов и респираторных раздражителей с психоактивным VZ-агентом. Разработчиков интересуют и быстродействующие высокоэффективные вещества, вызывающие умственную и физическую инвалидность (обычно обратимую). К ним относятся симпатомиметики, диссоциативные анестетики, наркотические анальгетики, нейролептики, тремогены или рвотные.

Документы об использовании и уничтожении

В 1868 году международная комиссия в Санкт-Петербурге разработала декларацию, где говорилось, что применение оружия, бесполезно усиливающего страдания людей, — против правил человечности. В 1874 году в Брюсселе было заявлено, что война не предоставляет неограниченной свободы в выборе инструментов уничтожения. На гаагских конференциях в 1899 и 1907 гг. «Конвенция о законах и обычаях сухопутной войны» запретила яды, отравленное оружие и агенты, способные вызвать бессмысленные страдания.

После Первой мировой войны более 30 государств подписали Женевский протокол, сейчас участников больше сотни. Документ утверждает, что военное использование отравляющих веществ порицается цивилизованным миром. СССР ратифицировал договор в 1928 году с оговорками. США не подписывали договор до 1975 года.

Но в Женевском протоколе не оговаривалось производство и хранение химического оружия. Поэтому в 1992–1993 годах была подготовлена и открыта для подписания «Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (КХО)». Она вступила в силу 29 апреля 1997 года. Сейчас к КХО присоединились 190 стран; она подписана, но не ратифицирована Израилем и Мьянмой; не подписали КХО Ангола, Египет, Южный Судан и КНДР. Страны-участницы обязуются не разрабатывать, не производить и не приобретать иным способом, не накапливать, не хранить и не передавать химическое оружие ни в какой ситуации. Никакое государство его не применяет и не готовится использовать в военных целях; страны-участницы уничтожают свои и чужие запасы и производственные мощности.



Сержант французской армии времен Первой мировой войны и его собака в противогазах

Крупнейшие запасы химического оружия находились в России (40 000 т) и США (30 000 т), оставшаяся 1000 т была в Албании, Индии, Ираке, Южной Корее, Ливии, а теперь еще и в Сирии. Уничтожить химическое оружие за десять лет после принятия документа не удалось.

К 2012 году было уничтожено 51 000 т, то есть около 72% от общего количества, в том числе все запасы Албании, Индии и Южной Кореи. Открытыми остаются два вопроса: есть ли химическое оружие у стран, не подписавших договор, и что делать со старыми запасами, заброшенным, затонувшим и хранящимся под землей оружием.

Обнаружение и обезвреживание

Сейчас ученые занимаются работками по обнаружению и обезвреживанию токсических агентов. Их результаты используют в токсикокинетических исследованиях, расследовании случаев возможного применения химоружия, для постановки диагноза больным и для мониторинга работников, вовлеченных в процессы демилитаризации. Активно ведутся работы по созданию противоядий для различных токсических веществ. К примеру, только что, в середине марта 2015 года, ученые из Иллинойса показали, что новое высокоактивное вещество инактивирует нервные агенты (например, зарин) в течение нескольких минут.

Помимо этого, заблаговременная подготовка к возможным химическим авариям на местном и региональном уровнях может значительно уменьшить их последствия.

С начала выполнения программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» на конец 2014 года осталось только около 15% от общих запасов химоружия.

Кроме того, создана «Государственная комиссия по химическому разоружению». Как указано в Положении о комиссии от 26 апреля 2001 года, она обеспечивает взаимодействие органов власти, определяя необходимые мероприятия по химическому разоружению. Кроме того, комиссия разрабатывает предложения для президента и правительства по данной теме и координирует работу с населением территорий, где хранится и уничтожается химическое оружие. Вдобавок в ведомство Комиссии входит разработка программ по уничтожению химоружия, финансы и сотрудничество с международными органами.

Во дворе школы химической защиты в Иствуд-парке, Глостершир, Англия, 1937 год. В таких школах обучались не только полицейские и сотрудники скорой помощи, но и, например, почтовые служащие



Сергей Витте, создатель золотого стандарта российской экономики



текст	Виктор Дроздов доктор экономических наук профессор, экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
иллюстрация	Виктор Меламед

ности, писал Витте, за ним стояла только одна сила, но сила сильнее всех остальных — доверие императора: Россия металлическому золотому обращению обязана исключительно императору Николаю II.

Реформа прошла совершенно гладко и незаметно, подчеркивал Витте: «Весь простой класс населения, весь народ совсем не заметил и не подозревал, что я сделал реформу». Ее сущность состояла в скрытой девальвации рубля, курс был установлен в 66 2/3 копейки золотом. По закону от 3 января 1897 г., предусматривалась чеканка золотых монет пятирублевого достоинства, золотое содержание которых соответствовало 1/3 прежнего империала. Курс полумпериала (5 руб.) и империала (10 руб.) старой чеканки повышался соответственно до 7 руб. 50 коп. и 15 руб.

В денежной реформе Витте были слабые стороны. Требование стопроцентного золотого обеспечения эмиссии, превышавшей 600 млн руб., было чрезмерным — для устойчивости денежной системы достаточно 20–30%. Более того, при меньшем металлическом обеспечении была бы гораздо выше эластичность денежного обращения, не пришлось бы создавать громадного золотого запаса и внешняя задолженность позднейшей России была бы меньше. Но польза реформы была неизмеримо большей, что и доказывается успехами в экономическом развитии России.

Сергей Витте стремился совершенствовать систему налогообложения так, чтобы она обеспечивала поступление средств в казну, но оставляла предпринимателям достаточную часть дохода. В этих целях в 1898 г. было принято положение о государственном промысловом налоге: им облагались не предприниматели, а предприятия. В большинстве случаев в виде налогов изымалось менее 20% прибыли предприятий.

Сергей Витте старался обеспечить баланс интересов работодателей и рабочих. Особое значение для этого имел закон 1897 г. «О продолжительности и распределении рабочего времени в заведениях фабрично-заводской промышленности»: максимальная продолжительность рабочего дня была установлена в 11 1/2 часов. В 1903 г. был утвержден закон об ответственности предпринимателей за увечье рабочих на производстве. В «рабочем законодательстве» Витте зашел настолько далеко, что его стали обвинять в «социализме». Эти обвинения он решительно отвергал.

Не стоит идеализировать экономическую политику Витте. Можно спорить, насколько оправдан жесткий протекционизм во внешней торговле и следовало ли привлекать в страну в больших количествах иностранный капитал, увеличивая внешнюю задолженность России. Однако невозможно отрицать, что экономическая политика проводилась с достоинством, имела четкие долговременные цели и была ориентирована не на интересы отдельных групп общества, а на потребности развития национальной экономики в целом.

В этом году исполняется 100 лет со дня смерти Сергея Юльевича Витте (1849–1915). Он возглавил российскую экономическую политику в 1892–1903 годах, когда рыночные отношения в России развивались наиболее бурно. Сергей Витте выступал за ускорение капиталистического развития деревни, в частности за упразднение общины, во многом превосходящая столыпинскую аграрную реформу. Ему удалось добиться принятия закона от 12 марта 1903 г. об отмене круговой поруки среди крестьян, а также расширения свободы передвижения сельских жителей.

Витте был поборником индустриализации экономики, важнейшими элементами его политики были внешнеторговый протекционизм и стремление привлечь иностранный капитал. Витте понимал, что российские порядки «обладают такими специфическими, необычными в цивилизованных странах свойствами», которые отпугивают иностранных инвесторов. Актуальны эти слова и сейчас.

При Витте в России с 1893 г. начался экономический подъем [таб. 01] и была модернизирована материально-техническая база промышленности. Промышленное производство в 1890-е годы в стоимостном выражении возросло на 130%, предприятий обрабатывающей промышленности в европейской России стало больше на 40%. Особенно быстро развивалась тяжелая промышленность: за 1890-е гг. ее продукция выросла в 2,8 раза, а легкой промышленности — в 1,6 раза. Развернулось интенсивное железнодорожное строительство: за 1893–1900 гг. прибавилось 22 тыс. верст, или 40%. По инициативе Витте появилась Транссибирская магистраль.

Индустриализация России при Витте породила и проблемы. Она проводилась за счет налоговой эксплуатации деревни и сопровождалась усилением зависимости страны от иностранного капитала.

Пожалуй, самая крупная заслуга Витте — денежная реформа 1895–1897 годов: переход к золотому стандарту рубля. Это была необходимость: курс кредитного рубля постоянно падал, воздвигая серьезные препятствия интеграции России в мировое хозяйство.

По словам Витте, против его концепции денежной реформы «была почти вся мыслящая Россия». В сущ-

таб. [01] —————→ Государственные доходы и расходы России в 1894–1903 гг. (млн руб.)

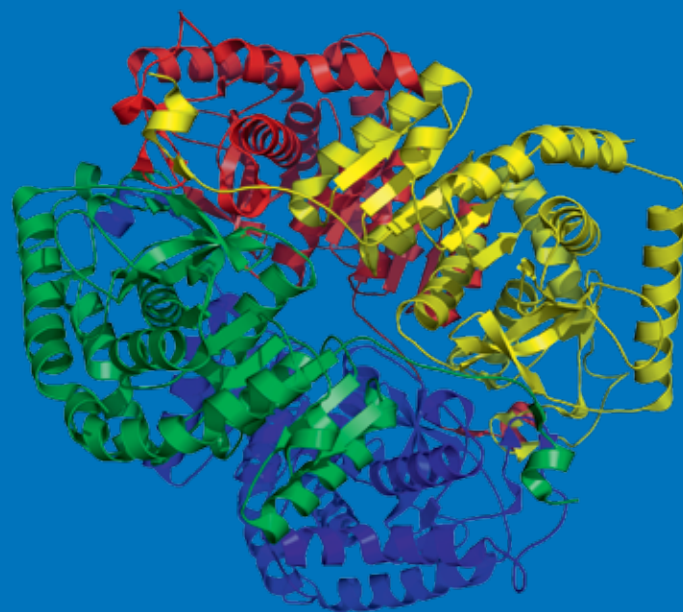
Годы	Сумма всех доходов	Сумма всех расходов	Превышение или перерасход
1894	1247,3	1155,1	+92,2
1895	1143,5	1220,8	–77,3
1896	1474,3	1484,3	–10,0
1897	1472,5	1494,6	–22,1
1898	1689,6	1772,2	–82,6
1899	1869,2	1787,1	+82,1
1900	1800,7	1889,2	–88,5
1901	2019,1	1874,2	+144,9
1902	2138,0	2167,2	–29,2
1903	2235,3	2107,8	+127,5

In vivo терагерцовая спектроскопия пигментных образований кожи позволяет различить диспластический (чреватый меланомой) и недиспластический невус — их диэлектрические проницаемости существенно различны. — K. Zaytsev, K. Kudrin, V. Karasik et. al., Applied Physics Letters, v.106 2015

Главный фактор, лимитирующий фотосинтез у топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.), а значит, и урожайность клубней, — масса корневой системы. — Г. Федосеева, П. Воронин, Р. Багаутдинова, «Физиология растений», №2, 2015 г.

Натуральные биологические лекарственные средства вроде актовегина (из крови молочных телят) — очевидный кандидат на исследование эффективности в лечении последствий ишемических инсультов и нейродегенеративных заболеваний. — A. Korczyn, M. Brainin, A. Guekht. Expert Review of Neurotherapeutics, v.15, 2015

Анализ копроэкстрактов на противовоспалительные цитокины — более информативный метод диагностики воспалительных заболеваний кишечника (болезни Крона и язвенного колита), чем анализ сыворотки крови. — А. Топтыгина, Е. Семикина, Г. Бобылева, Л. Мирошкина, С. Петричук, «Биохимия», №12, 2014 г.



После пищевой нагрузки активность лактатдегидрогеназы (запускает гликолиз) повышается только у девушек атлетического сложения, а активность фермента, запускающего синтез липидов, — только у девушек эурипластического (с максимальным жировым компонентом) сложения. — В. В. Фефелова, Ю. А. Фефелова, Т. В. Казакова, Т. П. Колоскова, Е. Ю. Сергеева, «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», №3, 2015 г.

Клещевой энцефалит расширяет свои границы на север



Исследование генетического разнообразия вируса клещевого энцефалита на северо-востоке Европейской России показывает, что здесь уже возникли его эндемичные геноварианты, которые вместе с их переносчиками — иксодовыми клещами стремятся расширить ареал к северу до 63-й параллели.

Создан целый спектр вакцин против флавивирусов, к которым относится вирус энцефалита. Вакцинация в районах риска идет по планам. Но ежегодно в 25 европейских и 7 азиатских странах на севере Евразии, где районы риска, регистрируется до 14 тысяч случаев заболевания.

Борьбу с клещевым энцефалитом осложняют два фактора. Во-первых, вирусы клещевого энцефалита (ВКЭ) постоянно меняются. Не с такой скоростью, как вирусы гриппа, но с достаточной, чтобы на огромном ареале распространения болезни постоянно обнаруживались новые модификации. Во-вторых, изменяются ареалы распространения хозяев вирусов — грызунов и птиц и переносчиков вирусов — клещей.

Три генотипа

Возбудитель болезни — вирус клещевого энцефалита — открыт советскими учеными в 1937 году на Дальнем Востоке. Как оказалось, ВКЭ — комплекс вирусов, которые произошли от одного предка.

В России основных генотипов ВКЭ три. На Дальнем Востоке и в Сибири встречаются представители дальневосточного и сибирского генотипов. Европейский генотип, как правило, обнаруживается лишь на европейской части России. Главным переносчиком европейского генотипа ВКЭ

Как вирус клещевого энцефалита путешествует по миру

Переносчики вируса клещевого энцефалита — иксодовые клещи. А хозяева (природные резервуары) ВКЭ — грызуны и морские птицы. Зная это, несложно восстановить пути расселения вируса по миру. Он распространялся из районов обитания морских птиц, достигая лесов, где его циркуляцию стали поддерживать иксодовые клещи и грызуны.

Произошло это 10–13 тыс. лет назад, в конце последнего ледникового периода, когда предки современных морских птиц разнесли предка современного ВКЭ по миру. Но в такой истории с географией остается непонятным, как за довольно короткий в эволюционном плане отрезок времени вирусы переместились на огромные расстояния в глубь материковых лесов и тайги.

Все становится на свои места, если морским птицам помогали их сухопутные сородичи. А они помогали и помогают до сих пор.

является клещ *Ixodes ricinus*, а сибирский и дальневосточный генотипы ВКЭ ассоциируются с клещом *Ixodes persulcatus*.

Отличия по аминокислотной последовательности вирусов разных генотипов составляют 1,6–9,0%, по нуклеотидной последовательности 4,8–17,3%; такие различия считаются внутривидовыми, т. е. все ВКЭ относятся к одному виду. Но опасность разная. При поражении центральной нервной системы человека ВКЭ с европейским и сибирским генотипами смертность — 1–2%, дальневосточным — 30%.

Три тысячи лет энцефалита

Расчет времени дивергенции основных генотипов ВКЭ показал, что европейский генотип отделился от общего предка около 2750 (2416–3179) лет назад. По всей вероятности, с тех пор европейский генотип эволюционировал независимо от других генотипов ВКЭ. Дивергенция сибирского и дальневосточного генотипов произошла примерно 2250 (1944–2628) лет назад, они имеют более молодое эволюционное происхождение.

Легко заметить, что начало дивергенции исходного генотипа ВКЭ совпадает с началом цивилизационного освоения людьми севера Евразии. Можно предположить, что бурное развитие цивилизации в последние два-три века создавало дополнительные предпосылки для ускоренного формирования новых генотипов ВКЭ.

Наши исследования генетического разнообразия вируса клещевого энцефалита в Республике Коми подтверждают, что эволюционные процессы в геноме ВКЭ и миграция вируса по стране идут быстро.



Флавивирус

Вирус клещевого энцефалита, наряду с вирусами денге, желтой лихорадки, японского энцефалита, Западного Нила и другими опасными возбудителями, относится к флавивирусам. Для клинической картины заболеваний, вызванных флавивирусами, характерно развитие лихорадки, в том числе с выраженными геморрагическими проявлениями, менингитов и энцефалитов, возникновение тяжелых поражений печени и других внутренних органов.

Опасная эволюция

Совершенно неожиданным оказалось то, что в Коми, то есть на северо-востоке Европейской России, нам не удалось обнаружить штаммов европейского генотипа ВКЭ. Из 16 вариантов выделенных здесь ВКЭ три относятся к сибирскому генотипу, а остальные 13 вариантов представлены дальневосточным генотипом ВКЭ. Но стопроцентного сходства с сибирскими и дальневосточными прототипами не имеют.

Например, три штамма Komi 10–01, Komi 10–04 и Komi 10–08 явно близки к прототипным штаммам Васильченко, Коларово, Заусаев сибирского генотипа ВКЭ. Их дивергенция от предковых типов началась приблизительно 590 лет назад. Для дальневосточных вариантов их Коми-время дивергенции было примерно такое же — 650 лет.

Время это приблизительно. Так называемые индексы поддержки узлов дивергенции филогенетического дерева ВКЭ пока довольно невысокие. Но в том, что на северо-востоке Европейской России сформировались собственные природные очаги ВКЭ, сомневаться не приходится.

Более того, особенности их формирования внушают обоснованные опасения, прежде всего из-за общих предков с сибирским штаммом Заусаев, способным вызывать хронический клещевой энцефалит, и дальневосточных геновариантов с более высокой патогенностью.

Эпидемиология потепления

Присутствие дальневосточных и сибирских геновариантов в европейской части России говорит о направлении гео-

Биография заразной кровопийцы



личинка

0,5 мм



нимфа

1,5 мм



мужская особь клеща *Ix. ricinus*

2,5–3,5 мм



женская особь клеща *Ix. ricinus* до кровососания

3,5–4,5 мм



женская особь клеща *Ix. ricinus* после кровососания

до 10 мм



Дрозд — прокормитель клещей

Исследование орнитофауны Томска и его окрестностей показало, что клещи рода Ixodes встречались здесь на 18 видах птиц. Особенно полюбили клещи дрозда-рябинника, который был, как выражаются специалисты, главным прокормителем иксодовых клещей.

В целом же для Западной Сибири насчитывается 97 видов птиц — прокормителей клещей. Хотя нападение взрослых клещей, нимф и личинок может подвергнуться любая птица даже при кратковременном пребывании на земле и случайном контакте с травянистой растительностью.

Клещ Ixodes pavlovskyi имеет разорванный ареал: он обитает в Приморском крае, на Алтае и в Горной Шории. С некоторых пор он живет и в Томске, где ведет себя агрессивно. Если местный старожил таежный клещ Ixodes persulcatus заражает вирусом клещевого энцефалита в среднем 10% томских птиц, то пришелец уже заразил 5% томских пернатых.

Энцефалит «по ленд-лизу»

Другой невольный помощник распространения ВКЭ по миру — сам человек. Как это бывает, показывает случай с заражением в 2006 году жителя города Партизанск на юге Приморского края клещевым энцефалитом. Он был привит от энцефалита по всем правилам. Но заболел, демонстрируя классические симптомы клещевого энцефалита.

Через пару недель он полностью выздоровел (все-таки был привит). Но вирус, выделенный у него, оказался по происхождению не местным, а канадским геновариантом ВКЭ — Повассан (Powassan virus, или коротко POWV).

Его штамм назвали Partizansk/2006. Он был похож на аналогичные штаммы POWV — Spassk-9 (1975), Nadezdinsk-1991. Проще говоря, канадским Повассаном заражались и раньше, и хотя он попал в Приморский край не так давно, но уже прижился здесь.

Как он сюда попал? Вряд ли с морскими птицами, во всяком случае, пути их миграций не поддерживают эту гипотезу. Скорее, он попал с завезенными сюда из Америки грызунами ценных пород — норкой и выхухолью. Норковые фермы располагаются как раз на юге Приморского края. Хотя возможно, что вирус попал сюда «по ленд-лизу», с самыми обычными серыми крысами на военных перевозках.

графического распространения ВКЭ — с востока на запад. Вероятно, так и было в прошлом. Но сейчас явно прослеживается другое направление: юг — север.

Основным переносчиком ВКЭ являются клещи Ixodes persulcatus и Ixodes ricinus. В последние десятилетия в Коми произошло резкое продвижение границы ареала Ixodes persulcatus на север. В 1960-х годах он встречался лишь в южных районах республики (59–62° с. ш.). Сейчас энтомологи находят его на широте 63° в районе города Ухты, где отмечается устойчивый рост заболеваемости клещевым энцефалитом, приблизительно в 8 раз превышающей средние российские показатели.

Аналогичный дрейф ВКЭ с юга на север идет и в Северной Америке. По данным канадских исследователей, границы ареала тамошнего клеща Ixodes scapularis смещаются на север на 200–1000 км на тех или иных территориях полярной Канады.

Не догонять, а идти навстречу

Исследование вариабельности генома вируса клещевого энцефалита в иксодовых клещах в разных регионах России показывает пути его адаптации в природных очагах к новым видам переносчиков и хозяев. Уточнение ареалов генотипов вируса также принципиально важно для улучшения диагностики, профилактики и лечения этого опасного инфекционного заболевания.

Наши исследования выполнялись в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности РФ (2009 – 2014 годы)», при поддержке грантами президента Российской Федерации и РФФИ.

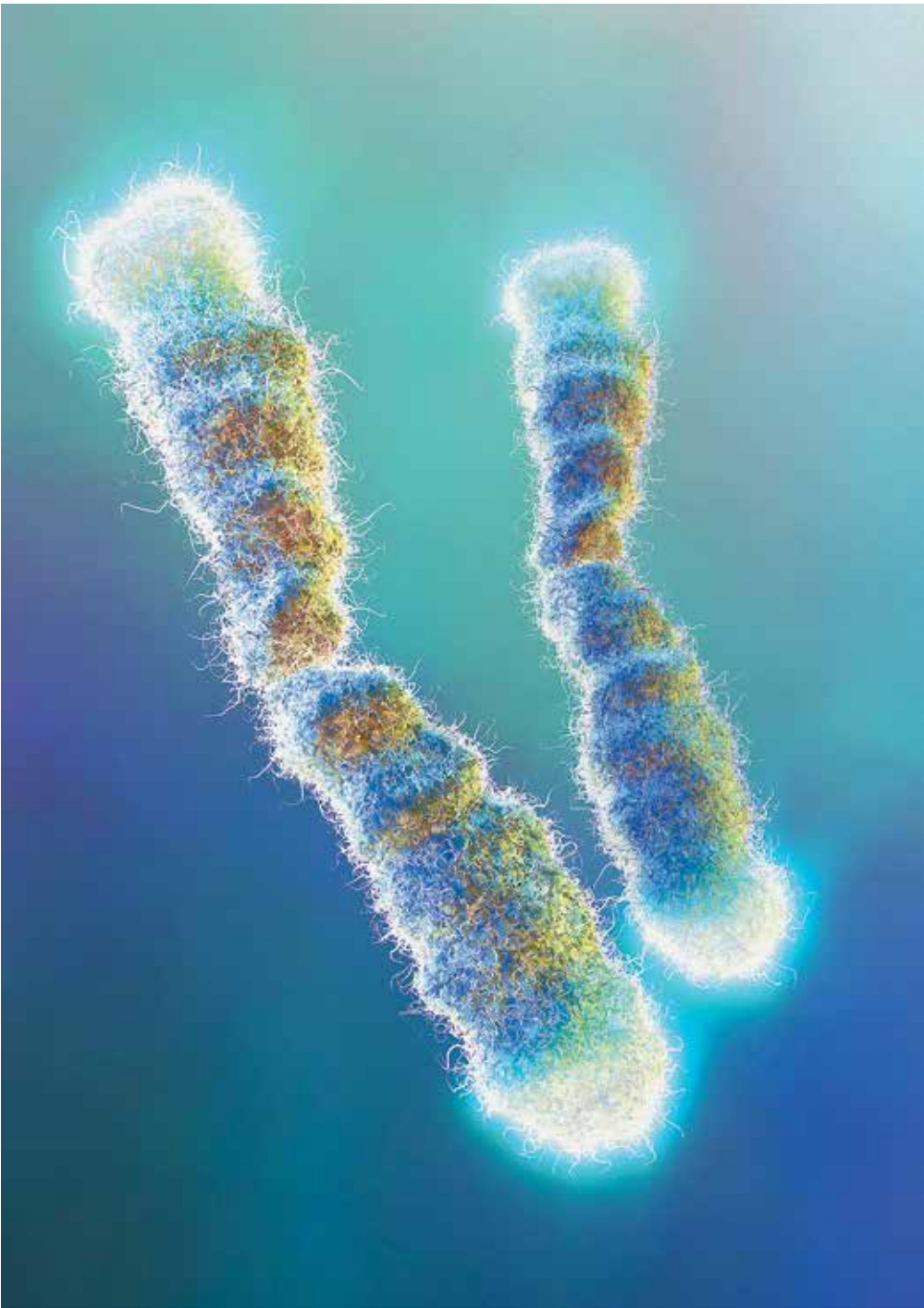
Подобным работам во всем мире придается большое значение. Идти следом за постоянно меняющейся эпидемической ситуацией не эффективно. Важнее понять направления и масштабы изменчивости возбудителей болезней. Тогда диагностика, профилактика, противоэпидемические меры и лечение смогут двигаться не вдогонку, а навстречу этим переменам. Современные методы молекулярной эпидемиологии позволяют это делать.

В Санкт-Петербурге разработан новый экспресс-метод определения биологического возраста человека

текст

Андрей Рунов

Институт цитологии РАН



ДНК-полимераза не способна копировать ДНК полностью, с самого начала до самого конца, поэтому теломеры, концевые участки хромосом, при каждой репликации ДНК, то есть при каждом делении клетки, сокращаются. В принципе существует фермент теломераза, который достраивает ДНК до прежней длины, но в большинстве клеток он заблокирован

В Санкт-Петербургском Институте цитологии разработана методика определения биологического возраста человека, построенная на использовании сразу двух количественных показателей — длины теломерных участков хромосом и уровня метилирования ДНК в клетке. Для определения обоих параметров используется прибор для полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ).

У каждого свое время

Хронологический, или паспортный, как говорят неспециалисты, возраст человека легко определить, для этого достаточно знать дату рождения. Но часто человек выглядит так, что ему трудно дать столько лет, сколько он прожил. Или, наоборот, выглядит явно старше своих лет. Особенно трудно это оценить на взгляд у человека во второй половине его жизни.

Психологическая, биологическая или социальная границы старости индивидуальны для каждого. При этом образ жизни, диета, специальные косметологические процедуры еще сильнее могут замаскировать паспортный возраст.

Биологический возраст тоже индивидуален, но он более точно определяет реальный возраст человека, его не обманешь никакими процедурами омоложения. Старение начинается с изменений на молекулярном и клеточном уровне. Накопившиеся за время жизни ошибки в геноме ведут к перерождению клеток и даже тканей, отложившиеся шлаки затрудняют биохимические процессы, а сумма повреждений организма превышает его естественный предел прочности.

Выбор критериев возраста

Современная молекулярная биология предлагает достаточно много механизмов, отвечающих за старение. Это и накопление ошибок в ДНК, связанное с ухудшением работы систем репарации, и накопление маркеров апоптоза, и появление большого количества неправильно свернутых белков, и накопление свободных радикалов, разрушающих работу клеточных систем, и так далее. Но часто эти показатели противоречат друг другу, и для них пока нет референтных материалов для стандартизации измерения.

Среди всех этих маркеров «молекулярной» старости на сегодня есть только два, которые уже достаточно стандартны для того, чтобы полученные в разных лабораториях результаты можно было сравнивать друг с другом с хорошей степенью достоверности, и достаточно точно отражающие реальный биологический возраст организма.

Во-первых, это длина теломер, то есть концевых участков хромосом, необходимых для поддержания целостности генома. При каждом клеточном делении длина этих участков уменьшается, и когда их длина уменьшается до определенного значения, дальнейшее деление клетки становится невозможным.

Во-вторых, это уровень метилирования ДНК. Недавние исследования различных тканей человека показали, что изменения профилей метилирования в них связаны не только с развитием возрастных заболеваний, но и с хронологическим возрастом. Они позволяют сравнивать биологический возраст различных тканей одного организма, что существенно облегчает поиск взаимосвязи ускоренного старения и факторов его вызывающих.

Один прибор — два показателя

Было бы идеально определять биологический возраст с использованием сразу двух показателей, потому что укорочение теломер и изменение уровня метилирования ДНК в клетке связаны с различными процессами и комбинация этих двух параметров



Возрастная классификация Всемирной организации здравоохранения

25–44 года
молодой возраст

45–59 лет
средний возраст

60–74 года
пожилой возраст

75–89 лет
старческий возраст

90+ лет
долгожители

позволяет получить более полную картину, характеризующую биологический возраст.

Так, собственно, и поступают. Проблема лишь в том, что, хотя обе эти характеристики относятся к ДНК, их оценка проводится с использованием разных методик. Мы же предлагаем использовать для исследования обоих параметров прибор для полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ), который не требует дорогостоящих реактивов, достаточно точен и позволяет проводить экспресс-анализ.

Для определения длины теломер метод ПЦР-РВ уже зарекомендовал себя как один из наиболее точных и при этом относительно недорогих методов. А плавление ДНК с высоким разрешением, проводимое с использованием того же прибора, позволяет однозначно определить профиль метилирования ДНК, что было успешно показано в нашей лаборатории и потом подтверждено на международном уровне.

Что дальше

Предлагаемая комбинация методов существенно упрощает и ускоряет проведение измерений. Результат можно получить всего за несколько часов. Что дает практической медицине такой экспресс-метод оценки биологического возраста?

При переходе от массовой к персонализированной медицине именно биологический возраст может стать критерием выбора рекомендаций для пациента. А мониторинг биологического возраста позволит врачу постоянно корректировать свои рекомендации, что, в свою очередь, позволит продлить период активной старости и повысить качество жизни пожилых людей.

Кроме того, простой, недорогой и доступный метод открывает возможность проводить популяционные исследования биологического возраста и в итоге получить реальную картину здоровья нации.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ №14-15-00943 «Поиск подходов к преодолению нормального и ускоренного клеточного старения: возможная коррекция на уровне эпигенетических изменений и укорочения теломер»

Надежда на бессмертие

В 1960-е годы американский геронтолог Леонард Хейфлик открыл, что клетки человека в клеточной культуре умирают приблизительно после 50 делений (предел Хейфлика). Для объяснения этого явления советский биолог-теоретик Алексей Оловников в начале 1970-х годов сформулировал теорию старения вследствие недорепликации последовательностей ДНК на концах хромосом (теломерных участков). Проще говоря, при каждом клеточном делении длина этих участков уменьшается и наступает момент, когда дальнейшее деление клетки становится невозможным. Позже теломерная теория старения Оловникова была подтверждена экспериментально — человек несет в себе предел, за который нельзя перейти, и движется к смерти без надежды на ее отдаление.

Однако новейшие исследования показывают, что даже в соматических клетках возможна активация теломеразы — специального фермента, увеличивающего длину теломерных повторов на концах хромосом (он работает в некоторых видах раковых клеток, обеспечивая их бессмертие).

ЖИВОЕ

Они нападают на человека



Амурский тигр
(Panthera tigris altaica)



Бурый медведь
(Ursus arctos)



Серый волк
(Canis lupus)



Спутниковое слежение предотвратит конфликты между человеком и крупными хищниками

Тема совместного обитания человека и животных чрезвычайно актуальна для особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Часто прямо на территории ООПТ или непосредственно на их границах располагаются крупные населенные пункты. В такой ситуации конфликты между животными (млекопитающими) и людьми становятся практически неизбежными. Например, в 2008 году только в трех ООПТ (заповедники «Алтайский», «Столбы», природный парк «Ергаки») был зафиксирован ряд конфликтных ситуаций, в которых пострадало несколько человек и было убито по крайней мере пять медведей.

Рассмотрим основные причины возникновения конфликтов на примере двух видов крупных млекопитающих: бурого

медведя (*Ursus arctos*) и амурского тигра (*Panthera tigris altaica*). При этом проанализируем лишь ситуации, в которых именно медведь или тигр являются активной стороной конфликта, то есть человек не совершает явных агрессивных действий (охота, вылов и пр.) по отношению к животному.

Бурый медведь вступает в конфликт в силу двух основных поведенческих особенностей: привыкания к человеку и выработки ассоциации «человек и его поселения — источник пищи». Конфликты могут быть как прямые (нападение на человека), так и опосредованные: медведи могут нападать на домашний скот или кормиться в окрестных садах и ягодниках. На домашний скот и домашних собак может охотиться и амурский тигр. Опосредованные

текст	Владимир Дубянский
	кандидат биологических наук,
	и. о. заведующего отделом эпизоотического
	мониторинга и прогнозирования



Периодичность геолокации

Сигнал от ошейника с GPS-навигатором поступает на компьютер, планшет или смартфон, и осуществляющие наблюдение специалисты знают, где находится животное с ошейником. В зависимости от настроек сигнал может подаваться часто (например, каждый час) — но тогда срок работы батареи сократится — или редко, например, раз в сутки. Современные модели GPS-ошейников позволяют настраивать частоту передачи сигнала дистанционно.

конфликты сами по себе весьма нежелательное явление, но понятно, что часто такие конфликты перерастают в прямые. Таким образом, для сохранения диких животных и комфортного проживания людей на одной с ними территории требуется наладить определенный уровень коммуникации — определить, какие сигналы от животного свидетельствуют о потенциальной опасности для человека и требуют соответствующего реагирования.

Нападения медведей могут быть спровоцированы наличием медвежат (медведица пытается их защитить), могут нападать раненые, истощенные и больные звери, звери, внезапно потревоженные на добыче, но и в этих случаях может срабатывать синдром привыкания к человеку.

Предотвратить конфликт между человеком и крупными млекопитающими можно несколькими путями. Рассмотрим сравнительно недавно появившийся и только развивающийся, но весьма перспективный метод: дистанционное слежение за животными с помощью GPS-передатчиков.

В стандартном случае животное выслеживается опытными специалистами и обездвиживается. Вот тут и включается в схему метод онлайн-коммуникации — дальнейшего мониторинга передвижений пойманного медведя или тигра. После стандартных научных процедур (изучение параметров экстерьера, взятие проб на инфекционные болезни) на животных надевают специальные ошейники с GPS-навигаторами. Теперь сигнал от навигатора поступает на следящее устройство и специалисты знают, где находится животное. В 2010–2011 годах велось

Сама схема предотвращения конфликтных ситуаций хорошо разработана:

- 1 Специализированная бригада прибывает на «перехват» животного с соответствующим оборудованием (автомобиль повышенной проходимости с обширным грузовым отсеком и приспособлением для поднимания груза, пневматические ружья и пр.).
- 2 Животное отслеживается и обездвиживается выстрелом шприца со специальным веществом.
- 3 Животное измеряют, помечают (татуировкой, меткой), на него надевают радио- или GPS-ошейник и отвозят в заранее определенный район, отдаленный от населенных пунктов, где и выпускают на волю.
- 4 Проводится постоянный мониторинг конфликтного животного онлайн, и при его приближении к населенному пункту операция повторяется.

В МГУ им. Ломоносова подготовлен проект по мониторингу передвижения медведей (рук. Лия Покровская). Начало его реализации запланировано на 2016 год

наблюдение за взрослой самкой амурского тигра, нападавшей на домашний скот в Лесозаводском районе Приморского края. После переселения тигрицы в другой район и мечения GPS-ошейником осуществлялось слежение за ее возможным приближением к населенным пунктам, а также обследовались места, где она задерживалась. Эксперимент с переселением «проблемного» хищника оказался удачным. Тигрица освоила новый участок обитания, успешно охотилась и не нападала на домашний скот. Таким образом, данная особь была сохранена для дикой популяции амурского тигра. Интересно, что в декабре 2010 г. выявлена попытка браконьерства на меченую ошейником тигрицу. Инцидент расследован совместно с сотрудниками Управления охотнадзора по Приморскому краю и специнспекцией «Тигр».

Ошейниками с GPS-навигаторами метят и тигрят, оставшихся без матери и попавших в центры реабилитации. По недавним сообщениям прессы, один из таких тигрят — уже, впрочем, подросший, — дважды посещал Китай и нападал на скот и собак китайских фермеров. В результате по возвращении на российскую сторону он был отловлен и помещен в зоопарк.

Для мониторинга передвижений бурого медведя используются в основном радиоошейники, но постепенно начинается работа и с GPS-приборами. Например, во время проведения одного исследования ошейниками, несущими передатчики, было оснащено 22 медведя. Ошейник с GPS-навигатором сам по себе является довольно сложной конструкцией. Предусмотрено, что размер ошейника может увеличиваться в период наживки и сбрасываться после окончания работы батарей (3–4 года) либо размыкаться при поступлении специального радиосигнала и освобождать зверя. Увеличение числа животных, оснащенных GPS-передатчиками, позволяет усилить профилактику и «перехватывать» их (отгонять или отлавливать) только при подозрении на возможность возникновения конфликтной ситуации.

Наращивание коммуникационных возможностей связано с удешевлением технологий. Большая часть рынка аппаратуры такого слежения за животными и птицами приходится на французскую компанию Argos, чье оборудование и сопровождение весьма дорого для российских ученых. Однако в последние годы, благодаря усилиям Григория Марковича Тертицкого, старшего научного сотрудника Института географии РАН, начал осуществляться совместный с Германией проект ICARUS, позволяющий сделать оборудование и его обслуживание в несколько раз дешевле.

В настоящее время мы развиваем лишь одностороннюю связь с крупными хищниками и не можем вступать с ними в дистанционный «диалог». Следующий шаг, который еще требует разработки, — возможность ответного сигнала, при необходимости подаваемого животному дистанционно, на ошейник. Например, сигнала, который будет отпугивать хищника, вынуждая его покинуть район потенциально конфликтной ситуации. Сигнал может подаваться автоматически с аппаратуры слежения, если животное будет подходить к месту обитания человека, или специальные передатчики такого сигнала будут установлены непосредственно в населенных пунктах. Могут подаваться и позитивные сигналы: например, чтобы во время суровых зим обозначать места подкормки. Разработка такой двусторонней коммуникации — дело ближайшего будущего.

Не только GPS-датчики

Чтобы наблюдать за поведением животных, не обязательно ловить его и метить датчиком — есть и другие высокотехнологические методы, например, веб-камеры. Но на тигрице, зафиксированной на этой съемке, GPS-датчик тоже есть, так что ее жизнь открыта исследователям.



01 – 02



03 – 04

01–04 Животные получают информацию друг о друге через запахи: и тигрица, и олени последовательно нюхают меточное дерево



05



06



07

05–07 Переселенная на новое место обитания тигрица делит территорию с другими хищниками

молекулярная биология

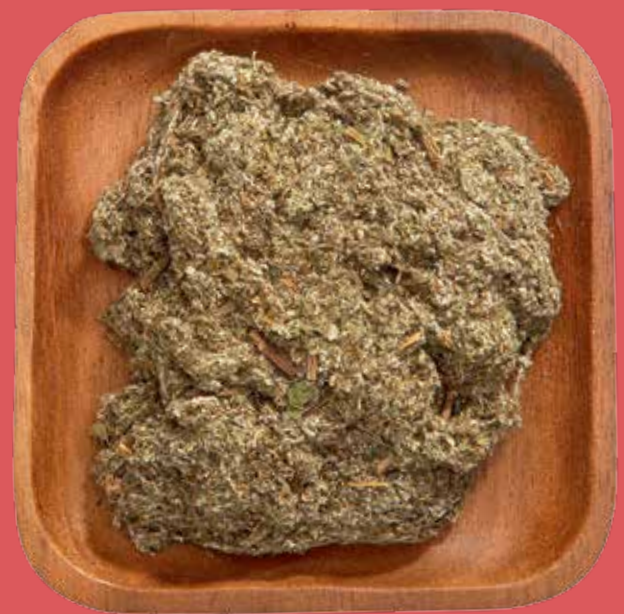
Вызод биогаза при анаэробном сбраживании осадков городских очистных сооружений (сырых осадков и активного ила) увеличивается в 1,5 раза при предварительной ультразвуковой обработке и в 1,3 раза — при дополнительном ферментативном воздействии. — Н. Ручай, И. Кузнецов, Т. Шкодов, «Биотехнология», №6, 2014 г.

спектроскопия

ЭПР спектроскопия [—————▶ стр. 8] может служить эффективным инструментом мониторинга фотохимической и термической деградации сопряженных полимеров, широко используемых в органических (полимерных) солнечных фотоэлементах. — L. Frolova, N. Piven, D. Susarova et. al., Chemical Communications, v.51, 2015

материаловедение

Электросопротивление композитов на основе многостенных углеродных нанотрубок при изменении давления от атмосферного до 9 гПа увеличивается в 7 раз. При давлении 1–1,5 гПа сечение нанотрубок из кругового становится эллипсоидальным. Обратимость хода сопротивления позволяет использовать композиты как датчики высокого давления. — Т. Arslanov, A. Babaev, R. Arslanov et. al., Applied Physics Letters, v.105, 2014



диетология

Инулин-содержащее пюре из корня лопуха в количестве до 6% улучшает структурно-механические свойства творожных десертов и позволяет получить продукт с пышной структурой и высокими органолептическими показателями. — Масалова Н.В., Левочкина Л.В. «Пищевая промышленность», №3, 2015 г.

компьютерные науки

Наночастицы — основа для автономных биокомпьютерных структур, способных реализовывать все основные операции булевой алгебры. При участии биомолекул такие структуры могут быть самосборными. — M. Nikitin, V. Shipunova, S. Deyev, et. al., Nature Nanotechnology, v.9, 2014

»»» Фотоника — отрасль техники, в которой используются информационные или энергетические свойства фотонов. Фотон — квант электромагнитного излучения (в узком смысле — света), безмассовая частица, двигающаяся в вакууме со скоростью света. Электрический заряд фотона — 0. Людям привычнее фотоны в видимом спектре. Выделяют еще ультрафиолетовые фотоны (длина волны 10–380 нм) и инфракрасные фотоны (длина волны 1–150 мкм).

Новые фотонно-кристаллические инфракрасные световоды на основе нанодефектных кристаллов

текст	Лия Жукова доктор технических наук, профессор
	Александр Корсаков кандидат химических наук, Центр инфракрасных волоконных технологий, Уральский федеральный университет
иллюстрации	Мария Краснова-Шабаетова

Объект инфракрасной (ИК) волоконной оптики — волокна, пропускающие излучение с длиной волн более 1 мкм. Появление ИК-волоконной оптики связано как с доставкой широкополосного длинноволнового излучения к удаленным фотодетекторам для военных приложений, так и с передачей излучения CO₂-лазера (длина волны 10,6 мкм). Переход в длинноволновую область связан с поиском новых материалов для указанного спектрального диапазона. Эти материалы необходимы для изготовления волоконных лазеров и усилителей, сенсоров, волоконно-оптических систем, для дистанционной ИК-спектроскопии жидких, газообразных и твердых объектов, радиометрии, низкотемпературной ИК-пирометрии, для передачи мощного излучения СО (5,3–6,2 мкм) и СО₂-лазеров (9,2–10,6 мкм). Благодаря достижениям в области интерферометрии стало возможным создание систем поиска экзопланет, то есть планет, подобных Земле. В силу того, что при температуре 300 К Земля и подобные ей планеты излучают на длине волны 10,6 мкм, пропускающий эту длину волны ИК-световод является идеальным фильтром, способным обнаружить экзопланету, отсекая видимое излучение звезды.

Для этих целей требуются одномодовые ИК-световоды с изменяющимся — за счет создания фотонной структуры — показателем преломления, получаемые методом экструзии из кристаллов. Нами разработаны мировой новизны кристаллы AgCl_{1-x}Br_{1-x}, Ag_{1-x}Tl_xBr_{1-x}I_x, Ag_{1-x}Tl_xCl_{1-y-z}Br_{1-y-z}, а также фотонно-кристаллические ИК-световоды на их основе, схема производства которых представлена на рисунке [рис. 01].

В состав кристаллов твердых растворов галогенидов серебра входит йодид одновалентного таллия, который придает



структуре кристалла высокую нанодефектность, а дефектность, в свою очередь, обеспечивает фотостойкость, твердость, увеличение показателя преломления, что является определяющим фактором при изготовлении фотонных ИК-световодов для спектрального диапазона от 2 до 45 мкм.

На основе пионерских научных исследований создан коммерческий продукт — оптоволоконные зонды для ИК-спектроскопии [рис. 02], который выпускается инновационно-внедренческим Центром инфракрасных волоконных технологий Уральского федерального университета.

С помощью новых оптоволоконных зондов возможно определение содержания органических веществ до уровня десятых долей процента с точностью до 0,5%. Конструкция и комплектующие зонда могут меняться в зависимости от характеристик образца и рабочей среды. Зонды с алмазной призмой позволяют работать с сыпучими, жидкими и пастообразными образцами при высоких температурах и агрессивности; зонды с петлей применимы для анализа жидкостей при средних и нормальных температурах и минимальной агрессивности среды. Информация о калибровочных кривых позволяет использовать систему не только для определения состава смеси, но и для контроля протекания реакции. Это возможно благодаря тому, что аналитический сигнал, передаваемый по оптическому волокну, после взаимодействия с исследуемым образцом мгновенно попадает на детектор спектрометра.

Использование волоконно-оптических зондов, прозрачных в средней инфракрасной области спектра, в научных лабораториях и на промышленном производстве значительно расширит применение методов ИК-Фурье-спектроскопии для экспресс-анализа веществ и образцов продукции.

Другое применение световодов — авиационное приборостроение. В ближайшем будущем большинство оптико-локационных станций военного назначения должны быть, как минимум, трехдиапазонными. Использование трех и более спектральных диапазонов при спектральной оптической фильтрации



заметно повышает эффективность работы оптико-электронной системы. Дополнительное преимущество: оптимальный диапазон для обнаружения того или иного объекта может быть один, а для его идентификации — другой.

Наши световоды, прозрачные в среднем ИК-диапазоне, позволяют разработать и изготовить многофункциональные, многоспектральные системы целенаведения, целеуказания с улучшенными массо-габаритными характеристиками. Улучшение этих показателей критически важно для беспилотных летательных аппаратов.

Также разработанные фотонно-кристаллические световоды находят применение в волоконно-оптических приборах широкого спектрального диапазона от 2,0 до 45,0 мкм — в области спектроскопии, медицины, низкотемпературной пирометрии, лазерной техники, космических исследований.

На основе твердых растворов галогенидов серебра, легированных Tl, I и галогенидами Eu, Ce и Cr, разработан новый класс кристаллических неорганических сцинтилляторов (КНС). Нами было разработано несколько видов галогенидсеребряных сцинтилляторов. Найден способ активации, обеспечивающий повышенный выход сцинтилляции. Монокристаллы обладают хорошим техническим выходом в широкой области спектра (0,4–45,0 мкм). Благодаря высокой плотности и большому атомному весу они могут быть использованы для исследования γ -излучения. Важно и то, что их спектральная характеристика совпадает со спектральной чувствительностью наиболее распространенных фотоумножителей с сурьмяно-цезиевым фотокатодом. В отличие от известных сцинтилляторов NaI (Tl), CsI (Tl), разработанные галогенидсеребряные КНС неигроскопичны и не обладают эффектом спайности, поэтому из них получают методом экструзии гибкие световоды различного диаметра и длины.



Работы ведутся в рамках программы развития УрФУ, а также в рамках проектов под номерами госрегистрации: 01200802978, 01200306752

Предстоит создать центры превосходства в фотонике

В последние годы фотоника считается главным драйвером научно-технического прогресса. В 50 наиболее технически развитых странах мира существуют многочисленные программы стимулирования фотоники. Координацию осуществляют межведомственные структуры на основе частно-государственного партнерства.

Например, в Евросоюзе главным действующим лицом является европейская технологическая платформа «Photonics21», созданная в конце 2005 года. Она объединяет около 2 тыс. организаций. Также активно действует некоммерческая организация «Европейский индустриальный консорциум по фотонике» (European Photonics Industry Consortium—EPIC), который основали компании Aixton, CDT, Osram, Philips и Sagem и в котором сейчас более 180 участников. Европейское оптическое общество и другие организации имеют гораздо меньшее значение, но тоже вносят свой вклад в научно-технический прогресс. В Евросоюзе фотоника является одной из шести основных обеспечивающих технологий.

В США фотоника — отрасль первостепенной важности. Президент Обама в марте 2012 года выступил с инициативой создания «Национальной системы производственных инноваций» (President’s National Network for Manufacturing Innovation). Среди 15 главных направлений под номером 6 числится фотоника. Для ее развития создан интегрированный государственно-частный инструмент Integrated Photonics Manufacturing Innovation Institute. Основные направления:

- **сверхскоростная передача данных через интернет и в других телекоммуникациях,**
- **новые системы вычислений и обработки информации,**
- **сенсоры и диагностика в медицине.**

Дополнительно в 2015 году на деньги Министерства обороны США создан «Объединенный институт фотоники» (Integrated Photonics Institute for Manufacturing Innovation).

В России также существует «Перечень критических технологий Российской Федерации (2011)» (утвержденный Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года №899) из 27 строк. Фотоники в этом документе пока нет. Но в настоящее время «на выходе» версия перечня-2015, в которой фотоника, возможно, будет. А российский государственный ответ на западный вызов может быть весомым, ведь в оптике и фотонике успехи наших ученых велики — Столетов, Лебедев, Вавилов, Прохоров, Басов, Летохов и другие.

В настоящее время в мире сформировались около 50 направлений практического использования фотоники [—————> **стр. 24–25**]

Очевидно, что в фотонике сильна военная составляющая. Это авионика для самолетов и вертолетов, танковые тепловизоры, дальномеры и целеуказатели на основе твердотельных лазеров, полупроводниковые приемно-передающие модули, фотоприемные устройства, навигационные приборы на основе лазерных гироскопов и многое другое.

Разумеется, большинство сведений по военной фотонике не разглашается. Структура же гражданского сектора представлена на страницах **24–25**. Видно, что наибольшие доли на мировом рынке гражданской фотоники, объем которого оценивается в 450 млрд евро, занимают лазерные дисплеи, информационное оборудование и оптическая связь.

Дорожная карта

Осознание не просто важной, а существенной роли фотоники в научно-техническом прогрессе и обороноспособности страны пришло в конце 2000-х

годов. По инициативе Лазерной ассоциации России и ОАО «Научно-производственная корпорация «Оптические системы и технологии» (сегодня это оптический холдинг «Швабе», который входит в госкорпорацию «Ростехнологии») была образована рабочая группа. Она начала разработку проекта «Технологическая платформа «Фотоника». В результате к 2010 году была подготовлена заявка на отраслевую технологическую платформу «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии — фотоника». А 1 апреля 2011 года список первых 27 российских технологических платформ был утвержден, в том числе «Фотоника». Это стало признанием на самом высоком государственном уровне значимости и государственной важности развития фотоники.

В июле 2013 года правительством была утверждена Дорожная карта «Развитие оптоэлектронных технологий (фотоники)». 7 разделов документа охватывают 34 мероприятия. По каждому мероприятию определены исполнитель, срок, вид итогового документа и результат.

В Дорожной карте есть, в частности, пункт о создании центров превосходства не менее чем по 8 ключевым предметным областям фотоники для опережающего развития этих областей с быстрой коммерциализацией создаваемой продукции. Имеется в виду:

- **волоконные лазеры,**
- **мощные диодные лазеры,**
- **фотоника для медицины,**
- **лазерные агротехнологии,**
- **технологии фотоники для экологического контроля,**
- **техническое зрение и измерительно-диагностическая аппаратура,**
- **эпитаксиальные технологии,**
- **лазерная гироскопия.**

Что сделано за два года

На форуме «Фотоника-2015» в Москве заместитель директора Департамента Минпромторга по обычным вооружениям, боеприпасам и спецхимии Дмитрий Капранов подвел предварительные итоги.

Во-первых, ряд регионов разработал целевые программы освоения технологий фотоники для модернизации региональной экономики. Так, Уральский центр лазерных технологий значительно продвинулся в лазерной резке брони для бронетанковой техники и танковых листов для атомных подводных лодок. Во-вторых, проработаны общесистемные меры поддержки фотоники со стороны государства. В-третьих, начата работа над проектом методики «Статус производителя фотоники». В целом из 34 пунктов ДК реализуются или реализованы 20 пунктов.

Стратегия 2015–2025

В настоящее время предложения Межведомственной рабочей группы и специалистов по фотонике оформляются в стратегию развития фотоники до 2025 года. Ясно, что в рамках ДК требуется обратить внимание на новые направления, в частности, такие:

текст Владимир Тесленко кандидат химических наук

- **органическая фотоника,**
- **фотоника для фармацевтики,**
- **радиофотоника,**
- **нанофотоника,**
- **нейрофотоника,**
- **оптогенетика,**
- **фотоакустика,**
- **квантовая плазмоника.**

С инфраструктурной точки зрения необходимо срочно написать «Глоссарий по фотонике» и «Тезаурус по фотонике» (чтобы специалисты из разных отраслей понимали друг друга), а также разработать систему сертификации и стандартизации устройств. Специалисты открыто говорят об отсутствии необходимых стандартов и регламентов, из-за чего, например, в России нельзя использовать надежные и хорошо отработанные технологии обработки материалов при производстве особо ответственной техники — в ГОСТах действуют старые технологические регламенты, не предусматривающие лазерной резки, сварки и т. п.

В экспертном сообществе обсуждаются реперные точки стратегии, в частности, 2018 год — создание полноценной системы региональных лазерных центров; 2020 год — разработка оборудования и широкое освоение фотонных технологий.

На нынешний год планируется сделать упор на четырех направлениях: популяризация и PR фотоники, международное сотрудничество, взаимодействие с федеральными отраслевыми инвестиционными программами, развитие образования.

В рамках первого пункта в Москве был проведен 16–19 марта форум «Фотоника-2015. Мир лазеров и оптики». В экспозиции были представлены тематические разделы, посвященные самым разным разделам фотоники. Впервые в рамках выставки организован салон голографии, где демонстрировались достижения отечественной голографии в информационной и защитной области. Работу выставки сопровождал отраслевой форум, программа которого включала научно-практические конференции, круглые столы, презентации новых технологий. На выставке прошло совместное заседание Межведомственной рабочей группы по фотонике при Минпромторге России, Секретариата Технологической платформы «Фотоника» и НТС Лазерной ассоциации. Специальный семинар был посвящен опыту работы региональных лазерных инновационно-технологических центров. Большой интерес вызвала серия конференций, посвященных таким темам, как «Лазерные технологии и методики в промышленности», «Фотоника в навигации и геодезии», «Фотоника в сельском хозяйстве», «Применение оптико-электронных технологий» и ряду других.

Что касается образования, то можно констатировать, что в ряде вузов и технических училищ активизировался набор студентов по направлениям, связанным с фотоникой. В этом видится заметный вклад кураторов фотоники от Минобрнауки РФ.

Финансирование работ по фотонике в РФ осуществляется сотнями грантов по нескольким десяткам направлений, например гранты Президента НШ-3833.2014.2, НШ-89.2014.2, НШ-4096.2014.2, НШ-4484.2014.2 и НШ-1364.2014.2; РФФИ № 09-02-12373-офи_м, 13-03-01018 и 13-08-00550-А и т. д.

Основные области применения фотоники

В январе нынешнего года стартовал «Международный год света». Он учрежден по инициативе крупного консорциума научных организаций совместно с ЮНЕСКО. Это событие запускает глобальную инициативу, которая подчеркнет важность света и оптических технологий для настоящего и для будущего.

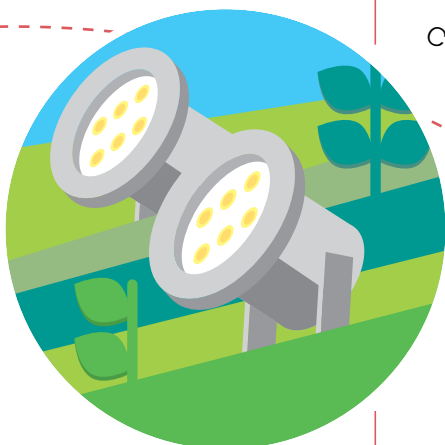
текст	Владимир Тесленко
	кандидат химических наук
иллюстрации	Елена Бялая

энергия
Структура мирового рынка фотоники в 2015 году



2%

Физиотерапия
в медицине



3%

Диодные
излучатели

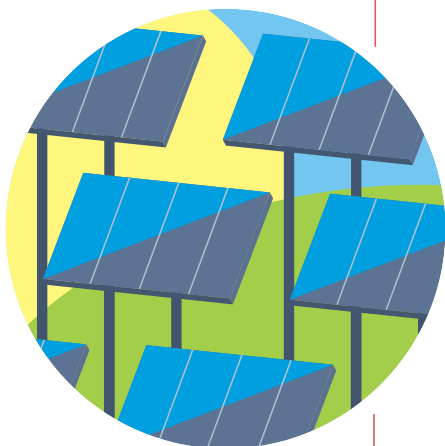
Светодиодные излучатели используются в приборах ночного видения для обеспечения наблюдения в условиях полной темноты, для индикации, отображения и подсветки визирных знаков, а также на круглосуточных фермах по выращиванию овощей и зелени



1%

Клеймление

Нестираемые обозначения товаров путем ожога или выжигания определенного изображения на поверхности товаров, например золотых ювелирных украшений или бриллиантов



6%

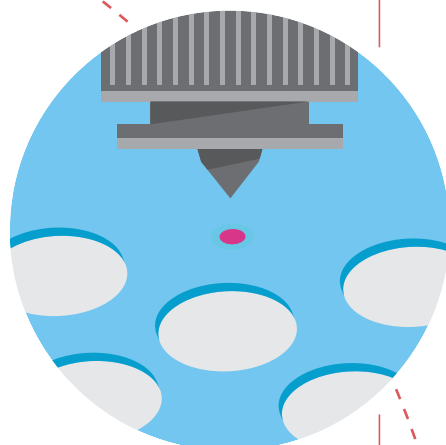
Фотоэнергетика

Солнечные панели для выработки электроэнергии используют явление фотоэффекта в пластинах монокристаллического или аморфного кремния, а также индиево-галлий-арсенидной композиции



2%

Физиотерапия
в ветеринарии



7%

Производствен-
ное оборудование

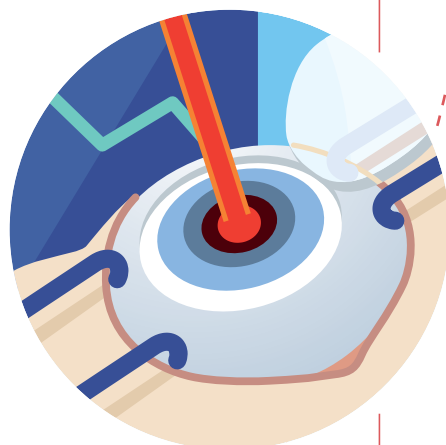
Лазерная резка металлов и сплавов, дерева и фанеры, пластмасс и композитов, сварка металлов и пластиков, упрочнение материалов, наплавка износостойких и функциональных покрытий



22%

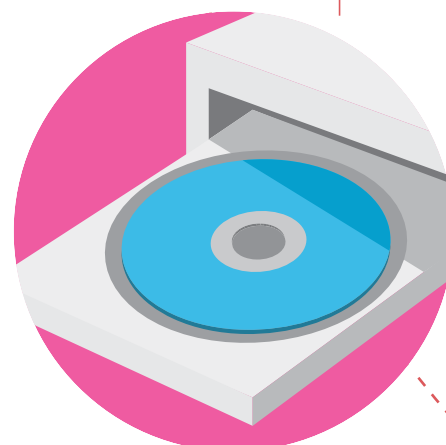
Лазерные
дисплеи

Лазерные телевизоры и экраны мобильных устройств (iPod, iPhone) на основе использования цветных лазеров. Имеется ряд преимуществ лазерных телевизоров перед плазменными и жидкокристаллическими



3%

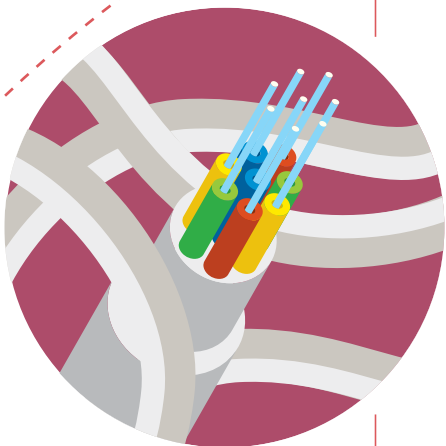
Лазерный
скальпель



15%

Базы данных

Оптические диски для цифровых баз данных стали самыми популярными в мире. Для считывания информации используется луч лазера, который направляется на специальный слой и отражается от него



13%

Волоконно-оптические линии связи

Волоконно-оптическая связь использует в качестве носителя информационного сигнала лазерное излучение ближнего инфракрасного диапазона, а в качестве направляющих систем — волоконно-оптические кабели



5%

Пассивная охрана

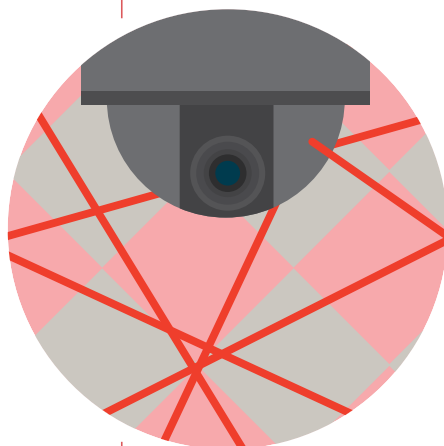
Видеокамеры и лазерные системы охраны периметра объектов с помощью невидимых лучей инфракрасного диапазона против несанкционированного проникновения людей и животных



3%

Диагностика в медицине

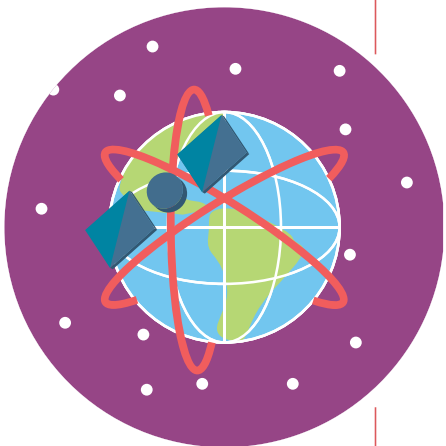
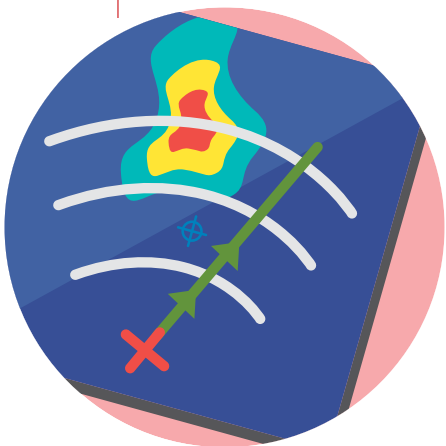
Лазерная медицина насчитывает около 10 направлений, это в том числе компьютерная томографическая лазерная маммография, лазерная коррекция зрения, лазерная эпиляция, лазерная коагуляция плацентарных анастомозов, лазеротерапия



2%

Шоу-бизнес

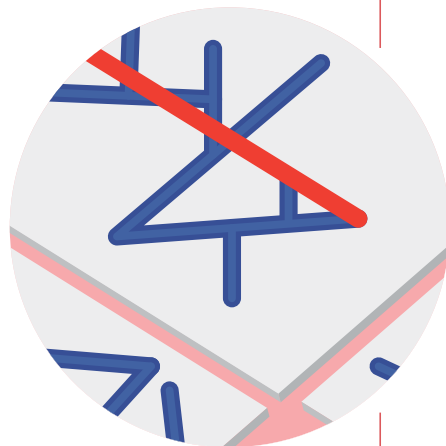
Лазеры используют в агрессивной рекламе, в лазерных шоу на всевозможных праздниках и развлекательных мероприятиях, а также в ночных клубах и на дискотеках



1%

Мониторинг окружающей среды

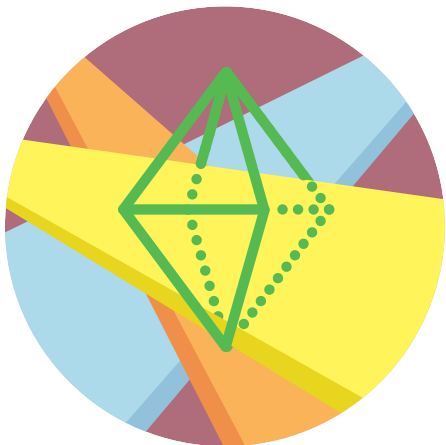
Лазерные оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды включают наблюдения за растительным покровом земли, за водоемами и атмосферным воздухом, а также выбросами промышленных предприятий



1%

Маркировка

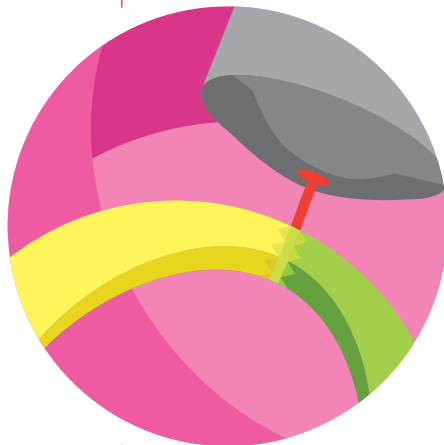
Лазерная маркировка на поверхности промышленной продукции является бесконтактной, быстрой, надежной и стойкой и психологически комфортной



4%

Навигация

Автомобильные и судовые навигаторы используют лазерные дальномеры для определения расстояний и координат относительно стационарных лазерных маяков



8%

Автоматизированные системы управления техпроцессами

Автоматизированные системы управления технологическими процессами используют отражение, дифракцию и интерференцию лазерных лучей, например при литье сплавов

1%

Голография

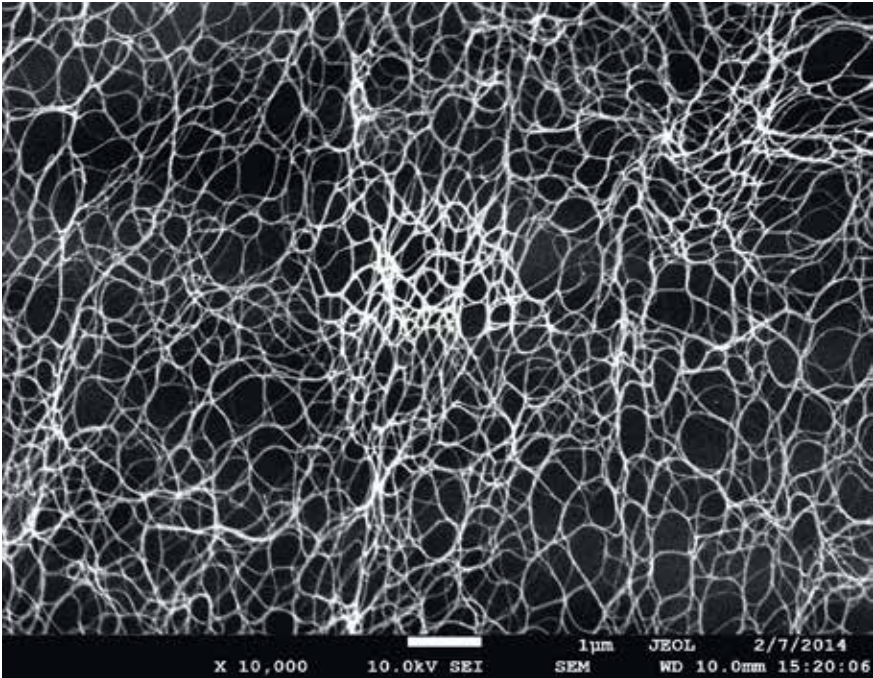
Это особый фотографический метод, при котором с помощью лазера регистрируются, а затем восстанавливаются изображения трехмерных объектов, в высшей степени похожие на реальные

Информация
Структура мирового рынка
фотоники в 2015 году

Источник: «Ъ-Наука» на основе данных научно-технических изданий, коммерческих и промышленных данных, а также блогов и форумов

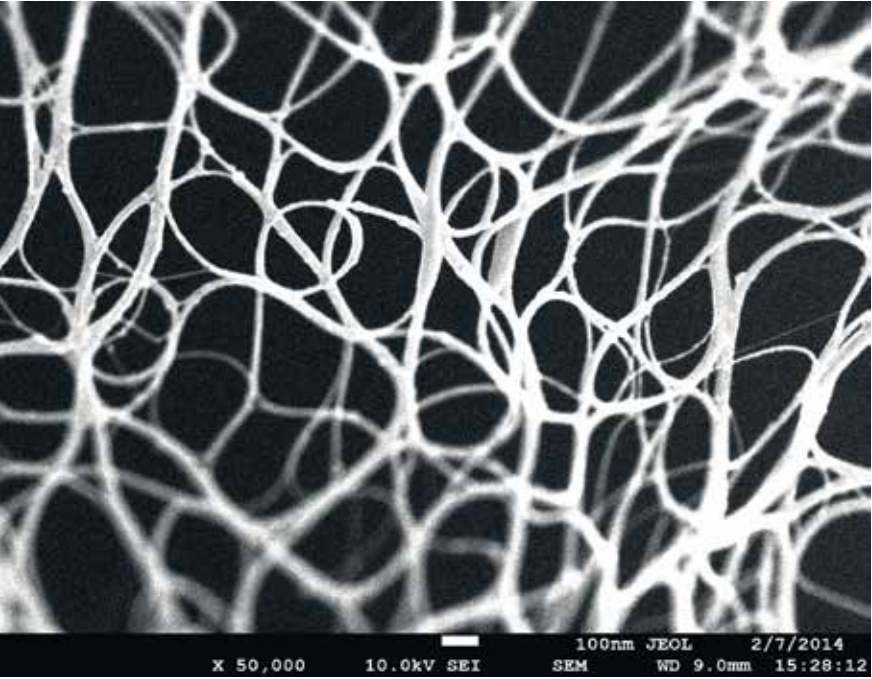
Низкоразмерный графит проявляет уникальные оптиче- ские свойства

текст	Елена Образцова
	кандидат физико-математических наук,
	зав. лабораторией спектроскопии наноматериалов
	Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН



01–02 Электронно-микроскопическое изображение тонкой пленки из пучков одностенных углеродных нанотрубок

01

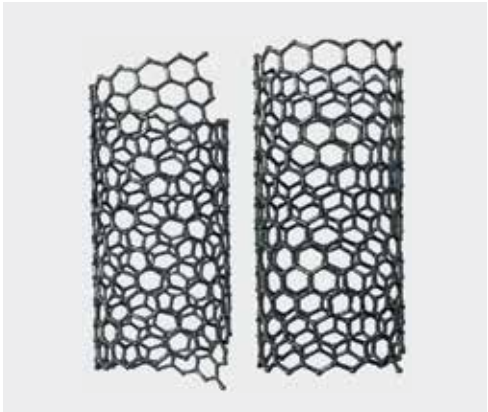


02

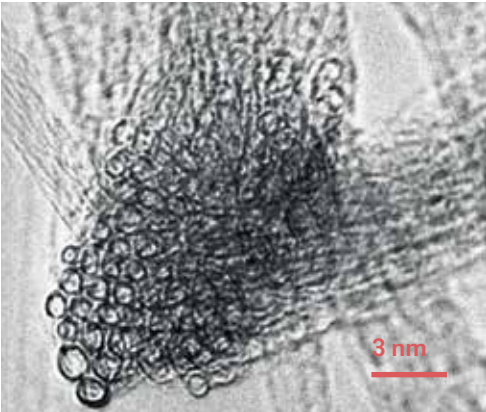
03 Схематическое изображение одностенных углеродных нанотрубок с различной хиральностью (углом закручивания графеновой сетки)

04 Электронно-микроскопическое изображение поперечного сечения пучка ОУН, объединяющего нанотрубки различного диаметра

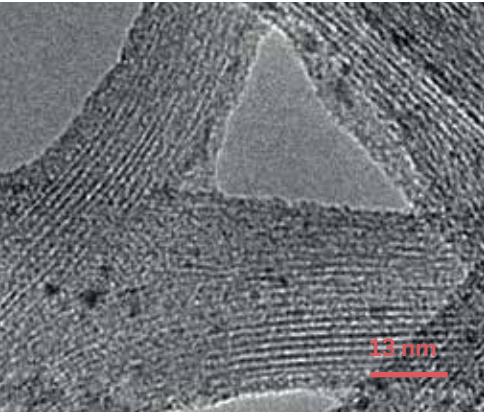
05 Электронно-микроскопическое изображение пучка ОУН (вид сбоку) представляющего собой одномерный кристалл



03



04



05

Многие годы черный электропроводящий графит считался материалом, не пригодным для фотоники. Однако оказалось, что при понижении размерности и переходе к двумерному графиту (графену) или одномерному графиту (одностенным углеродным нанотрубкам и графеновым нанополосам) появляются новые уникальные оптические свойства.

Исторически первыми были открыты одностенные углеродные нанотрубки (ОУН)^[1]. Они представляют собой однослойные цилиндры диаметром 0,3–3,0 нм и длиной 1–10 мкм, условно свернутые из полос графеновой плоскости [03]. Обычно нанотрубки синтезируются в виде пучков [04–05]. Нанотрубка — одномерная углеродная структура, все атомы которой находятся на поверхности. Электронные и оптические свойства такой системы полностью определяются ее геометрией и, в первую очередь, диаметром нанотрубки. То есть это материал, обладающий варьируемыми свойствами.

Оказалось, что нанотрубки обладают высокой оптической нелинейностью и сверхмалыми временами релаксации электронных возбуждений (около 100 фс). Эти свойства открыли возможность использования нанотрубок в качестве сверхбыстрых модуляторов световых пучков — насыщающихся поглотителей (НП). НП используются для реализации режима самосинхронизации мод и формирования сверхкоротких (фемтосекундных) импульсов в лазерах ближнего инфракрасного диапазона^[2–6] [рис. 01]. Такие импульсы важны для развития оптических коммуникаций, лазерной хирургии, в том числе офтальмологической, зондирования загрязнений в атмосфере и спектроскопии с временным разрешением. Другими важными нелинейно-оптическими применениями являются генерация оптических гармоник^[7] и создание сверхбыстрых фотодетекторов, работающих в широком спектральном диапазоне^[8].

Насыщающиеся поглотители на основе ОУН — новая интенсивно развивающаяся область науки. Первое упоминание о применении ОУН в качестве НП в волоконном лазере было опубликовано японскими учеными в 2003 году [9]. Уже в следующем году российскими учеными из Института общей физики РАН (ИОФ РАН) была реализована самосинхронизация мод в эрбиевом лазере с использованием жидкой суспензии нанотрубок [2]. В 2007 году, благодаря взаимодействию с Научным центром волоконной оптики РАН, были созданы элементы для волоконных лазеров в форме полимерных пленок с распределенными в них ОУН [4–6]. За прошедшие годы на базе лаборатории спектроскопии наноматериалов в ИОФ РАН был реализован полный (полупромышленный) цикл формирования НП. Он включает следующие этапы: синтез ОУН методами дугового разряда и химического газофазного осаждения, характеристика их свойств оптическими методами, формирование на их основе НП различного типа [01–02] и их испытание в различных лазерах с широким диапазоном рабочих длин волн. Широкий рабочий спектральный диапазон, определяемый геометрией нанотрубок, является одной из их уникальных характеристик.

В 2004 году в науку стремительно ворвался графен — гексагональная углеродная сетка толщиной в один атом [10]. Относительно несложный способ его получения и регистрация многих новых фундаментальных эффектов в этом материале взбудоражили научное сообщество и принесли Нобелевскую премию его открывателям — выходцам из России Андрею Гейму и Константину Новоселову. Для фотоники появление графена открыло фантастическую возможность создания нелинейно-оптических элементов для практически неограниченного спектрального диапазона — от средней инфракрасной до терагерцовой области [11–12]. Российским ученым удалось внести свой вклад в использование графеновых насыщающихся поглотителей. В частности, впервые были зарегистрированы и измерены насыщающиеся потери на длине волны 10 мкм, характерной для широко применяющегося в технологиях CO₂-лазера [13].

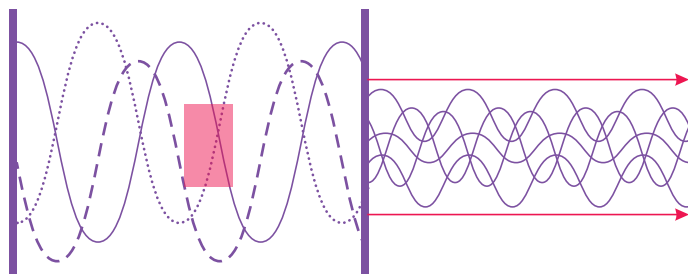
Графен обладает всеми преимуществами нанотрубок (высокой оптической нелинейностью и субпикосекундными временами релаксации электронных возбуждений), но вследствие линейной дисперсии энергии электронов в зависимости от волнового вектора он может использоваться на любой длине волны, в то время как нанотрубки наиболее эффективны при возбуждении с длинами волн, совпадающими с максимумами их оптического поглощения. Максимальный диаметр, при котором одностенные нанотрубки остаются устойчивыми, ограничен — около 3 нм. Это значит, что максимальная длина волны, на которой могут работать насыщающиеся поглотители из ОУН, не превышает 3 мкм.

Со времени первых экспериментов по использованию графеновых структур в фотонике прошло около 12 лет. Сегодня появились новые идеи использования графена для генерации суперконтинуума в волоконных лазерах и увеличения оптической нелинейности пленок из допированных одностенных углеродных нанотрубок или графена. При создании компактных лазеров на основе фотонных кристаллов [14] или «on-chip»-лазеров графен рассматривается как единственный подходящий насыщающийся поглотитель, способный сохранить

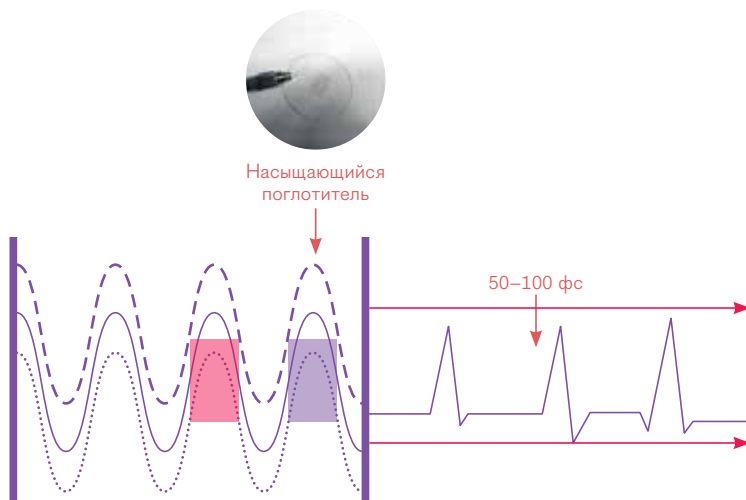
миниатюрность устройств. Сегодня в России несколько групп в различных городах (в Москве, Новосибирске, Черноголовке, Нижнем Новгороде, Ижевске, Санкт-Петербурге) вовлечены в исследования в области графеновой фотоники. Их результаты находятся на мировом уровне и вполне конкурентно-способны. Возможно, уже настала пора сделать шаг от лабораторных исследований к промышленным разработкам.

Автор выражает благодарность проекту Российского научного фонда «Углеродная фотоника»

рис. [01] → Процесс самосинхронизации мод в лазере



Непрерывное излучение При отсутствии насыщающегося поглотителя в лазерном резонаторе выходное излучение является непрерывным и представляет собой конволюцию мод различной интенсивности, высвечиваемых в произвольные моменты времени.



Самосинхронизация мод При внесении в резонатор амплитудно-дискриминирующего элемента — насыщающегося поглотителя — моды с низкой интенсивностью подавляются, и по прошествии нескольких десятков проходов через резонатор выходное излучение становится структурированным с длительностью импульсов, соответствующей характерным параметрам мод (десятки фемтосекунд).

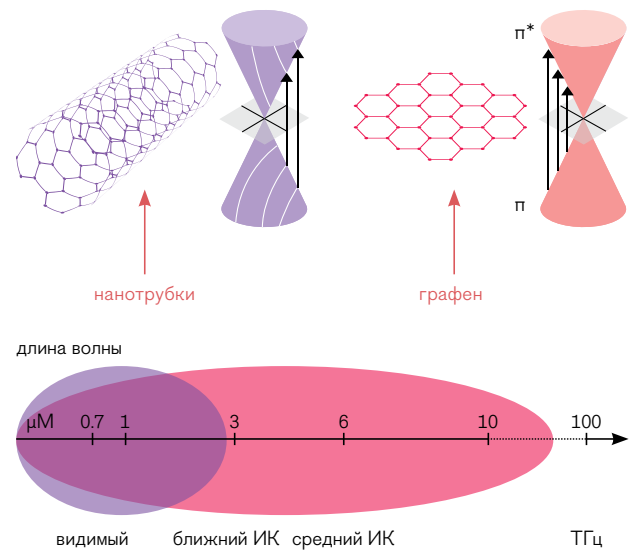
рис. [03] → Различные типы насыщающихся поглотителей на основе одностенных углеродных нанотрубок



а однородная водная суспензия, содержащая индивидуальные ОУН, покрытые молекулами поверхностно-активного вещества; **б** пленка из карбоксиметилцелюлозы с однородно распределенными ОУН; **в** зеркало, покрытое полимерной пленкой, содержащей индивидуальные ОУН; **г** коннектор волоконного лазера с нанесенной на его сердцевину пленкой из ОУН.

ТЕХНОЛОГИИ

рис. [02] → Нанотрубки или графен?



Сравнение спектральных диапазонов для эффективного использования одностенных углеродных нанотрубок и графена в качестве насыщающихся поглотителей.

- [1] S. Iijima «Helical microtubules of graphitic carbon», Nature 354 (1991) 56
- [2] Н. Н. Ильичев, Е. Д. Образцова, С. В. Гарнов, С. Е. Мосалева «Нелинейное пропускание одностенных углеродных нанотрубок в D₂O на длине волны 1.54 мкм и получение режима самосинхронизации мод в лазере на стекле с Er³⁺ с помощью пассивного затвора на их основе», Квантовая электроника 34 (2004) 572
- [3] S. V. Garnov, S. A. Solokhin, E. D. Obratsova, A. S. Lobach, P. A. Obratsova, A. I. Chernov, V. V. Bukin, A. A. Sirotkin, Y. D. Zagumennyi, Y. D. Zavartsev, S. A. Kutovoi and I. A. Shcherbakov «Passive mode-locking with carbon nanotube saturable absorber in Nd: GdVO₄ and Nd: Y_{0.9}Gd_{0.1}VO₄ lasers operating at 1.34 mkm», Laser Physics Letters 4 (2007) 648
- [4] A. V. Tausenev, E. D. Obratsova, A. S. Lobach, A. I. Chernov, V. I. Konov, P. G. Kryukov, A. V. Konyashchenko, E. M. Dianov «177-fs erbium-doped fiber laser mode-locked with a cellulose polymer film containing single-wall carbon nanotubes», Appl. Phys. Lett. 92 (2008) 171113
- [5] Max A. Solodyankin, Elena D. Obratsova, Anatoly S. Lobach, Alexander I. Chernov, Anton V. Tausenev, Vitaly I. Konov, Evgueni M. Dianov «1.93 mm mode-locked thulium fiber laser with a carbon nanotube absorber», Optics Letters 33 (2008) 1336
- [6] M. Chernysheva, A. Krylov, N. Arutyunyan, A. Pozharov, E. Obratsova, E. Dianov «SESAM and SWCNT Mode-Locked All-Fiber Thulium-Doped Lasers Based on the Nonlinear Amplifying Loop Mirror», IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 20 (2014) 1101208
- [7] A. Y. Bykov, T. V. Murzina, M. G. Rybin, E. D. Obratsova «Second harmonic generation in multilayer graphene induced by direct electric current», Phys. Rev. B 85 (2012) 121413 (R)
- [8] P. A. Obratsova, T. Kaplas, S. V. Garnov, M. Kuwata-Gonokami, A. N. Obratsova, Yu. P. Svirko «All-optical control of ultrafast photocurrents in uniaxially aligned graphene», Scientific reports 4 (2014) 4007
- [9] S.Y. Set, H. Yaguchi, Y. Tanaka, M. Yablonski, Y. Sakakibara, A. Rozhin, M. Tokumoto, H. Kataura, Y. Achiba and K. Kikuchi, Abstracts of OFC 2003 (USA), PDP44
- [10] K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, and A. A. Firsov «Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films», Science 306 (2004) 666
- [11] Q. Bao, H. Zhang, Yu Wang, Z. Ni, Y. Yan, Z. X. Shen, K. P. Loh and D. Y. Tang «Atomic-Layer Graphene as a Saturable Absorber for Ultrafast Pulsed Lasers», Adv. Func. Materials 19 (2009) 3077
- [12] Z. Sun, T. Hasan, F. Torrisi, D. Popa, G. Privitera, F.
- [13] В.П. Сороченко, Е.Д. Образцова, П.С. Русаков, М.Г. Рыбин, «Нелинейное пропускание графеном излучения CO₂-лазера», Квантовая электроника, 42 (2012), 907–912
- [14] M.G. Rybin, A.S. Pozharov, C. Chevalier, M. Garrigues, C. Seassal, R. Peretti, C. Jomois, P. Viktorovitch, and E. Obratsova «Enhanced optical absorbance of CVD-graphene monolayer by combination with photonic crystal slab», Physica Status Solidi B 249 (2012) 2530

Как должна работать интеллектуальная нефтяная скважина

Период экстенсивного освоения недр заканчивается, на повестке дня инновационные скважины значительной протяженности и площади охвата, пригодные для труднодоступных и трудно извлекаемых запасов углеводородов. Не менее важно и второе стратегическое направление отрасли — так называемая интеллектуализация месторождений, которые должны работать самостоятельно и сами подстраиваться под изменяющиеся условия системы.

Практически все крупные зарубежные и отечественные добывающие компании уже проводят опытно-промышленные испытания автоматических станций управления нефте- и газодобычей. Однако такие скважины, хотя и носят названия smartwell или intelligentwell, то есть «умных» скважин, являются по сути всего лишь высоко автоматизированными.

Идеальная скважина

- В идеале «интеллектуальная» скважина, способная работать полностью в автономном режиме, должна удовлетворять целому ряду требований:
- непосредственная связь с внешним миром через информационные каналы;
 - наличие средств самонастройки, самоорганизации и самообучения;
 - возможность прогнозирования внешней среды и собственного поведения;
 - наличие математических моделей насоса, скважины, месторождения и средств имитационного моделирования;
 - наличие интеллектуальных средств компенсации неточности знаний о модели;
 - сохранение автономного функционирования при разрыве связей или потере управляющих воздействий от вышестоящих уровней иерархии;
 - наличие системы мониторинга, прогнозирования состояния скважин и оборудования, средств контроля и диагностики оборудования;
 - развитые средства визуализации для поддержки принятия решений;
 - способность к устойчивому сохранению целевых состояний (максимальный дебит, максимальный КПД и др.).

Автоматический нефтяник

Скважин и месторождений, удовлетворяющих всем перечисленным выше требованиям, пока нет. Сейчас можно говорить только об «интеллектуализации» на уровне отдельных этапов добычи. Однако «интеллектуальная» технология эксплуатации месторождений может быть создана уже в ближайшее время.

На наш взгляд, в ее основу можно положить автоматизированные рабочие места управления (АРМ-У). Для обеспечения работы АРМ-У в реальном масштабе времени мы предлагаем применить высокопроизводительные программно-инструментальные комплексы.

Подобные отечественные комплексы уже существуют. Например, они разрабатываются в Институте программных систем им. А.К. Айламазяна РАН и предназначены для построения прикладных интеллектуальных систем. Как они должны быть адаптированы



Чтобы увеличить отдачу нефтяного месторождения, не обязательно радикально менять оборудование — достаточно просто прибавить ему «ума»

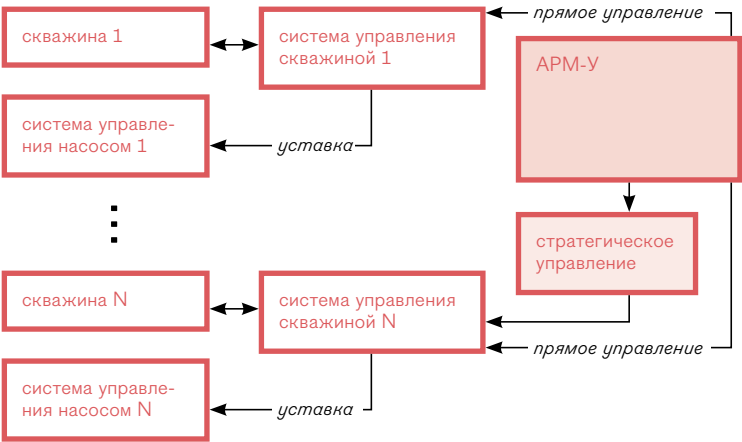
к данной конкретной задаче — добыче нефти и как будет работать система на основе этих комплексов, показано на рисунках 01 и 02.

Ожидаемое снижение затрат на разработку месторождений сырья за счет соответствующих программно-инструментальных средств мы оцениваем не менее чем в 5%, а ожидаемый рост дебита нефти — не менее 7%.

Работа выполняется при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №13-07-00025-а)

текст	Михаил Хачумов
	кандидат физико-математических наук,
	Институт системного анализа РАН

рис. 01 —> Общая схема управления интеллектуальным месторождением



Аппаратные средства АРМ-У обеспечивают эффективную реализацию всех функций программного управления. Особую важность приобретает вопрос оснащения скважин «умными» датчиками и приборами мониторинга, обеспечивающими сбор и первичную обработку технологической информации непосредственно на месторождениях. Собранные данные подвергаются анализу с целью подготовки технико-экономических решений по выбору режима эксплуатации каждой скважины.

рис. 02 —> Схема интеллектуального анализа и управления отдельной насосной станцией



Имеется два контура интеллектуального управления. Внутренний управляет оборотами и стабилизацией двигателя. Внешний ведет общее управление станцией, учитывая состояние среды, куда погружен насос. Важную роль играет блок, который задает глобальные цели и решает стратегические задачи выбора режима управления.

Блок планирования прогнозирует течение событий и параметры модели на заданное число шагов вперед. Для функционирования модели нужна интегрированная база с данными телеметрии, необходимыми фактами и текущими параметрами модели.

Блок управления осуществляет изменение управляющих переменных системы в принятой системе ограничений, в результате чего система переходит в новое состояние.

геофизика

Прецизионные спутниковые измерения показывают, что сейсмический пояс Черского (от устья реки Лены до северного побережья Охотского моря), входящий в состав крупной складчатой системы северо-востока Азии, относится к Евразийской литосферной плите. — О. Галаганов, Т. Гусева, И. Крупенникова, В. Передерин, «Геофизические исследования», №1, 2015 г.



оптика

Нелинейные когерентные структуры (солитоны) могут быть использованы для эффективной передачи сигнала на большие расстояния с кодированием информации как по амплитуде, так и по оптической фазе. — Юшко О.В., Редюк А.А., Федорук М.П., Турицын С.К. «Журнал экспериментальной и теоретической физики», Т.146, №5, 2014 г.

физическая химия

Методом лазерной абляции в сверхтекучем гелии получены сети из золотых, платиновых и ртутных нанопроволок. Такие сети могут служить эффективным нанокатализатором. — Е. Gordon, A. Karabulin, A. Morozov et. al., The Journal of Physical Chemistry Letters, v.5, 2014

материаловедение

Изучение конформационных свойств молекулярных щеток с одинаковой длиной основной цепи, плотностью прививки и молекулярной массой боковых ветвей, но различающихся архитектурой ветвей, показывает, что наведенная персистентная длина от архитектуры не зависит. — И. Михайлов, А. Даринский, «Высокомолекулярные соединения. Серия А», №2, 2015 г.

астрофизика

Имеется существенная разница между черными дырами и другими компактными объектами (нейтронными звездами, плотными звездными скоплениями и т.п.): в то время как черные дыры поглощают все налетающие частицы темной материи в пределах сечения захвата, другие объекты практически прозрачны для этих частиц, возможен только гравитационный захват. — В. Орлов, А. Райков, «Астрофизический бюллетень», №4, 2014 г.

Российско-украинский нанокристаллический диоксид церия защитит от солнечных ожогов

Что скрывается в тени средств для загара

Солнечные ультрафиолетовые лучи полезны для здоровья, но каким болезненным может быть их избыток, знают, наверное, все. Солнечный ожог, или эритема, — наиболее распространенное острое повреждение кожи ультрафиолетом.

При длительном воздействии УФ-излучение вызывает дегенеративные изменения клеток кожи, фиброзной ткани и кровеносных сосудов. Это приводит к преждевременному старению кожи, фотодерматозам и актиническому кератозу, в наиболее серьезных случаях может развиваться рак кожи.

Самый распространенный способ защиты открытых участков кожи — кремы и лосьоны с УФ-фильтрами, веществами, отражающими, рассеивающими или поглощающими ультрафиолет. Традиционные неорганические компоненты большинства УФ-фильтров — это порошки оксидов титана (TiO_2) или цинка (ZnO).

Но, как оказалось, частицы TiO_2 могут вызывать поражение нервных клеток, лимфоцитов крови, лимфобластоидных клеток. Быстрее эти процессы идут как раз при УФ-облучении, активирующем фоторазложение органических молекул.

Кроме того, TiO_2 и ZnO под действием УФ формируют активные формы кислорода (АФК) — в частности, гидроксильные радикалы, также разрушающие биомолекулы.

Проверка диоксида церия

Заменой TiO_2 и ZnO мог бы быть нанокристаллический диоксид церия (CeO_2 , или НДЦ). Во-первых, наночастицы CeO_2 активно поглощают УФ-излучение. Во-вторых, сами они прозрачны в видимой области спектра (400–800 нм). И в третьих, CeO_2 уже зарекомендовал себя как неорганический антиоксидант. При переходе в наносостояние он становится дефектным по кислороду и начинает проявлять особые окислительно-восстановительные свойства, в частности, приобретает способность инактивировать АФК.

Теоретически нанокристаллический церий вполне подходил для замены титановых и цинковых порошков. По так называемому SPF (Sun protection factor — мере поглощения УФ) он даже превосходил их. Оставалось проверить теорию экспериментами.

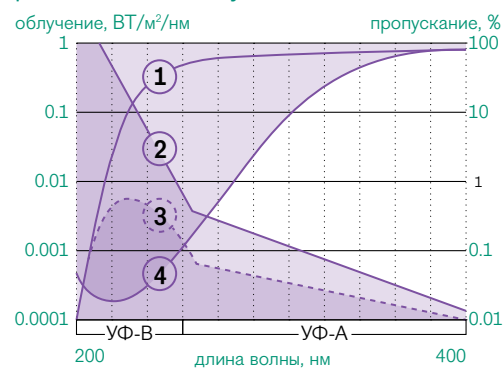
Как показали эти эксперименты, наночастицы CeO_2 максимально поглощают наиболее опасную «коротковолновую» часть ультрафиолета — УФ-В с длиной волн 280–315 нм [рис. 01].

Что касается биологической активности, то НДЦ не провоцирует фотокатализ и не имеет цитотоксичности (способности вызывать патологические изменения в клетках).

Также он демонстрирует выраженное защитное действие против активных форм кислорода и свободных радикалов, образующихся при УФ-облучении. Это последнее антиоксидантное свойство НДЦ блокирует не прямое УФ-разрушение ДНК.

Более того, наночастицы церия, как оказалось, ускоряют восстановление поврежденной ДНК, направляя деятельность киназ (киназы — разновидность ферментов) в нужное русло [рис. 02].

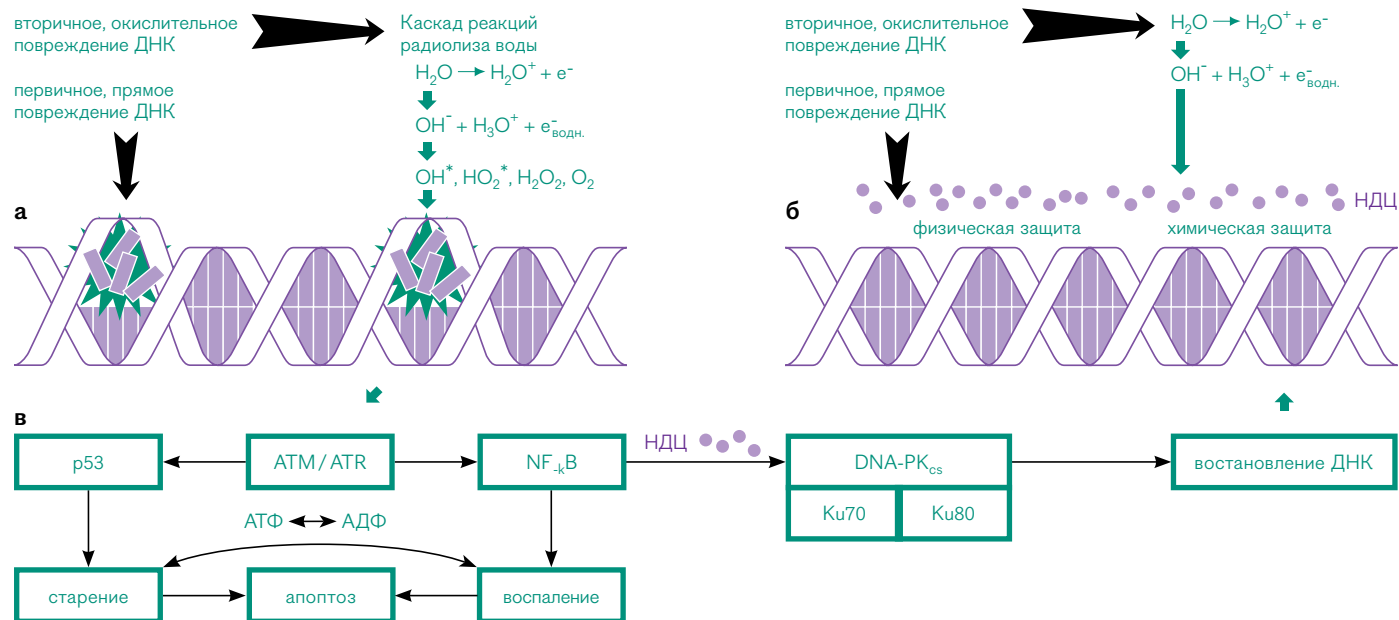
рис. 01 → Физическая защита нанокристаллическим церием от УФ-излучения



Область под кривой ③ показывает вклад солнечного излучения с той или иной длиной волны в формирование солнечного ожога, а над кривой ④ — долю поглощенного ультрафиолета наночастицами CeO_2 на тех же длинах волн. Видно, что наночастицы CeO_2 максимально поглощают наиболее опасную часть ультрафиолета — УФ-В.

Стандартный спектр солнечного излучения — кривая ①. Спектр излучения, вызывающего солнечный ожог кожи (эритему), — ②. Результирующий «эффективный спектр» — ③. Спектр пропускания 5% дисперсии CeO_2 в слое 20 мкм — ④.

рис. 02 → УФ-разрушение ДНК



а прямое повреждение УФ-излучение воздействует непосредственно на спираль дезоксирибонуклеиновых кислот. Происходит разрыв цепи или, наоборот, сшивание нуклеотидов в мутагенные димеры. Облученные клетки могут передавать радиационные повреждения соседним или дочерним клеткам.

б не прямое повреждение Даже небольшие дозы УФ-радиации способны запустить каскад реакций радиолитического разложения воды, в результате чего генерируются пероксид водорода, свободные радикалы и другие активные формы кислорода, разрушающие ДНК за счет вторичного окислительного действия.

в реакция организма В обоих случаях нарушение целостности ДНК вызывает активацию сигнальных протеинкиназ ATM и ATR, с помощью которых клетка пытается «оценить урон». В зависимости от степени повреждения ДНК киназы запускают механизмы воспалительного отклика, старения, остановки клеточного цикла, а при необратимых нарушениях структуры ДНК — и самоуничтожения клетки (апоптоза). Одновременно с помощью протеинкиназы DNA-PK включается механизм восстановления ДНК. Баланс процессов апоптоза и восстановления зависит от степени повреждения ДНК и активности соответствующих киназ.

текст	Владимир Иванов
	доктор химических наук,
	Институт общей и неорганической химии
	им. Н.С. Курнакова РАН
	Александр Щербаков
	кандидат химических наук,
	Институт микробиологии и вирусологии
	им. Д.К. Заболотного НАН Украины
	Владимир Козик
	доктор технических наук,
	Национальный исследовательский Томский
	государственный университет

Многообещающий наночерий

Полученные данные открывают перспективу использования наночастиц CeO_2 не только в составе профилактических мазей и спреев, защищающих от УФ-облучения, но и в качестве терапевтических препаратов при лечении ожогов. Дальнейшие исследования в этом направлении уже показали, что в качестве стабилизатора при синтезе наночастиц диоксида церия может быть использован пантенол (провитамин B_5). То есть получается композиция двух веществ с защитными свойствами.

Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности Томского государственного университета при поддержке Российского научного фонда (проект 14-13-01373).

За 75 лет в Крыму стало больше солнечных дней, а за последние 30 лет и волны заметно успокоились

текст	Владислав Евстигнеев
	кандидат физико-математических наук,
	Севастопольская гидрометеорологическая
	обсерватория



Крымский полуостров сравнительно невелик (27 тыс. км²), но климатические условия здесь неоднородны. Он делится на три области—степной Крым, горы и Южный берег Крыма (ЮБК). Горы служат разделительной линией между умеренным климатом северного Крыма с морозными зимами и близким к средиземноморскому климатом ЮБК, где даже зимой может наблюдаться положительная среднемесячная температура.

Где в Крыму измеряли температуру

В основу анализа легли данные наблюдений с 1936 года на 11 метеорологических станциях Крыма и 5 ближайших к нему. Температура морской воды у побережья полуострова анализировалась по данным 9 береговых пунктов наблюдений.

Данные за более ранние годы (по Севастополю и Ялте они имеются с конца XIX века) были исключены. До 1936 года температура воздуха не измерялась в ночное время, а это искажает среднесуточные температуры. Аномальные значения, всегда встречающиеся в выборках метеоданных такой продолжительности, нивелировались с помощью робастных (устойчивых к выбросам) алгоритмов [наука 2 —> стр. 32].

Самые теплые тридцать лет

Несмотря на локальные особенности климата полуострова, отчетливо заметны общие черты изменения температур воздуха в Крыму и на севере Азово-Черноморского побережья. За 75 лет здесь потеплело на 2,2°C [рис. 01].

Изменения происходили неравномерно, с небольшими периодами похолодания и потепления. Быстрее всего теплело в тридцатилетие с 1980 по 2010 год (с максимумом в 2010 году), причем в это время каждое последующее десятилетие характеризовалось большей средней температурой.

Максимально выросли среднемесячные температуры весной и осенью: в феврале и марте— до 3°C / 75 лет, сентябре и октябре— до 1,9°C / 75 лет. Кроме того, для марта и октября за-

Из восьми зарегистрированных в Крыму с 50-х годов XX века случаев стихийных волн шесть пришлось на Севастополь

рис. 01 —> Средняя годовая температура воздуха

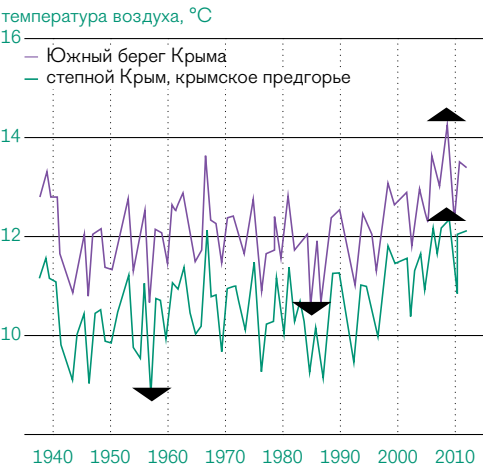
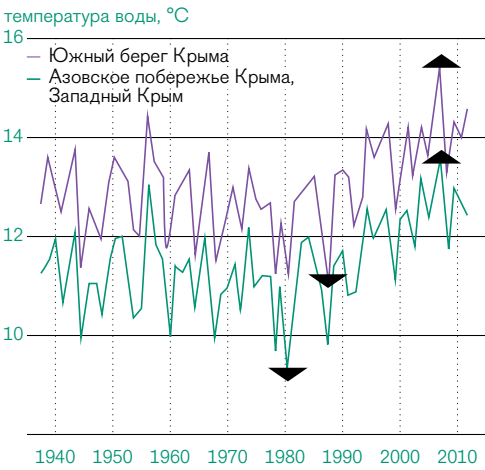


рис. 02 —> Средняя годовая температура воды



исследования

фиксировано заметное повышение порога аномально высоких температур (90% квантиль). Минимальные изменения зафиксированы для июльских и ноябрьских температур.

Другая тенденция—повышение наиболее низких значений среднесуточной температуры воздуха зимой и, как следствие, сокращение диапазона ее изменчивости. Правда, эта тенденция не столь выражена—в нескольких пунктах наблюдения (в Севастополе, Ялте и на Ай-Петри) она не прослеживается.

В году стало больше в среднем на 10 солнечных дней. Суммарная продолжительность солнечного сияния в год увеличилась на 180–240 часов.

Контрастное купание

Море в Крыму тоже потеплело—в среднем на 1,9°C [рис. 02]. Средняя температура воды на Южном берегу Крыма (14,1°C), у западного берега Крыма и на Азовском побережье полуострова она немного ниже (12,7°C).

Это, вероятно, удивит ветеранов крымского летнего отдыха, привыкших к тому, что самая теплая вода на мелководье евпаторийского взморья и в окрестностях азовского полуострова Казантип. А на ЮБК море прохладнее, иногда даже сильно бодрящее. Все становится на свои места, если говорить не о летних максимумах, а о среднегодовой температуре воды.

Что же касается резких температурных скачков воды на Южном берегу Крыма (в считанные часы теплая вода становится обжигающе холодной), то объяснение здесь простое. Это апвеллинг—подъем глубинных вод на поверхность по разным причинам, чаще всего при ветровом сгоне поверхностного слоя [рис. 03]. При апвеллинге температура воды быстро понижается. Размах температурных колебаний может достигать 15–20°C.

При небольших глубинах у западного и восточного (Азовского) побережья вода прогревается практически до дна. У Южного берега сравнительно узкий шельф обрывается сразу на километровую глубину, здесь апвеллинг ощутим в буквальном смысле всем телом. Апвеллинги—обычное явление в океанах. В Крыму они особенно заметны летом. Как показал анализ данных береговой станции Ялта за 1950–2014 годы, повторяемость апвеллингов здесь практически не изменилась. С июня по август резкое снижение температуры воды на 3°C и более наблюдается в среднем три раза. Но зато глубина апвеллингов (степень понижения температуры воды) за последние 30 лет уменьшилась. По всей видимости, это также одно из следствий общего потепления в регионе.

Девятый вал откладывается до 2020-х годов

За период с 50-х годов XX века до этого года на Крымском побережье Черного моря было отмечено всего 8 случаев стихийных волн. И зафиксированы они были только в двух пунктах: на Херсонесском маяке (Севастополь)—6 случаев; в Ялте—2 случая. «Стихийным» называют сверхэкстремальное волнение с высотой волн больше 6 метров. Исторический максимум стихийной волны в Черном море—7,3 м—был зафиксирован на Херсонесском маяке в ноябре 1981 года.

Как показал анализ многолетних наблюдений [рис. 04], режим ветрового волнения в прибрежной зоне Азово-Черноморского региона не является стационарным и с течением времени меняется. Долговременные изменения аномалий высоты волн характеризуются квазипериодическими колебаниями междесятилетнего масштаба.

Тридцатилетний период 1954–1983 годов положительных аномалий высоты волн и частых штормов на море сменился периодом 1984–2013 годов с минимальной интенсивностью волнения. Если эта тенденция сохранится, то следующий период увеличения числа штормов на побережье Крыма можно ожидать в 2020–2030 годах.

Аванс от погоды

С точки зрения теории, региональные изменения климата в Крыму отражают глобальные процессы, протекающие во всей климатической системе Земли и известные как глобальное потепление. Что же касается практических выводов, то никаких неприятных сюрпризов от климата на Крымском полуострове ожидать не приходится.

Лемешко Н. А., Евстигнеев В. П., Наумова В. А. Изменения температуры воздуха в Азово-Черноморском бассейне на территории Крыма. Вестник Санкт-Петербургского университета, Серия 7 Геология. География. 2014, выпуск 4, с. 131 – 143

A. Polonsky, V. Evstigneev, V. Naumova, E. Voskresenskaya. Low-frequency variability of storms in the northern Black Sea and associated processes in the ocean—atmosphere system. Regional Environmental Change 2014, No.5, p. 1861 – 1871

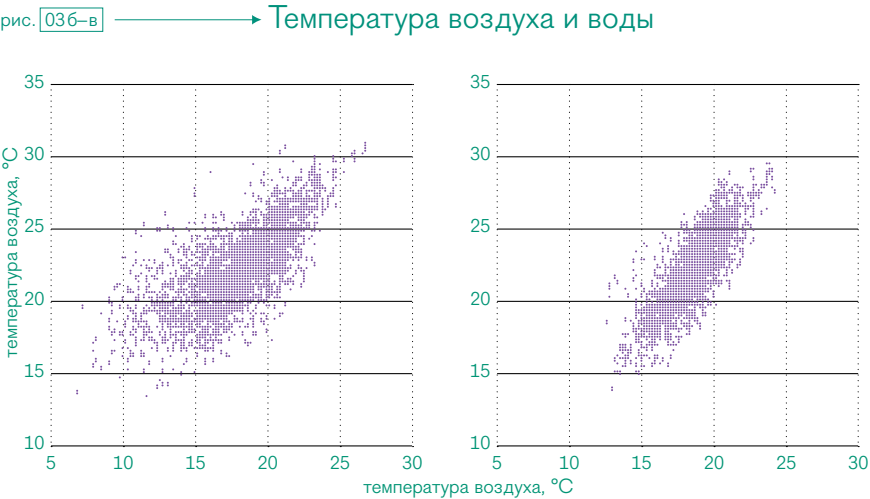
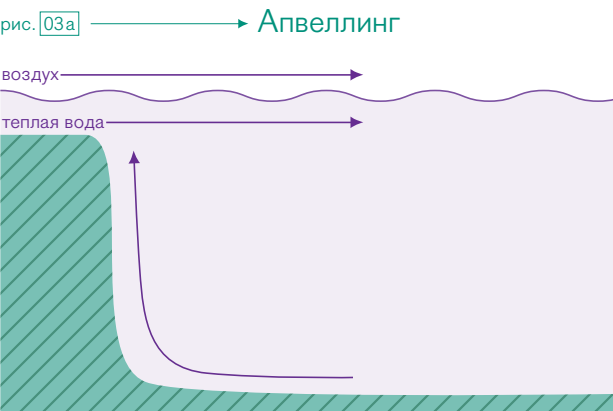
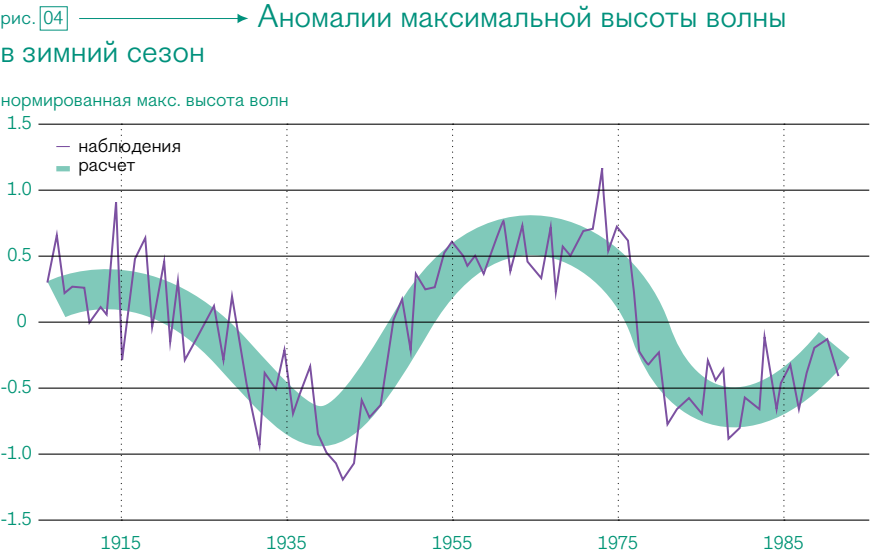
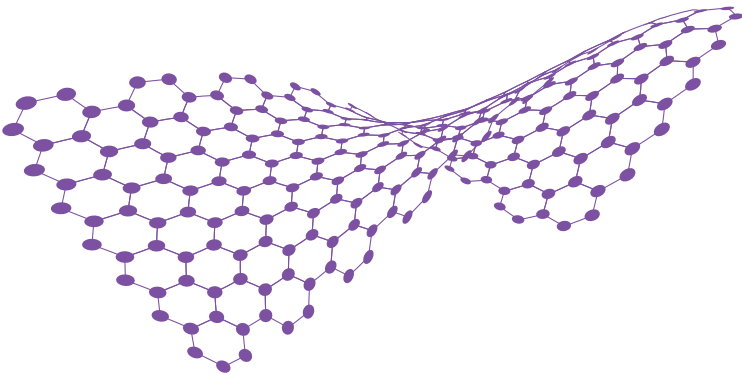


Схема развития прибрежного апвеллинга (а) и связь между температурами воздуха и воды в Ялте, где перепад глубин на шельфовом склоне достигает 900 м (б), и в поселке Мысовое на Азовском море, где глубины не больше 9–10 метров (в)



01

02



Оксид графена — первый двумерный материал, достигший стадии коммерческого применения

текст

Владимир Тесленко

кандидат химических наук

В последние два десятилетия обнаружены или синтезированы многочисленные новые формы углеродных наноматериалов, в том числе фуллерены, углеродные нанотрубки и графеновые слои. Они являются перспективными материалами для многих отраслей nanoиндустрии, так как обладают уникальными электронными, электромагнитными, термическими, оптическими и сорбционными свойствами.

Графен — это атомы углерода, собранные в плоскую сетку из сочлененных шестиугольников [02]. Принципиально, что графен имеет именно одноатомную толщину.

Крупнейший производитель графена расположен в Китае. Это компания Ningbo Morsh Technology, основанная в 2012 году. В прошлом году она запустила крупнейшую в мире линию на 300 т/г графена. Главным потребителем выступила родственная компания Chongqing Morsh Technology, которая использует графен для производства 2 млн шт/г. прозрачных проводящих пленок для мобильных телефонов.

Особенности оксидов графена

Термин «оксиды графена» еще не получил международной дефиниции. Под оксидами графена понимают частицы графена с присоединенными по краям или внутри углеродной сетки кислородсодержащими функциональными группами и/или молекулами. Номенклатура этих групп обширна: гидроксильные, фенольные, карбонильные, карбоксильные, арильные, эфирные, фосфор-

содержащие и т. п. Разновидностью являются оксиды графена, модифицированные полимерами, такими как полиэтиленгликоль, полиэфиры, поливинилы, полиакрилы и т. д. Еще одну группу оксидов графена составляют допированные соединения. В частности, известны оксиды графена, содержащие в своей структуре один или несколько атомов бора, азота, алюминия, фосфора, кремния, серы или же группы на их основе, например меламина, фосфин, силан, полисилоксан, сульфиды и т. д.

Самые красивые оксиды графена получаются при инкорпорации молекулами краун-эфиров [03]. Их в конце 2014 года получили в знаменитом ядерными разработками научном центре США — Окриджской национальной лаборатории (Oak Ridge National Laboratory). Размер и форма полости, сформированной молекулой краун-эфира, зависят от его состава. Поэтому новый материал может сорбировать ионы строго определенного диаметра. Сильные электростатические связи молекул эфира, инкорпорированных в графеновую сеть, открывают заманчивые перспективы в биотехнологиях, для химической сепарации, экстракции металлов, очистки от радионуклидов, рециклинга редкоземельных металлов и хранения данных.

Вообще оксиды графена по сорбционной емкости значительно превосходят ионообменные смолы на полимерной основе и другие традиционные сорбенты. Это и составляет суть интереса к оксидам графена для создания супер-сорбентов нового поколения.

Сорбционные рекорды оксидов графена могут реализовываться несколькими путями, например абсорбцией; адсорбцией; ионным обменом; физической адсорбцией; хемосорбцией; с установлением ковалентных или же нековалентных связей; с установлением водородных связей; Ван-дер-ваальсовым взаимодействием.

В результате сорбции могут образовываться коллоиды, происходить коагуляция вещества и последующее образование осадков.

Специалистам известны пять основных разновидностей оксидов графена по форме частиц:

- пленки на инертных подложках;
- нанопорошки с размером плоских частиц (чешуек) порядка 905 нм;
- хлопья с размером частиц 1–5 мкм;
- ленты (с отношением длины к ширине более 10);
- помпоны с размером сфероподобных частиц диаметром 3–6 мкм.

Самые необычные — помпоны, то есть сросстки лепестков графена в форме помпона или в форме детских шаров из гофрированной бумаги [04]. Они только в прошлом году получены в университете Енсе (Сеул, Южная Корея).

По степени окисления оксиды графена сильно различаются и могут содержать от 3% до 40% кислорода по массе. Широкие пределы химического состава (с учетом дополнительных легирующих атомов и групп) делают непростой задачу классификации и стандартизации оксидов графена. Тем более что состав может меняться не дискретно, а непрерывно. Однако для коммерческих нужд можно взять опыт классификаций природных алмазов, где международная классификация состоит из 3 тыс. сортов, абсолютно понятных профессионалам.

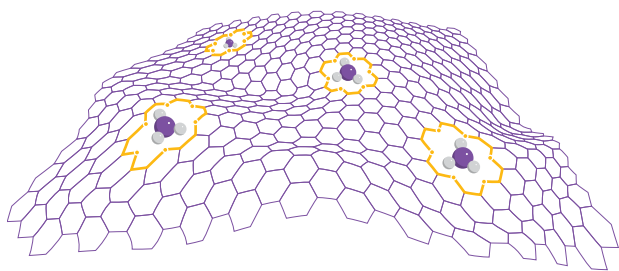
01 В НИТУ МИСиС разработана собственная технология производства графена

02 Схематичное изображение графена

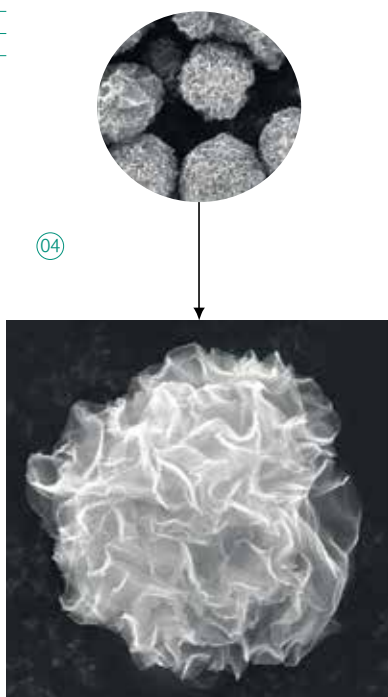
03 Структура графена с инкорпорированными молекулами краун-эфира

04 Электронные фотографии помпонов оксида графена

03



04



Коммерчески существенно то, что в 2014 году началось снижение базовых цен на графен и его оксиды вследствие прогресса в промышленных технологиях и расширения производственных мощностей в мире. Около 50 производителей графена и его производных жестко конкурируют, в том числе в ценовой политике. Снижение цен, как заявляют ведущие поставщики, такие как Advanced Chemicals Suppliers (США), Perpetuus Carbon (Англия), Graphenea (Испания), продолжится и в 2015 году. По предположениям специалистов, оно составит не менее 30%. Кроме того, при оптовых поставках предлагаются скидки до 40%. Ценовая доступность оксидов графена, несомненно, повышает их привлекательность для промышленного применения в инновационных секторах.

Сегодня цены на водную эмульсию оксида графена высокого качества находятся на уровне \$50/г. В Китае предлагают продукты переменного качества за \$20/г. Эти цены сопоставимы с ценой платины и некоторых редкоземельных металлов, которые широко используются в современных технических устройствах. То есть оксиды графена уже преодолели ценовой психологический барьер и могут использоваться в промышленных масштабах.

В США компания National Nanomaterials уже выпустила на рынок коммерческий продукт Graphenol — семейство функционализированных графенов, в том числе оксид графена [рис. 01].

Области применения — человек

Среди различных применений оксидов графена биомедицинские и фармакологические вызывают самый большой интерес, поскольку эти вещества обладают уникальными свойствами селективности. Комбинируя функциональные группы (гидроксильные, эпокисильные, карбонильные и т.д.), разные оксиды графена позволяют осуществлять разнообразные виды взаимодействий с биомолекулами посредством электростатического притяжения, π - π стэкинга (π - π stacking) и водородных связей.

Биомедицинское применение сорбционных свойств оксидов графена — относительно новая область со значительным потенциалом. За последнее десятилетие была проведена большая работа по изучению возможностей использования оксида графена, начиная от поставки лекарств / генов, биологического обнаружения и визуализации, антибактериальных материалов, до использования как биосовместимого каркаса для клеточной культуры.

Одним из методов использования оксида графена является диагностика раковых заболеваний. Уникальные электрические и оптические свойства графена предоставляют возможность обнаружения биомаркеров (индикаторов раковых заболеваний на ранних стадиях). Сенсоры данного типа были разработаны на основе оксида графена, который выступал как сорбент биологических объектов. Создаваемые на базе графена электрохимические устройства способны как детектировать биомаркеры, так и помогать изучать процессы образования активных форм кислорода в живых клетках.

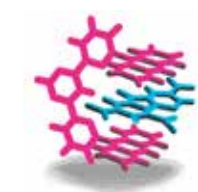
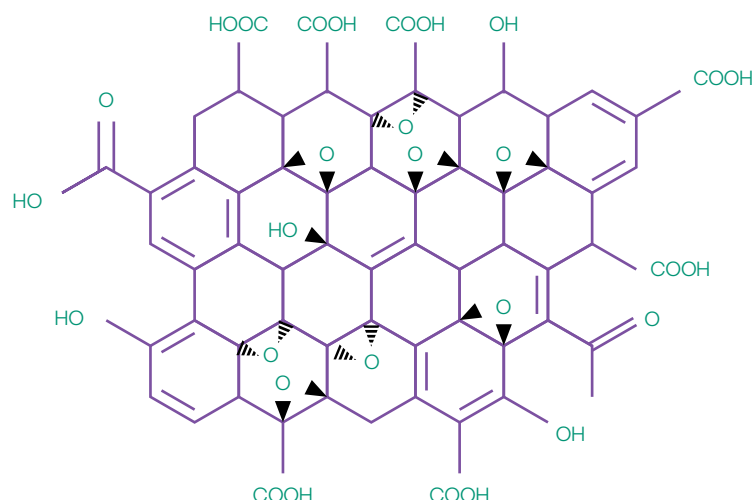
Области применения — окружающая среда

Оксиды графена, а также композиты на их основе — перспективные материалы для контроля окружающей среды (в первую очередь это касается промышленных отходов). В отдельных случаях их можно рассматривать как резервный материал для экстренного обеззараживания воздуха и жидких отходов.

Кислородсодержащие функциональные группы на краях и в плоскости оксидов графена способны как к ковалентным, так и к нековалентным взаимодействиям с различными молекулами. Более того, значительная по величине удельная поверхность оксидов графена позволяет поглощать существенные количества ионов тяжелых металлов и органических специй. Благодаря особенностям приповерхностной химии и разных типов архитектуры конгломератов на основе оксидов графена, имеются многочисленные

исследования

рис. 01 — Структурная схема оксида графена торговой марки Graphenol



Термин «стэкинг» в супрамолекулярной химии относится к расположению ароматических молекул, которое напоминает расположение монет в стопке и поддерживается ароматическими взаимодействиями. Наиболее популярный пример такого расположения наблюдается в последовательных парах оснований ДНК. Стэкинг также часто наблюдается в белках, когда два относительно неполярных кольца имеют перекрывающиеся p -орбитали. Точная природа таких взаимодействий (электростатическая или неэлектростатическая) остается предметом обсуждений.

Второй важной областью применения оксида графена является система адресной доставки диагностических и лекарственных средств. Уже осуществлено успешное использование оксида графена с магнитными наночастицами, выступающими в качестве носителей противораковых препаратов, нуклеотидов, пептидов, флуоресцентных агентов. Наиболее актуальным является направление, связанное с адресной доставкой короткоживущих радионуклидов к раковым клеткам, что позволит проводить эффективное направленное безоперационное лечение многих видов рака. Радионуклиды, которые предполагается использовать в сорбционном состоянии на носителях из оксида графена, — это короткоживущие альфа- (^{213}Bi , ^{225}Ac), бета- (^{90}Y , ^{177}Lu) или Оже- (^{67}Ga) излучатели.

Третьим направлением является создание сорбционных биодатчиков на основе оксида графена. В частности, доказано выборочное обнаружение ДНК в растворах. Также было доказано, что оксид графена может доставить абсорбированные олигонуклеотиды в живые клетки для обнаружения биомолекул.

Наконец, оксиды графена способны ускорить рост, дифференцировку и пролиферацию стволовых клеток и, следовательно, весьма перспективны в тканевой инженерии, регенеративной медицине и других биомедицинских областях. Систематическое изучение очень желательно для решения проблем безопасности перед практическим применением графена в биомедицине.

Исследования биомедицинских применений графена расширяются, но пока в основном находятся на начальной стадии. Успехи в этой области — захватывающие и обнадеживающие, но существует и ряд проблем, которые еще должны быть решены. Одной из них является детальное понимание взаимодействия «графен — живая ткань», особенно механизма клеточного поглощения. Такое знание способствует развитию эффективной доставки лекарств, биодатчиков и других применений.

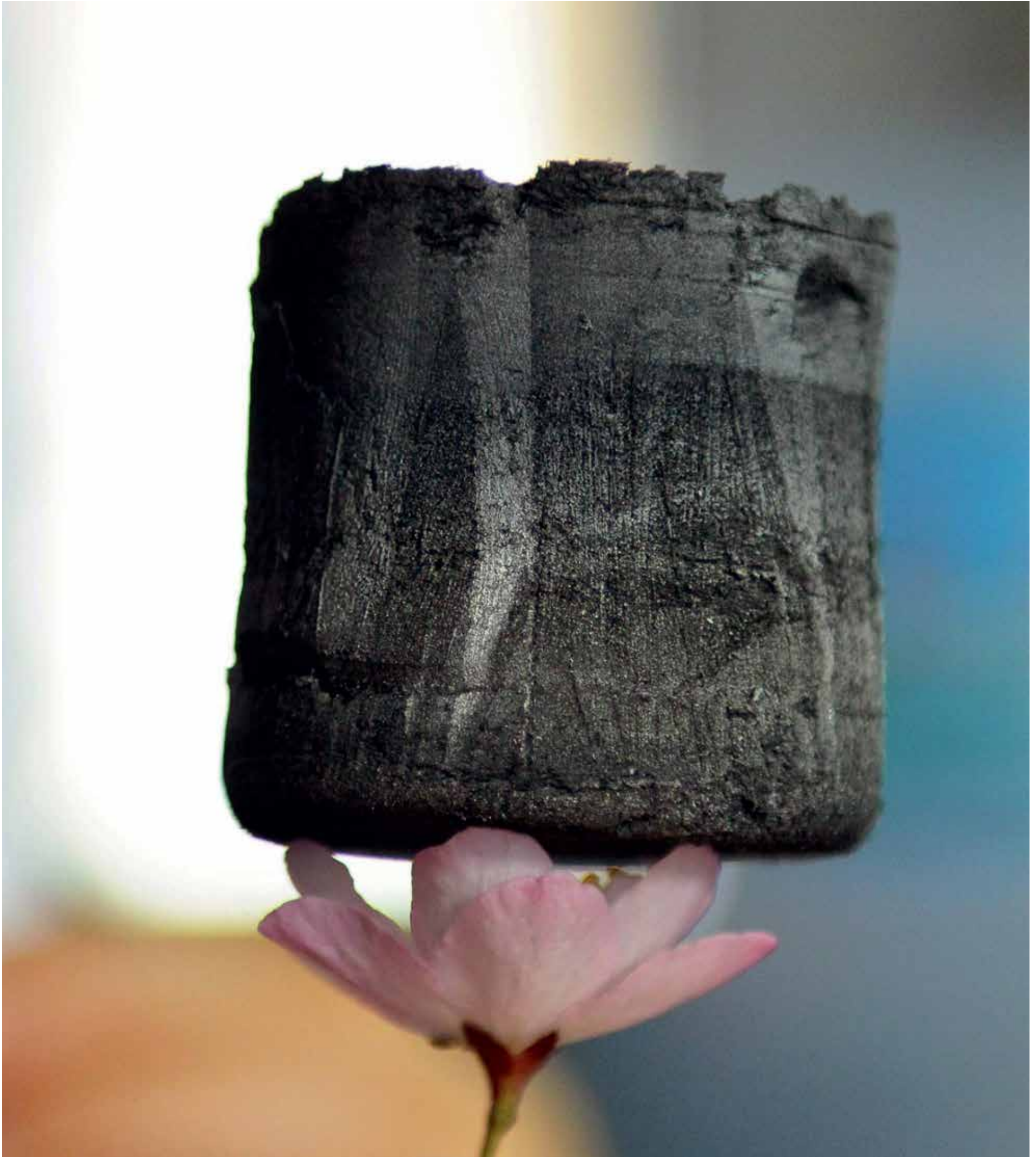


Прекоцентра́тор — прибор сбора исследуемого вещества, увеличения его концентрации выше порога чувствительности аналитической аппаратуры.

возможности для селективных каталитических процессов разложения вредных газов на безопасные производные. В этом оксиды графена на порядки превосходят активный уголь, так хорошо себя зарекомендовавший во время двух мировых войн в индивидуальных противогазах и фильтрах убежищ.

В экологическом аспекте оксиды графена в ближайшей перспективе актуальны как прекоцентра́нты трасовых количеств (preconcentration of trace amounts) вредных веществ — в целях мониторинга всех компонентов окружающей среды. Благо больших количеств сорбента и не потребуются, поскольку в последнее время хорошее развитие получил метод так называемой дисперсивной микроэкстракции твердой фазой — dispersive micro-solid phase extraction (DMSPE). Этот метод позволит надежно определять ионы тяжелых металлов в концентрации порядка 1 нанограмма / миллилитр.

В частности, в России и США ведутся разработки способов контроля воды на полях добычи нефти и газа в условиях высокой степени обводненности, в том числе при добыче углеводородов технологиями гидроразрыва пласта (так называемые сланцевая нефть и газ). Предотвращение попадания этих вредных веществ в системы гражданского водоснабжения — важная гуманитарная задача.



05

литературоведение

Перевод «Слова о полку Игореве», сделанный Николаем Заболоцким, более вольный, чем перевод Василия Жуковского, но лучше сохраняет синтаксические особенности оригинального текста. — Н. Патронева, «Вопросы языкознания», № 1, 2015 г.

антропология

Трансформацию языка и мифологических представлений пережили папуасы после отъезда Николая Миклухо-Маклая с Новой Гвинеи: закрепились русские заимствования, а сам исследователь ходил в культурных героях. — А. Титорский, А. Винецкая. «Исторический журнал: научные исследования», №4, 2014 г.



археология



Мультидисциплинарное изучение технологий выполнения трех прижизненных трепанаций на черепах кочевников Горного Алтая скифского времени (IV–III вв. до н.э.) показало, что все трепанации выполнены методом выскабливания инструментами из оловянистой бронзы. — «Археология, антропология и этнография Евразии», №60, 2015 г.

сексология

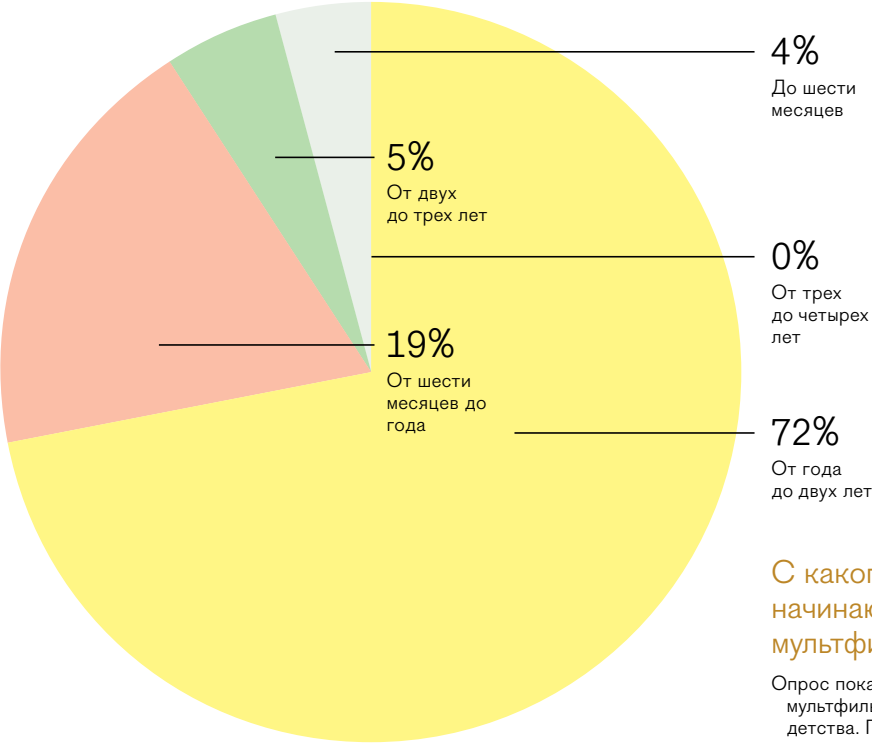
Спортсменки, занимающиеся условно мужскими видами спорта, испытывают трудности в становлении гендерной идентичности. Они верят в существование идеальной спортсменки, успешной в спорте и женственной в жизни, но почти никто не видит такой способности в себе. — А. Усольцева, «Вестник спортивной науки», №1, 2015 г.

социология

Научные, в том числе высокоабстрактные теоретические высказывания следует рассматривать как обычный запрос на контакт, то есть как обычную коммуникацию обычных людей. — А. Антоновский, «Вопросы философии», №2, 2015 г.

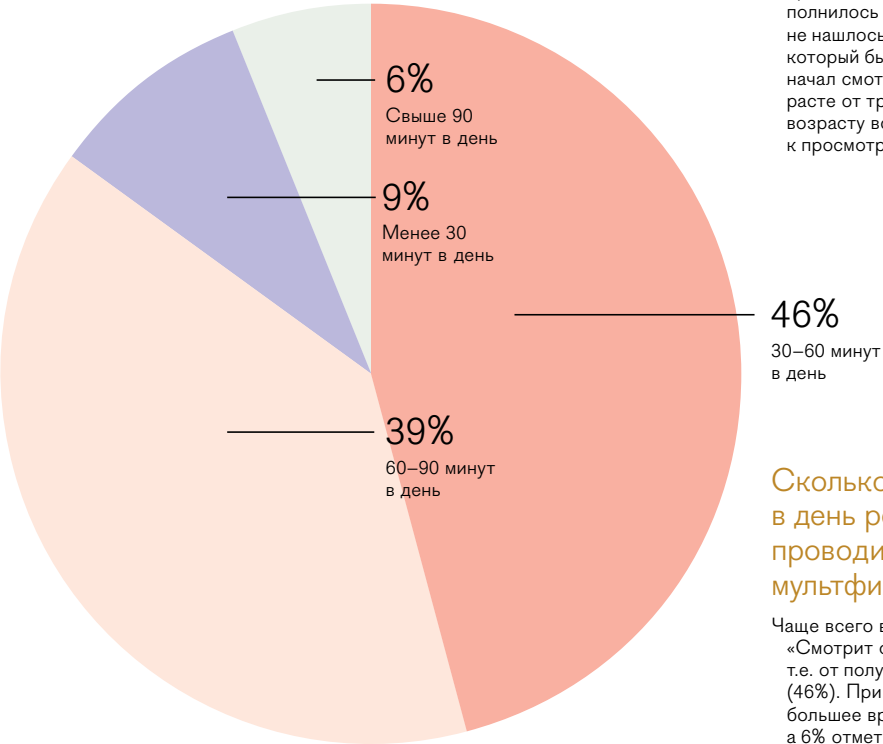
Мультфильм как явление играет важную роль в процессе социализации детей

текст	Александр Шариков
	кандидат педагогических наук,
	профессор НИУ «Высшая школа экономики»
	Юлия Айгистова



С какого возраста дети начинают смотреть мультфильмы?

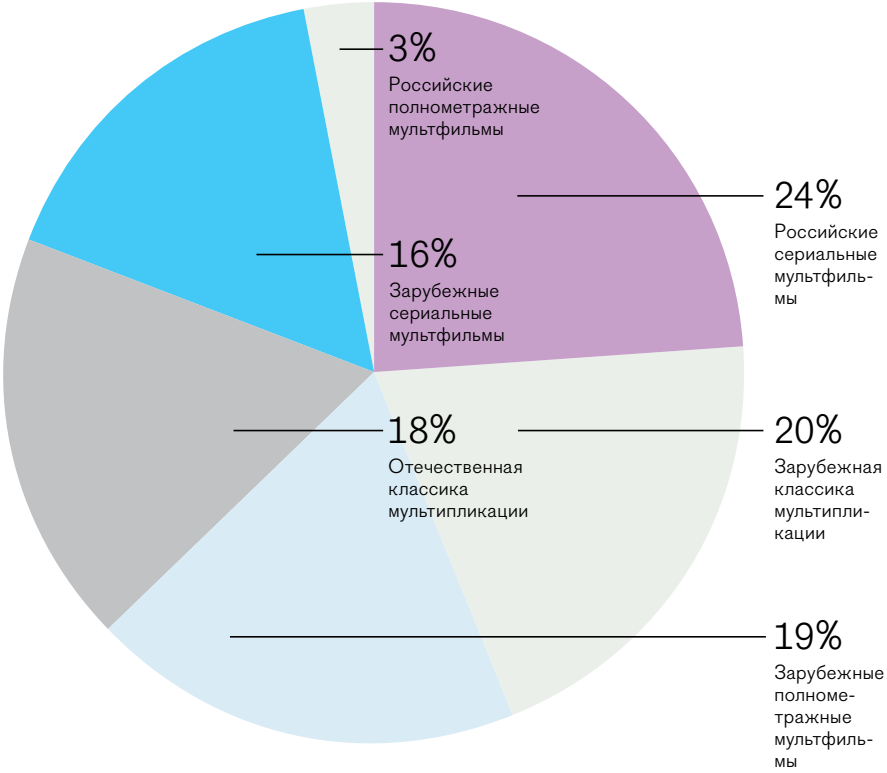
Опрос показал, что дети смотрят мультфильмы с самого раннего детства. Подавляющее большинство респондентов (95%) ответили, что их дети начинают смотреть мультфильмы в возрасте до двух лет. 19% матерей отметили, что дети уже активно смотрят мультфильмы в возрасте от шести месяцев до года. 4% опрошенных ответили, что начало просмотра мультфильмов у их детей произошло до того, как ребенку исполнилось шесть месяцев. При этом не нашлось ни одного респондента, который бы ответил, что их ребенок начал смотреть мультфильмы в возрасте от трех лет и старше — к этому возрасту все дети уже приобщены к просмотрам мультфильмов.



Сколько времени в день ребенок проводит за просмотром мультфильмов?

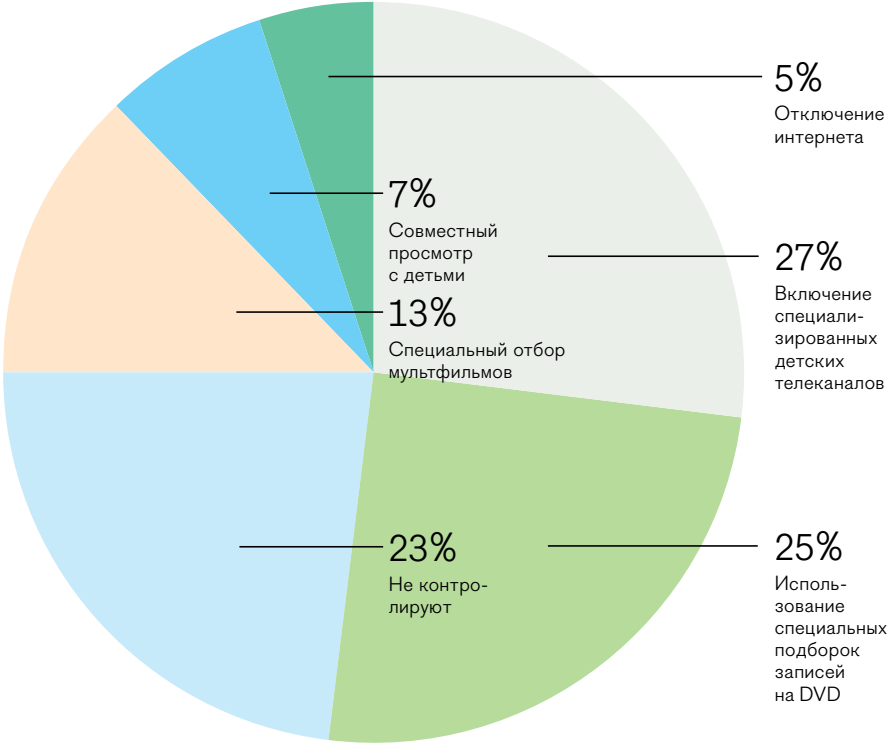
Чаще всего встречается ответ: «Смотрит от 30 до 60 минут в день», т.е. от получаса до одного часа (46%). При этом 39% отметили даже большее время — от 60 до 90 минут, а 6% отметили, что их дети смотрят мультфильмы более 90 минут в день. Среднее время просмотра по всей выборке составило 52 минуты в день.

гуманитарии



Какие мультфильмы смотрят младшие дошкольники?

Для анализа использовалась типология, базирующаяся на трех признаках: «отечественная / зарубежная» продукция, «современные мультфильмы / классика мультипликации», «сериальная / полнометражная» мультипликационная продукция. По каждому из признаков матерям надо было выбрать один, самый типичный ответ.



Как родители контролируют содержание того, что смотрят младшие дошкольники?

Чаще всего родители отвечали, что включают специализированные детские телеканалы (27%) и создают подборку записей на DVD (25%). При этом почти четверть опрошенных (23%) ответили, что вообще никак не контролируют просмотры своих детей. И лишь 7% респондентов выбрали ответ, который считается наиболее подходящим с точки зрения традиций отечественной психологии, — совместный просмотр родителей с детьми.

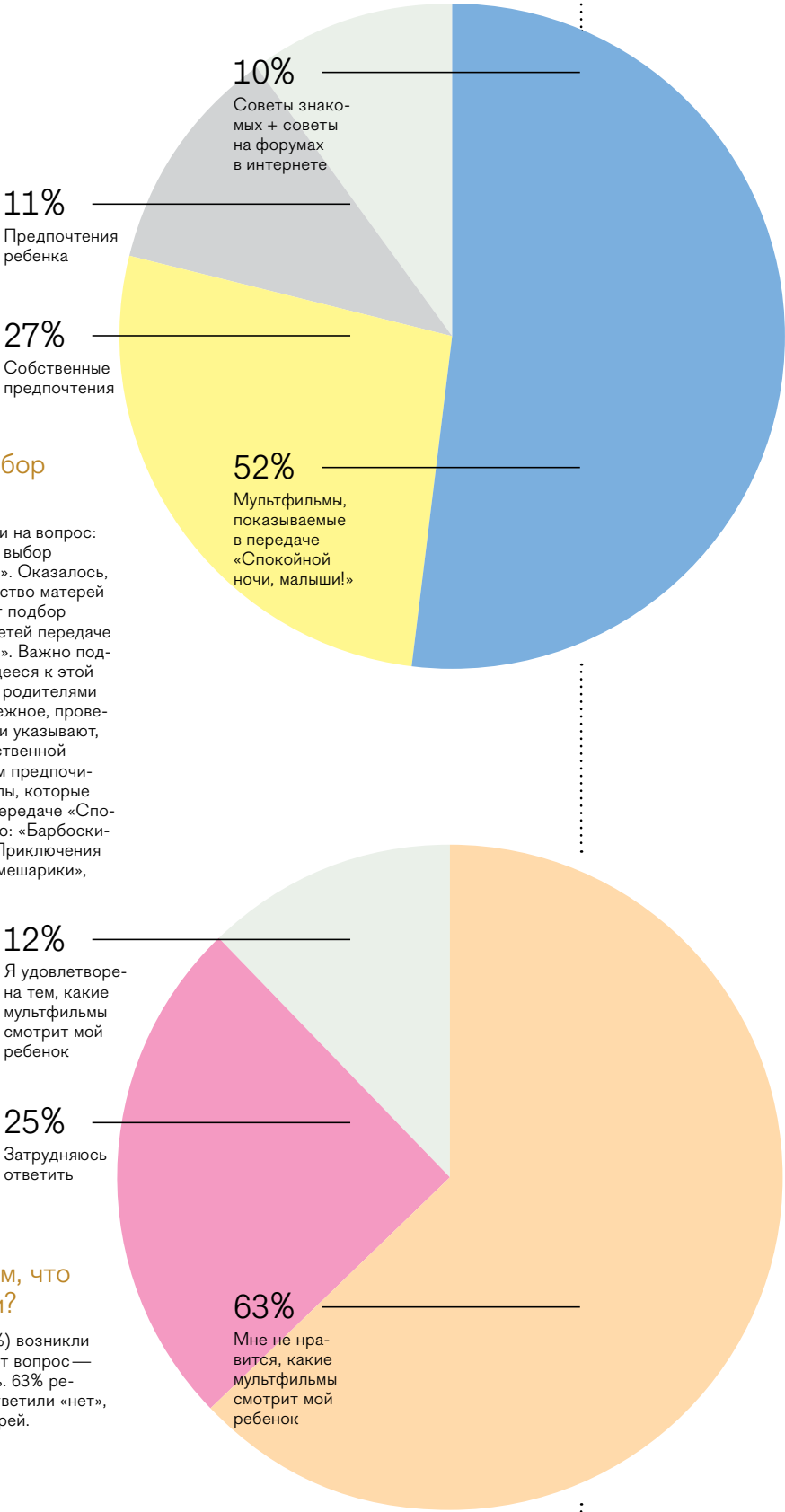
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» организовал общероссийский опрос (1500 матерей, имеющих детей в возрасте до трех лет включительно). По итогам опроса были сделаны выводы, что в современной России мультфильм занимает заметное место в жизни младших дошкольников и как фактор социализации играет важную роль с самого раннего детства. К трем годам уже все дети приобщены к просмотрам мультфильмов и смотрят их в среднем около часа в день. Представляется необходимым исследовать влияние мультфильмов на развитие детей в младшем дошкольном возрасте.

На чем основан выбор мультфильмов?

Респонденты также отвечали на вопрос: «На чем основывается ваш выбор мультфильма для ребенка?». Оказалось, что подавляющее большинство матерей (52%) полностью доверяют подбор мультфильмов для своих детей передаче «Спокойной ночи, малыши!». Важно подчеркнуть, что все, относящееся к этой передаче, воспринимается родителями как априори хорошее, надежное, проверенное временем. Родители указывают, что из современной отечественной продукции дети в основном предпочитают смотреть мультсериалы, которые когда-либо показывали в передаче «Спокойной ночи, малыши!». Это: «Барбоскины», «Маша и Медведь», «Приключения Лунтика и его друзей», «Смешарики», «Фиксики».

Довольны ли вы тем, что смотрят ваши дети?

У четверти опрошенных (25%) возникли проблемы с ответом на этот вопрос — они затруднились ответить. 63% респондентов решительно ответили «нет», а довольны лишь 12% матерей.



лингвистика

гуманитарии

Насущная практическая задача для описания языка — это создание его полного электронного корпуса



Поиск в корпусе

В корпусе становится легко искать слова с нужными исследователю признаками. Такой поиск нельзя осуществить ни с помощью обычного текстового редактора, ни в интернете (где в основном можно искать просто конкретные слова или сочетания слов, нужные обычному пользователю, но не языковые свойства слов, нужные лингвисту). Например, в размеченном корпусе можно найти все формы дательного падежа, прошедшего времени, несовершенного вида, все страдательные причастия — а также формы от определенных слов или классов слов (например, повелительное наклонение от глаголов движения и т.п.). Разумеется, возможен аналогичный поиск и по сочетаниям слов. Все эти запросы могут быть сделаны по всему корпусу или по определенной его части (например, в текстах определенного периода, определенной тематики, принадлежащих определенным авторам и т.п.). В хорошем корпусе любой такой поиск выполняется за доли секунды, даже если он ведется на массиве из сотен миллионов слов.

Люди, не очень внимательно следящие за развитием гуманитарных наук, часто по привычке представляют их себе как сферу чистой «игры ума», далекую от современных технологий и слабо затронутую точными и объективными методами исследований. Между тем, сегодняшнее положение дел в этой области совсем не соответствует подобным стереотипам (хотя надо сказать, что для теоретической лингвистики это вполне закономерный результат длительного развития, история которого насчитывает не менее полувека, а может быть, и больше). Однако обо всей теоретической лингвистике — равно как и о ее длительной истории — мы сейчас говорить не будем. Речь пойдет о современном и многообещающем направлении в развитии компьютерных методов изучения языка, которое принято называть корпусной лингвистикой. Ресурсы, создаваемые в рамках этого направления, — электронные корпуса языков, — доступны каждому человеку, в том числе и неспециалисту. При этом их роль крайне важна и для теоретической лингвистики, т.е. науки, изучающей общие свойства естественных языков, и для лингвистики прикладной, решающей задачи автоматической обработки текстов на естественных языках.

Что же такое корпус языка в современном понимании этого термина? В первом приближении корпус — это собрание текстов на данном языке в электронной форме, специальным образом обработанное. Обработка корпуса (на языке корпусной лингвистики она называется обычно «разметка» или «аннотация») предполагает внесение в корпус большого количества разнообразной информации как о самих текстах (автор, время и место создания, тематика, жанр и т.п.), так и о конструктивных элементах этих текстов (абзацах, предложениях, словах и т.п.). Важнейшим видом разметки является грамматическая разметка, приписывающая каждому слову его грамматическую характеристику («грамматический разбор» слова): род, число и падеж существительным, вид, время, наклонение и залог глаголам (если речь идет о русском языке) и т.п. Разметка осуществляется автоматически (специальными программами) или полуавтоматически, с последующей коррекцией результатов работы программы человеком. «Ручная» разметка более трудоемка и, учитывая огромный

текст	Владимир Плунгян
	член-корреспондент РАН, профессор,
	заместитель директора Института русского языка
	им. В.В. Виноградова РАН

объем современных корпусов, часто в сколько-нибудь значительных масштабах неосуществима; поэтому в современной корпусной лингвистике много внимания уделяется процедурам автоматизации разметки. Качество разметки прямо связано с возможностями поиска в корпусе (а это главное, для чего корпус используется), поэтому чем богаче и разнообразнее разметка, тем ценнее корпус — и тем дальше он отстоит от простой неразмеченной коллекции текстов, или «библиотеки», которых так много на просторах интернета. Это и понятно: «библиотеки» текстов предназначены для читателей — т.е. тех, кому интересно в первую очередь содержание текстов, а корпуса — для исследователей языка, т.е. тех, кому интересны в первую очередь лексические, грамматические и другие признаки слов и текстов.

Современные размеченные электронные корпуса — это очень мощный и гибкий инструмент, который позволяет задавать самые разнообразные вопросы об устройстве языка и мгновенно получать на них ответы в виде многих десятков или даже сотен предложений. По понятным причинам такого инструмента в распоряжении лингвистов раньше никогда не было; появление корпусов можно сравнить с изобретением микроскопа или телескопа в развитии естественных наук на рубеже XVI–XVII вв.

Интересно, однако, что возможности корпусов для исследования в лингвистике были поняты далеко не сразу: первые (сравнительно небольшие) корпуса появились еще в 1960-е годы, но долгое время считались «не интересными» теоретикам. В основном первые корпуса использовались для составления частотных словарей и несложных прикладных статистических исследований (например для подсчета частоты букв в текстах). Причин такой первоначальной недооценки корпусов было несколько: технические сложности обработки текстов в эпоху до возникновения персональных компьютеров и интернета, а также известная консервативность теоретической лингвистики середины XX в., считавшей главным в изучении языка интроспекцию носителя-лингвиста, выносящего суждения по поводу так называемой «грамматической правильности» языковых структур. При таком акценте на языковую интуицию квантитативные методы казались непродуктивными: вместо того чтобы задавать вопрос о том, встречается ли данное выражение в текстах на данном языке (и если да, то как часто), исследователь предпочитал задавать вопрос о том, кажется ли данное выражение приемлемым или «правильным» ему лично или — в крайнем случае — специально отобранной группе носителей языка. Исключения, как правило, делались только для изучения мертвых языков, где поневоле единственный доступный метод был корпусным, но это считалось скорее вынужденным недостатком этой области языкознания, чем ее преимуществом.

Недостатки такого «субъективного» подхода (фактически подменяющего исследование единственной лингвистической реальности — текстов — исследованием представления носителя-лингвиста о том, что лишь в принципе «может быть сказано») не раз критиковались; ориентация на тексты отличала, как правило, «функциональные» и «когнитивные» направления лингвистической теории от «формальных» (связанных с поздним структурализмом и хомскианством). Неудивительно поэтому, что возможности больших электронных корпусов оценили в первую очередь сторон-



Корпуса славянских языков

Самым первым корпусом славянского языка был чешский — один из лучших в мире по многим параметрам. Задача создания чешского корпуса была поддержана правительством страны, был создан специальный Институт чешского корпуса. Маленькая Чехия считала создание корпуса приоритетной государственной задачей — и результаты такого подхода не замедлили сказаться: авторитет чешской школы корпусной лингвистики в мире общепризнан.

Вслед за чешским корпусом были созданы корпуса словенского и хорватского языков. Существенно позже, уже в начале XXI века, появляются корпуса таких языков, как словацкий и польский. История польского корпуса особенно любопытна: его позднее появление объясняется совсем не тем, что в Польше отсутствовали коллективы, занимающиеся корпусной лингвистикой, а скорее тем, что таких коллективов было несколько и они долго не могли договориться об объединении своих работ в общую структуру национального корпуса. Это произошло всего несколько лет назад. Еще позже появляется болгарский корпус. А корпуса таких языков, как македонский, украинский и белорусский, в настоящее время еще не созданы в полном объеме (или функционируют в экспериментальном режиме).

ники функциональной лингвистики, наиболее интенсивное развитие которой как раз пришлось на последнюю четверть XX века; впрочем, в настоящее время использование корпусов становится в целом общепринятой практикой и уже не отражает в явном виде теоретические пристрастия лингвиста.

Таким образом, в силу ряда обстоятельств, возможности корпусных методов изучения языка были осознаны лингвистами не сразу, и процесс этот продолжается до сих пор. Ведь дело не только в том, что с помощью корпуса можно очень быстро найти много примеров на интересующее исследователя явление (и примеры из корпуса в целом надежнее и убедительнее, чем искусственно придуманные лингвистом, пусть даже носителем языка): очень существенный аспект использования корпусов состоит в том, что с их помощью можно ставить и решать такие задачи, которые в докорпусную эпоху представлялись принципиально невыполнимыми. Таких задач имеется довольно много; не углубляясь в специальные детали, отметим один из важнейших их видов — задачи, связанные с исследованиями параметров исторического изменения языка в масштабах сравнительно небольших (по лингвистическим меркам) периодов: не более двух-трех столетий. Историческая лингвистика традиционно занималась так называемыми диахроническими исследованиями, касавшимися масштабных и длительных изменений языка: распада единой языковой общности на группы или семьи «родственных» языков; ее интересовало сравнение языковых состояний, отделенных друг от друга многими столетиями (например, древнерусский язык XI–XIV вв. мог изучаться в сравнении с современным русским языком и т.п.). Это касалось явных, хорошо наблюдаемых изменений языка: утраты и возникновения отдельных слов или грамматических форм, изменений звуковой системы и т.п. Однако язык изменяется непрерывно (фактически при каждой передаче от родителей к детям), и эта «микродиахрония», не менее важная для понимания природы языковых изменений и устройства языка в целом, может быть полноценно описана только с помощью корпуса: никаким другим способом нельзя зафиксировать небольшие, малозаметные, но постоянные изменения в значениях слов и грамматических форм, в частотности одних употреблений по сравнению с другими и т.п. Дело в том, что в докорпусную эпоху для таких наблюдений просто невозможно было вручную собрать материал — настолько трудоемкой оказывалась эта задача. Действительно, построив запрос к современному корпусу русского языка, можно за доли секунды убедиться, например, в том, что из двух синонимичных конструкций — *в сравнении с* и *по сравнению с* — первая возникает раньше второй, надежно фиксируясь приблизительно с середины XVIII в. и лидируя по употребительности весь XIX в.; к началу XX в. их частотность становится примерно одинаковой, а далее начинается стремительный рост употребительности второй конструкции, неуклонно вытесняющей первую. Подобных примеров можно привести очень много: это судьба огромного количества слов, форм, конструкций, грамматических показателей и т.п., которую корпус позволяет наглядно проследить. Нетрудно представить себе колоссальное значение таких данных как для теории языка (мы гораздо лучше будем представлять себе механизмы развития языка во времени, а в конечном счете и устройство языка как системы), так и для решения многих прак-

гуманитарии



Национальный корпус русского языка

В настоящее время национальный корпус русского языка включает более 500 млн слов и содержит тексты XVIII–XXI веков самых разных типов и жанров, в том числе особый подкорпус поэтических текстов (не имеющий аналогов в мире), мультимедийный подкорпус (с видеозаписями текстов), подкорпус русских церковнославянских текстов, исторический подкорпус (с текстами древнерусского и среднерусского периода), а также семейство параллельных корпусов, где представлены специальным образом обработанные переводы с русского и на русский (в настоящее время в корпусе имеются параллельные модули для 11 языков, в том числе английского, немецкого, французского, итальянского, латышского, польского, украинского и белорусского). Следует отметить, что роль параллельных корпусов в контрастивных исследованиях языков очень велика и интерес к ним во всем мире постоянно растет; разработчики национального корпуса русского языка это учитывают.

тических задач — начиная от более точного определения времени создания документа и заканчивая, например, выработкой оптимальных рекомендаций, касающихся правил практической орфографии (уже сейчас сотрудники орфографической комиссии РАН активно пользуются данными корпусов русского языка).

«Корпусная эпоха» в развитии лингвистики только начинается — но, наверное, не будет преувеличением сказать, что это действительно новая эпоха. Корпус станет таким же необходимым элементом описания языка, как словарь и грамматика; более того, словарь, грамматика и корпус будут составлять единую систему, реализуя тот наиболее полный и строгий тип научного описания языка, который академик Ю.Д. Апресян в свое время назвал «интегральным».

Таким образом, насущная практическая задача для описания любого языка — это создание полного электронного корпуса такого языка, который включал бы максимально большое число максимально разнообразных текстов на данном языке (прозаических и поэтических, художественных и нехудожественных, письменных и устных и т.п.). Такой полный и представительный корпус обычно называют национальным корпусом языка (по образцу первого подобного корпуса — созданного в 1990-х годах Британского национального корпуса, названного так потому, что он был призван представлять британский национальный вариант английского языка); в дальнейшем корпуса фактически стало терминологическим эквивалентом для слов «полный и представительный».

В настоящее время национальные корпуса существуют для большинства крупных языков Европы и Азии и для многих других менее значительных по статусу и количеству говорящих языков, хотя развитие в этой области идет не всегда равномерно. Наличие национального корпуса — признак известной технической и экономической «зрелости» государства, его способности решать достаточно сложные научно-организационные и технические задачи. Как уже было сказано, первые небольшие корпуса появились в США в 1960-х гг.; бум же создания национальных корпусов пришелся на 1990-е гг., когда появились такие корпуса, как британский, чешский, финский, японский и ряд других.

Отдельного рассказа заслуживает история создания национального корпуса русского языка, во многих отношениях драматичная и поучительная. Русский относится к крупнейшим мировым языкам, его роль и статус несопоставимы с «малыми» национальными языками. Попытки создания корпусов русского языка относятся уже к 1980-м годам, но все они по разным причинам были вначале не вполне удачными. С одной стороны, созданием электронного корпуса русского языка активно занимались европейские слависты (рано оценившие пользу корпусных технологий для исследования такого сложного языка, как русский), но их организационных и финансовых возможностей в то время оказалось недостаточно в связи с общим спадом интереса к славистике в Европе с середины 1990-х гг. Тем не менее созданный первоначально в Швеции, а затем перемещенный в Германию Упсальский (впоследствии Тюбингенский) корпус долгое время оставался единственным доступным русским корпусом, несмотря на его малый объем и ограниченные возмож-



Создание корпусов на базе русского

В процессе создания корпуса русского языка было выработано множество технических и теоретических решений, позволяющих за сравнительно короткое время создать корпус произвольного языка. Одним из первых шагов в реализации этой задачи стал национальный корпус армянского языка (www.eanc.net), созданный в 2007 г. в Москве; корпус был высоко оценен специалистами во всем мире. Дальнейшие работы по созданию разнообразных корпусов стали возможны в рамках программы Президиума РАН «Корпусная лингвистика» (2011–2014 гг.), реализация которой позволила использовать богатый научно-организационный потенциал, накопленный в процессе создания национального корпуса русского языка. В ходе работ по этой программе уже были созданы корпуса таких языков, как осетинский, лезгинский, калмыцкий; базы данных по целому ряду малых и исчезающих языков России и некоторые другие ресурсы.

ности поиска. С другой стороны, аналогом корпуса была масштабная идея Машинного фонда русского языка, выдвинутая академиком А.П. Ершовым еще в начале 1980-х гг. К сожалению, проект Машинного фонда, много обещавший вначале, «захлебнулся» к 1990-м годам, в основном по техническим и организационным причинам (сыграла свою роль и безвременная смерть А.П. Ершова в 1988 г.) — и это как раз в то время, когда в мире стало происходить интенсивное развитие корпусов на основе новейших технологий. Период 1990-х годов для российской корпусной лингвистики оказался по существу потерянным, и возникло опасное отставание от мировых достижений в этой области. Правда, в следующем десятилетии российским лингвистам удалось наверстать упущенное: национальный корпус русского языка (www.ruscorgo.ru), возникший в результате сотрудничества группы российских лингвистов и компании «Яндекс», был открыт для свободного доступа в 2004 г. и получил поддержку Российской академии наук (базовой организацией для развития корпуса является Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН). Создателям корпуса удалось не только учесть мировой опыт (к тому времени уже очень значительный) и избежать многих ошибок и несовершенств, присущих «старым» корпусам, но и предложить во многих отношениях уникальный ресурс: национальный корпус русского языка — один из немногих корпусов, созданный именно лингвистами и для лингвистов; исследования с его помощью может проводить любой, в том числе и технически слабо подготовленный пользователь. В отличие от большинства современных корпусов, создававшихся прежде всего программистами, специалистами по статистике речи, инженерами и т.п., национальный корпус русского языка имеет очень простой и «дружественный» интерфейс и снабжен целым рядом дополнительных возможностей, необходимым исследователям языка самых разных интересов и разной квалификации. Проект национального корпуса русского языка интенсивно развивается, и можно надеяться, что в ближайшие годы он станет еще более мощным и эффективным средством для изучения русского языка во всем его многообразии и богатстве — необходимым каждому специалисту и доступным не только лингвистам, но и преподавателям, учащимся, да и просто всем, интересующимся русским языком в его живом и подлинном виде.

Однако современная российская корпусная лингвистика на нынешнем этапе уже не ограничивается задачей создания только корпуса русского языка. На очереди — создание полноценных современных корпусов для других языков народов России и сопредельных стран. Технологическая база для решения этой задачи теперь уже есть.

Состав и структура национального корпуса русского языка



Основной корпус текстов

Основной корпус — тексты, представляющие русский литературный язык, — можно подразделить на два главных массива, имеющих свои особенности: это современные письменные тексты (середина XX — начало XXI века) и ранние тексты (середина XVIII — середина XX века). По умолчанию поиск по этим массивам ведется одновременно, задать хронологический диапазон (и иные параметры) можно на странице установки пользовательского подкорпуса.



Газетный корпус (корпус современных СМИ)

Газетный корпус (корпус современных СМИ) открыт в 2010 г. и охватывает статьи из средств массовой информации 2000-х годов. Значительные объемы текстов СМИ, доступные в электронном виде и представляющие большой интерес для изучения языковых изменений «в режиме реального времени», не могут быть полностью включены в основной корпус, поскольку нарушили бы его репрезентативность, как тематическую, так и хронологическую. Для отдельного газетного корпуса такого ограничения нет; по объему он сопоставим с основным.



Корпус устной речи

Корпус устной речи (как самостоятельный корпус существует с 2007 г.) включает в себя расшифровки магнитофонных записей публичной и частной устной речи, а также транскрипты кинофильмов. Использована русская стандартная орфография (при этом приводятся наиболее частотные и общепринятые стяженные формы). Возможен лексический, морфологический и семантический поиск, а также формирование пользовательских подкорпусов, в том числе и по социологическим параметрам. Включены тексты самых разных жанров и типов, разного происхождения с точки зрения географии (Москва, Санкт-Петербург, Саратов, Ульяновск, Таганрог, Екатеринбург, Норильск, Воронеж, Новосибирск и мн. др.). Хронологический охват корпуса 1900–2000-е гг.

гуманитарии



Глубоко аннотированный (синтаксический) корпус

Данный фрагмент Национального корпуса русского языка содержит тексты, снабженные морфо-синтаксической разметкой. Это значит, что помимо морфологической информации, приписанной каждому слову текста, для каждого предложения задана его синтаксическая структура.



Корпус диалектных текстов

Корпус диалектных текстов (открылся в 2005 г.) включает записи диалектной речи в орфографии, приближенной к стандартной. Полностью сохранена морфологическая, синтаксическая и лексическая специфика. Имеются специальные пометы для диалектной морфологии (в том числе явлений, отсутствующих в литературном языке), кроме того, толкованиями снабжаются чисто диалектные лексемы.



Корпус поэтических текстов

Корпус поэтических текстов (открылся в 2006 г.) включает стихотворные произведения от XVIII в. до современности. Помимо обычной семантической и морфологической разметки (как в корпусе с неснятой омонимией), предусмотрена специальная стиховедческая. Возможен поиск текстов, написанных амфибрахием, тоническими размерами, пятистишиями, вольной рифмовкой, твердыми формами и т.п.



Обучающий корпус русского языка

Обучающий корпус русского языка (открылся в 2007 г.) — небольшой корпус со снятой омонимией, ориентированный на преподавание русского языка в школе (отобраны произведения из школьной программы изучаемых в школьном курсе функциональных стилей, размечены словоизменяемые типы и другие дополнительные морфологические признаки).



Корпус параллельных текстов

Особым типом корпуса является так называемый параллельный корпус, в котором тексту на русском языке сопоставлен перевод этого текста на другой язык или, наоборот, тексту на иностранном языке сопоставлен его перевод на русский язык. Между единицами оригинального и переводного текста (обычно — между предложениями) с помощью специальной процедуры устанавливается соответствие; эта процедура называется выравниванием, а тексты, соответственно, выравненными.



Акцентологический корпус

Акцентологический корпус (корпус истории русского ударения) (открылся в 2008 г.) включает тексты, несущие информацию об истории русского ударения. Во-первых, это все тексты поэтического корпуса, где в силлабо-тонических, а отчасти и в чисто тонических, текстах содержится информация (требующая дополнительной интерпретации) о месте ударения в слове. Во-вторых, это акцентуированные (в соответствии с реально звучащим ударением) записи устной речи, в том числе кинофильмов. Эти тексты доступны для поиска по месту ударения и просодической структуре слова.



Мультимедийный корпус

Мультимедийный русский корпус (открылся в декабре 2010 г.) включает фрагменты кинофильмов 1930–2000-х годов. Они представлены в виде параллельных видеоряда, аудиоряда и текстовой расшифровки звучащей речи, а также наблюдаемых в кадре жестов. В мультимедийном корпусе возможен поиск не только по произносимому тексту, но и по жестам (кивание головой, похлопывание по плечу и т.п.) и типу речевого действия (согласие, ирония и т.п.). В поисковой выдаче видеофрагменты доступны для просмотра и прослушивания.

Церковнославянский язык меняется под влиянием современности

текст	Александр Кравецкий
	кандидат филологических наук,
	ведущий научный сотрудник Института
	русского языка им. В.В. Виноградова РАН,
	руководитель Научного центра по изучению
	церковнославянского языка ИРЯ РАН

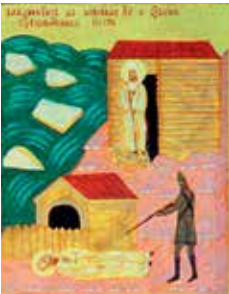
Если древнейший период истории церковнославянского языка активно изучается уже почти два века, то его поздняя версия, на которой сейчас совершается богослужение в ряде славянских православных церквей, оказалась вне сферы интересов филологов. Между тем, на этом языке создаются новые тексты и он продолжает развиваться.

Когда славяне вспомнили про Кирилла и Мефодия

Невозможно себе представить, что существует язык, на котором ежегодно в тысячах экземпляров печатаются десятки книг и миллионы человек слышат тексты, которые в этих книгах напечатаны, но для этого языка не составлены ни современная грамматика, ни словарь. Между тем такой язык существует — это церковнославянский, тот язык, на котором в настоящее время совершается богослужение в русской и некоторых других православных церквях.

Причины этой странной ситуации кроются в истории науки. Толчком к изучению церковнославянского языка в его древнейшем виде послужило возникновение на рубеже XVIII и XIX веков сравнительно-исторического языкознания, которое ставило задачу реконструировать дописменное состояние языков и выявить их родство. Эта задача предполагала изучение наиболее древних текстов, откуда можно извлечь материал для подобных реконструкций. Поэтому и начали активно заниматься старославянскими памятниками, то есть древнейшими церковнославянскими рукописями, которые восходят к переводческой традиции Кирилла и Мефодия. А внешним стимулом развития славяноведения стало славянское национальное движение, приведшее, в конечном счете, к появлению на Балканах самостоятельных славянских государств. Одним из символов этого движения стали Кирилл и Мефодий, что вызвало огромный интерес к их наследию. Но так было далеко не всегда. Сейчас это трудно себе представить, но включение в богослужебные книги служб Кириллу и Мефодию началось лишь в середине XIX века.

Таким образом, на протяжении XIX века сформировался тот круг вопросов, на которые славистика искала ответы. Многие из этих ответов и были получены. Для старославянского языка мы имеем и издания основных источников, и современные грамматики, и словари. А потомок старославянского языка, на котором в начале XXI века совершается богослужение, остается вне сферы интересов филологов.



а

Что такое церковнославянский язык

Созданный в IX веке старославянский язык на протяжении всего Средневековья использовался и в качестве богослужебного, и в качестве литературного. В Новое время он оказал влияние на формирование славянских литературных языков. Современный русский литературный язык начал формироваться на рубеже XVII и XVIII веков, при этом сфера употребления церковнославянского языка стала постепенно сужаться, в результате чего он в конце концов стал исключительно языком православного богослужения. И в этой функции сохранился до нашего времени.

«Иерусалим яко овощное хранилище будет...»

На протяжении всей своей истории церковнославянский язык находился под влиянием тех диалектов, на которых говорили народы, служившие по-церковнославянски. Под влиянием живой речи менялись как церковное произношение, так и орфографические правила. Попытки создавать самостоятельные произведения вели к тому, что в новые тексты попадало большое количество слов, отсутствовавших в древнейших текстах. В древнерусских текстах появляются такие слова, как *колокол*, *лось*, *сулити* ('обещать'), *хвост* и т. д., которые в переводах кирилло-мефодиевской эпохи не использовались. Исследователи средневековых славянских рукописей могут вполне отчетливо выделять в церковнославянских памятниках особенности, появившиеся под влиянием славянских диалектов. Все это хорошо известно. Но куда менее очевидным является то, что такие процессы продолжают и по сей день, что язык богослужебных текстов, которые появились в новое время, тоже меняется. Но влияет на него не диалектная речь (в эпоху радио и телевидения диалектные различия быстро нивелируются), а русский литературный язык. И речь здесь идет не столько о простых заимствованиях, сколько о случаях, когда церковнославянские слова приобретают значения созвучных им русских слов. Дело в том, что многие одинаково звучащие слова и выражения в церковнославянском и русском языках имеют разные значения. Например, выражение *злачное место* по-русски означает 'место, где пьянствуют, предаются разврату', поэтому слова Псалтыри «*На месте злачне, тамо всели мя, на воде покойне воспита мя*» могут вызвать недоумение. Хотя все очень просто: слово *злачный* в церковнославянском языке значит 'цветущий, полный злаков'. Про существование таких «ложных друзей переводчика» известно уже давно, но составители церковных служб никогда не делали попыток обыгрывать такую разность значений. Сейчас же ситуация начала меняться.

В одной из недавно составленных церковных служб при описании разгрома церкви большевиками читаем, что гонители «*святыни церковныя поруганию и огню предаша, обители разориша, храмы яко овощная хранилища содеяша*». Появление здесь *овощного хранилища* кажется инновацией, попыткой включить в церковнославянский текст реалии XX века: превращение церковных помещений в клубы, склады и овощехранилища — характерная и прекрасно



б

Как соотносятся термины «старославянский язык» и «церковнославянский язык»

Терминология — вещь достаточно условная и изменяемая, но обычно эти термины используются вот в каком значении. Старославянским языком называют реконструированный язык кирилло-мефодиевских переводов и язык древнейших из дошедших до нас текстов. А тот вариант литературного и литургического языка, который использовался в различных странах, обычно называют церковнославянским, уточняя место его бытования: церковнославянский язык русского извода, церковнославянский язык сербского извода, болгарского извода и т. д.

узнаваемая черта советского времени. Между тем выражение *овощное хранилище* — это не инновация, а библеизм. Это слово неоднократно встречается в церковнославянском тексте Библии, соответствует греческому *ὄπωροφυλάκιον* и означает 'сторожка, шалаш, в котором живет сторож огорода'. Обычно это слово используется в риторических конструкциях, показывающих, в какое ничтожество может превратиться большой цветущий город, — «*и Иерусалим яко овощное хранилище будет*». Если в Библии это выражение используется для описания катастрофы, крушения цветущего города и превращения прежней роскоши в убогий шалаш на краю виноградника, то у современного читателя *овощное хранилище* ассоциируется с овощехранилищем — складским помещением, предназначенным для хранения овощей. Вне всякого сомнения, авторы этого текста отдавали себе отчет в том, что этот пассаж может быть понят двумя разными способами, и сознательно допустили возможность такой языковой игры.

Большинство новых служб посвящено жертвам преследований советского времени. Сейчас их называют новомучениками, однако изначально это слово имело другое значение. Впервые в богослужебных книгах слово *новомученик* появилось во второй половине XIX века. Так называли греческих святых, погибших от рук турок после падения Византии. По отношению к мученикам III–IV веков они действительно были «новыми».

Когда в 1918 году были составлены первые молитвы, в которых упоминались мученики за веру, убитых большевиками священников называли не *новомучениками*, а *новыми страстотерпцами*. Новомучениками же их стали называть лишь во второй половине XX века русские эмигранты. Именно в эмиграции в 1981 году прошла первая канонизация новомучеников и исповедников российских (в России их канонизация началась в перестроечные времена). Вплоть до конца 1980-х годов в церковных изданиях, выходивших на территории СССР, употребление слова *новомученик* было невозможным по цензурным соображениям. Досталось даже греческим святым XV века, которых, чтобы не дразнить цензоров, перестали называть новомучениками.

Несмыслимый грех или беда?

Составителям новых служб приходится решать совершенно нетривиальную задачу. Дело в том, что среди новоканонизированных святых по понятным причинам

преобладают мученики. А формулы, при помощи которых в церковных песнопениях описывалась жизнь и смерть мучеников, были выработаны в глубокой древности, когда составлялись службы тем святым, которые были убиты во время гонений III–IV веков. Поскольку церковное искусство традиционно, от привычных словесных клише бывает очень трудно отказываться. А приходится! Применять некоторые устойчивые формулы по отношению к событиям XX века совершенно невозможно, поскольку там обнаруживаются, например, дикие звери, которыми мучеников травили на арене цирка. Да и вполне нейтральная формула «от меча убиен» по отношению к эпохе пулеметов и винтовок звучит несколько странно. То, что было актуально во времена гонений императора Диоклетиана, не соотносится с реалиями советской России.

Не имея готовых блоков, из которых можно сконструировать новый текст, и не имея возможности включать в церковнославянские тексты слова вроде *тачанка*, *комиссар* или *следователь*, составителям служб приходится использовать максимально обобщенные формулы, которые в равной степени относятся и к ветхозаветной древности, и к современности. Никто не мешает, например, назвать тачанку *колесницей* (колесницы египетского фараона фигурируют еще в Ветхом Завете), а для комиссаров, следователей и комсомольских вожakov имеются вполне традиционные наименования *безбожные* ('не знающие Бога'), *беззаконные* ('не следующие закону'), *гонители*, *враги*, *мучители*. Значит ли это, что традиционные формулы победили и из архаичных элементов удалось собрать текст про современность?

И да, и нет. Неожиданно оказывается, что вполне традиционные формулы приобрели новые оттенки значений и превратились почти что в собственную противоположность. Например, Гражданская война названа *братоубийством* («Попусти Господь братоубийству и междоусобным бранем в Земли Российской быти»). Вроде бы все привычно и традиционно. Однако, если мы посмотрим, в каких контекстах поздние службы используют слова *братоубийство*, *братоубийца* и т.д., то увидим некоторую разницу. Если в старых богослужебных текстах братоубийство — это несмыаемый грех, соотносимый с грехом Каина, убившего брата Авеля, или с грехом Святополка, убившего своих братьев Бориса и Глеба, то в службах конца XX — начала XXI века иное отношение к братоубийству. Братоубийца — это уже не личная характеристика, а обобщенный образ участника братоубийственной войны. То есть в братоубийстве Гражданской войны авторы церковных служб видят общую беду и не делят ее участников на правых и неправых.

Прецедент такого понимания братоубийственной войны следует искать не в традиции богослужебной поэзии, а в светской литературе о Гражданской войне. Вспомним хотя бы хрестоматийные строки Цветаевой: «Все рядком лежат./ Не развесть межой./ Поглядеть: солдат./ Где свой, где чужой?/ Белый был — красным стал:/ Кровь обагрила./ Красный был — белый стал:/ Смерть побелила». Братоубийство перестает восприниматься как Каинова печать, и за тех, кто убивал соотечественников, стало возможно молиться. В службе, посвященной митрополиту Киевскому Владимиру, убитому большевиками, говорится, что он «о согрешивших братоубийством ходатай быв». Это система ценностей нашего времени. Представить себе древнерусского



01

подвижника, который бы молился о братоубийце Каине совершенно невозможно.

Русь — Россия — и снова Русь

С влиянием светской культуры связаны и особенности употребления в богослужебных текстах двух вариантов названия страны: *Россия* и *Русь*. В древнейших службах русским святым встречается только слово *Русь*. Этот вариант мы обнаруживаем и в службе самым первым русским святым Борису и Глебу («днесь земля Русская вами светится»), и в службе Алексию Московскому («Церкви Русския первопрестольный иерарше»), и в других текстах. Но после того как слово *Россия* стало официальным названием государства, слово *Русь* довольно быстро исчезло и из богослужебных текстов. Наименование *Россия* сохраняло абсолютное господство вплоть до начала XX века и начало сдавать позиции не под влиянием политических изменений, а в результате процессов, которые на протяжении XIX века происходили в русском языке. В начале XIX века под влиянием фольклора в литературу приходит выражение *Святая Русь*. С легкой руки В.А. Жуковского начинается противопоставление, с одной стороны, *Святой Руси* — явления если не мистического, то духовного плана, а с другой, — государственного образования *Российская империя*. В начале XX века выражение *Святая Русь* начинает широко использоваться в церковной проповеди. А уже перед революцией выражение «да не погибнет Русь Святая» было использовано в службе Гермогену Московскому.

А затем наступила пауза. Революция, гонения на церковь на четверть века прервали издание богослужебных книг. При этом новые тексты продолжали создаваться, но распространялись они в рукописных и машинописных копиях. Легализация этого богослужебного самиздата и включение его в богослужебные книги сделались возможными лишь с конца 1970-х годов прошлого века. Среди этих текстов была и известная стихира «Русь Святая, храни веру православную, в ней же тебе спасение». Сегодня эти слова можно прочитать на сумках, авто-



в

Словаря пока нет, но будет

Для того варианта церковнославянского языка, который сформировался после никоновской sprawy второй половины XVII века и на котором в настоящее время совершается богослужение, пока нет ни научной грамматики, ни словаря. Все, что мы имеем сегодня, — это популярная литература, учебники и брошюры, объясняющие отличия церковнославянского языка от русского. Словарь сейчас делается в Институте русского языка РАН. Составление такого словаря — это квалифицированная и очень трудоемкая работа. Так что закончен он будет лет через десять, да и то, если очень сильно повезет.

гуманитарии

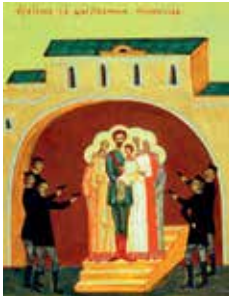
Из предисловия Н.И. Толстого к учебнику А.Кравецкого и А.Плетневой «Церковнославянский язык»

«Церковнославянский язык всегда был источником обогащения русского нормированного языка. Употребляя поговорку «Устами младенца глаголет истина», мы не задумываемся над тем, что «чисто» по-русски следовало бы сказать «Ртом ребенка говорит правда», а ощущаем лишь некоторый архаизм, книжность этого речения. Наши предки в XVIII в. или в начале XIX в., используя французскую идиому *trainer une miserable existence*, не стали говорить «тащить убогую житуху», как следовало бы ожидать, а обратились к церковнославянской традиции — и стали в некоторых случаях влачить жалкое существование.»

мобильных тентах и плакатах, поэтому трудно себе представить, как они воспринимались в 1960–1980-е годы, когда положение церкви в СССР было совсем иным.

Этот текст оказался прецедентом, на который ориентировались последующие авторы богослужебных текстов. Выражения *Русь Святая* и *Русь* начинают использоваться все чаще и чаще. Расширению сферы использования слова *Русь* вместо *Россия* способствовало не только то значение, которое в культуре приобрел концепт *Святая Русь*, но и изменение официального названия церковной организации. Если до революции она называлась «Православная российская церковь», то с середины 1920-х годов она приобретает название «Русская православная церковь». Если раньше слова *Россия* / *российский* почти вытеснили слова *Русь* / *русский*, то теперь побежденные начали постепенно отвоевывать пространство. В том комплекте книг, которые используются в современном богослужении (это порядка 30 объемных томов), имеется 1248 вхождений слов с корнем *росс-* и 176 с корнем *рус-*, причем большая часть примеров с *рус-* встречается в текстах, появившихся совсем недавно. И этот процесс не только продолжается, но и активизируется. Весной 2013 года Синод утвердил решение о последовательной замене в ряде текстов слова *российский* на *русский*. Стихийный процесс стал вполне целенаправленным.

Таким образом, современность входит в церковную словесность и под влиянием литературы нового времени язык и поэтика богослужебных текстов постоянно изменяются. Это относится и к другим областям церковного искусства. После канонизации новомучеников на иконах появились красноармейские пилотки, четырехгранные штыки и даже очки.



г

Канонизация в 2000 году 1154 мучеников и исповедников XX века заставила искать новые формы не только авторов церковных служб, но и иконописцев. На иконных изображениях появились буденовки, красноармейская форма, винтовки, пистолеты. В клеймах иконы «Собор новых мучеников и исповедников Российских» 01 появились сцены, воспроизводящие реальные фотографии, например, одно из клейм воспроизводит известную фотографию митрополита Петра (Полянского) около избушки в зимовье Хэ на берегу Северного Ледовитого океана а, где он находился в ссылке и был убит. Другое клеймо изображает убийство в Алапаевске великой княгини Елизаветы Федоровны и ее келейницы б, причем традиционные «иконные горки» сочетаются с красноармейской формой и прикладами винтовок, которыми женщин stalkивают в шахту. В клейме, изображающем безымянную мученицу с детьми в, мы видим людей в красноармейской форме, которые, не снимая буденовок, хозяйничают в алтаре. В сцене расстрела царской семьи г в руках красноармейцев мы видим пистолеты, что соответствует реальным обстоятельствам убийства. Таким образом, постепенно формируется иконографическая традиция изображения событий XX века.

Вода льется — и мелет, толчет, пилит, кует и откачивает воду

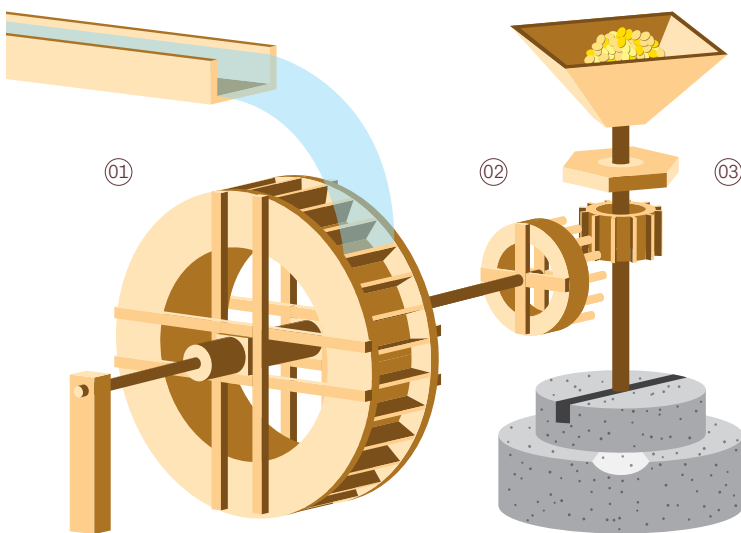
текст	Владимир Алтунин
	кандидат технических наук, доцент МАДИ-ГТУ
	Валерий Волшаник
	доктор технических наук, профессор,
	Московский государственный университет
	природообустройства
	Сергей Пьявкин
	руководитель сектора проектирования НКС «Волга»
	Ольга Черных
	кандидат технических наук, профессор,
	РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Использование энергии речных потоков началось в России еще в глубокой древности. В весьма ранних памятниках русской письменности встречаются такие термины, как «мельник», «мельница». Водяные мельницы в России строили сначала для переработки продуктов сельского хозяйства, прежде всего для привода мукомольных поставов, а затем крупорушек и сукновален. В не столь давние времена практически весь урожай зерновых в России перерабатывался в муку исключительно на водяных и ветряных мельницах; одна мельница строилась на 15–20 сельских домов, а то и чаще.

Но уже в XVI в. водяной двигатель в России используется не только для переработки сельскохозяйственной продукции, но и в металлургии, добыче полезных ископаемых, обработке камня. Примерный перечень технологических операций, выполнявшихся в России в XVIII веке с помощью водяных двигателей, приведен в таблице 01.

Наибольшее распространение получили именно мельницы. Внешний вид здания мельницы существенно зависел от места ее постройки и от компоновки основного оборудования и назначения мельницы, а также от строительных конструкций сооружения. Так, для северных земель, Карелии характерна простая деревянная конструкция, без каких-либо архитектурных

рис. 01 — Принципиальная схема работы водяной мельницы с верхней подачей воды



01	Большое водяное колесо
02	Малое зубчатое колесо
03	Шестерня на вертикальном валу
04	Механизм преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное
05	Механическая пила



рис. 02 — Схема пилорамы на водяном приводе

жернов (бегун), в то время как нижний (лежняк) оставался неподвижным. Зерно, попадая между камнями, перемалывалось в муку, а тонкость помола определялась зазором между камнями. Жерновые камни изготавливались из особых пород мелкозернистого кварцевого камня или песчаника или же из искусственной смеси.

На соприкасающихся поверхностях бегуна и лежняка создавались достаточно сложные по конфигурации системы бороздок, обеспечивавших перемещение зерна и муки от центра жернова к его периферии, а также вентиляцию и охлаждение жернова. Расстояние между камнями регулировалось специальным механизмом. Размеры камней и частота вращения бегуна выбирались в зависимости от требуемой производительности мельницы и вида размалываемого материала.

Работы по толчению органических и минеральных материалов на мельницах выполняются с помощью толчеи — измельчающей или шелушильной машины ударного действия. Рабочий орган толчеи — пест, совершающий прямолинейное возвратно-поступательное движение в ступе или, чаще на мельницах, системе ступ (как правило, бревен), линейно укрепленных на горизонтальном поворачивающемся валу и оканчивающихся внизу над деревянным слабо наклоненным лотком.

Устройство песта более жесткого и с большей скоростью удара позволяет создавать механизм для обработки металла ударным воздействием. Конструирование механизмов с формой движения рабочего органа, обеспечиваемой исполнительными органами водяной мельницы, — вращательной или возвратно-поступательной, позволяет обеспечить выполнение разнообразных операций.

На рисунке 02 показана простейшая схема преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. Такое преобразование требовалось, например, в пилорамах.

Общим для перечисленных в таблице 01 операций является наличие только механической энергии, которая и вырабатывается водяными колесами путем использования вечно возобновляющейся экологически чистой энергии водных потоков.

Использование энергии воды для совершения повторяющихся механических операций получило в России новое развитие во время промышленного подъема на Урале в начале XVIII века. Водяные

изысков. Мельницы европейской части России имеют отличия в архитектуре от своих северных аналогов. Здание мельницы, построенное в черте города, могло быть выполнено из кирпича или камня, что свидетельствовало о состоятельности владельца.

Принципиальная схема работы водяной мельницы с верхней подачей воды показана на рисунке 01. Вода, поступающая из лотка, падает на большое колесо [01], состоящее из двух ободов одинакового диаметра, соединенных перегородками «лопатками», образующими ковши. Вода, попавшая в верхний ковш, под действием силы тяжести толкает колесо и выливается по мере движения вниз. Отметим, что верхний способ подачи воды обеспечивает большую мощность на вале колеса, но требует строительства гидротехнических сооружений (плотина, запруда) для накопления и подъема воды на высоту колеса.

Вместе с колесом [01] на горизонтальном валу закреплено зубчатое колесо [02] меньшего диаметра, приводящее в движение шестерню [03] на вертикальном валу. На нижнем конце вертикального вала жестко крепился верхний, подвижный



Большое колесо маленького острова

Самое большое в мире действующее водяное колесо находится на одном из островов Ирландского моря в деревне Лакси. Его диаметр — 22 метра, а высота — 18 метров. Колесо было построено в середине XIX века для откачки грунтовых вод из рудников, где добывали свинец, цинк и другие металлы. К тому времени паровые двигатели уже потеснили водяные, однако на острове не было угля, а его доставка стоила довольно дорого. Необходимую энергию для работы насосов, откачивающих воду, могли дать многочисленные горные речки острова. Идею построить водяной двигатель осуществил местный инженер Роберт Кэйсмент. Большие размеры колеса обусловлены тем, что из шахт требовалось поднимать около тонны воды за минуту с глубины в полтора километра. Мощность, развиваемая колесом, должна была составлять порядка мегаватта, или немногим больше тысячи лошадиных сил.

Сейчас колесо для откачки воды уже не используют, его запускают время от времени только для туристов.

двигатели на металлургических заводах, построенных по указу Петра I общим числом более двухсот, приводили в движение меха, подающие воздух в печь, и молоты. Для достижения требуемой мощности таких двигателей, существенно превосходящей мощность мельничного колеса, возникала необходимость в строительстве гидротехнических сооружений для повышения уровня воды, некоторые из которых — пруды, каналы, тоннели, каменные плотины — сохранились до сих пор и в настоящее время являются памятниками культуры, охраняемыми государством.

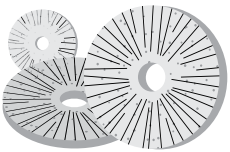
Вторая половина XVII века и XVIII век — золотое время водяных двигателей, в России и в мире. На Сене построили грандиозную установку для питания водой фонтанов Версаля, состоявшую из 14 колес диаметром 12 метров. От колес приводились в действие поршневые насосы, поднимавшие 3000 тонн воды в сутки на высоту около 200 метров. В Шотландии на бумагопрядильной фабрике работало колесо диаметром около 20 метров и шириной 4 метра. В России в конце XVIII века действовало несколько тысяч гидросиловых установок, главным образом на горных заводах. Самая известная из них — машина для откачки воды из шахт, построенная русским механиком Козьмой Фроловым в 1785 г. на Змеиногорском руднике на Алтае.

Поступление воды в шахты было одной из главных проблем, мешающей работе рудокопов. Без использования машин воду приходилось поднимать вручную; этим непрерывно занимались водоносы, передающие друг другу вверх полные ведра, вниз — пустые. Это была тяжелая и опасная работа, не связанная к тому же непосредственно с добычей руды. Кроме того, постоянно поступающая вода ограничивала глубину шахт. Необходимость в машине для откачки воды на Змеиногорском руднике возникла после истощения верхних слоев земли, ранее богатых золотой и серебряной рудой. Рудник был собственностью царской семьи, так что уменьшение притока в казну драгоценных металлов представляло собой государственную проблему.

Гидросиловая установка Фролова — одна из самых больших, когда-либо созданных в мире. Вода откачивалась отсасывающими насосами, каждый из которых мог поднимать воду не более чем на 10 метров — столб воды такой высоты создает давление, равное атмосферному. Соответственно, для откачки со дна шахты требовался целый каскад насосов — нижний насос откачивал воду в большое корыто, из которого верхний поднимал ее в корыто на следующем уровне. Поршни насосов приводились в движение водяными колесами, самое большое из которых достигало в диаметре 15 метров. Чтобы обеспечить необходимую мощность водяного потока для вращения колес, речку Змеевку перегородили плотиной длиной больше 100 метров и высотой около 25 метров. Образовался пруд площадью несколько квадратных километров.

С запуском машины Фролова рудник в Змеиногорске получил вторую жизнь, добыча драгоценных металлов на нем велась еще около ста лет. Энергия падающей воды использовалась не только для осушения шахт, но и для подъема руды на поверхность и ее обогащения: такую машину Фролов построил на Преображенском руднике.

В XIX веке гидросиловые установки постепенно вытесняются паровыми двигателями. Их преимущества — отсутствие привязки к рекам, возможность обе-



Система бороздок на поверхности жерновов обеспечивала перемещение зерна и муки от центра жернова к периферии

спечить высокую скорость на валу двигателя, компактность, мобильность и более высокая мощность при сравнимых массе и размерах — оказались решающими. Однако и в начале XX века энергия воды еще использовалась достаточно широко: анкетная в 1912 г., зарегистрировала 45449 гидросиловых установок общей установленной мощностью 686856 л.с., из них 470962 л.с. вырабатывались водяными колесами.

В конце XIX века водяные двигатели неожиданно получили шанс на возрождение. 30 сентября 1882 г. в США заработала первая в мире гидроэлектростанция. Водяное колесо приводило в движение динамо-машину. Вырабатываемая ею электроэнергия использовалась для освещения жилых домов и производственных помещений на местной фабрике. Со временем водяные колеса заменили турбинами, обладающими более высоким коэффициентом полезного действия и позволяющими использовать не только потенциальную энергию воды, падающей с некоторой высоты, но и кине-

тическую энергию ее движения. Примечательно, что гидротурбины начали создавать задолго до первых электростанций. В России первые турбины строил в 30–40-х годах XIX века уральский крепостной мастер Игнатий Сафонов, их использовали на заводах. В настоящее время гидротурбины, имеющие размер, сравнимый с размером водяных колес, превосходят их по мощности в сотни раз.

Сегодня новую жизнь гидросиловым установкам дает малая гидроэнергетика. Микро- и мини-ГЭС постепенно получают распространение, особенно в труднодоступных районах, где затруднено централизованное электроснабжение. Конечно, энергию падающей воды используют уже не для помола зерна, а для выработки электричества. На смену деревянным водяным колесам пришли металлические турбины, гидросиловые установки стали более компактными, надежными и менее шумными. С учетом того, что альтернативная энергетика во многих странах поддерживается на государственном уровне, малая гидроэнергетика имеет неплохие перспективы.

традиции

таб. ^[01] → Примерный перечень типов технологических операций, выполнявшихся в XVIII веке в России механическими агрегатами за счет действия водяных двигателей

Технологическая операция	Механический агрегат
Размол	● Мельничный постав (мука, солод) ● Пороховая мельница ● Размолотка материалов для стекольного производства
Толчение	● Крупноподерка ● Маслобойня ● Сукновальня ● Толчая для пеньки ● Толчая для тряпок и бумажный рол ● Мусерная толчая в металлургии ● Толчая для руды на похверках ● Толчейный постав для стекольного производства
Первичная обработка металла	● Молот
Обработка металла для получения готовой продукции	● Плющильный стан ● Железорезный стан ● Проволочно-волочильный стан ● Проволочно-мотальный стан ● Сверлильный или расточный стан ● Токарный станок для обточки валов плющильных и режущих дисков железорезных станов ● Станки для производства монет
Первичная обработка дерева резанием	● Пильная мельница
Подача дутья для металлургических печей	● Воздуховный мех
Подъемно-транспортные операции	● Рудоподъемник ● Водоподъемник на рудниках ● Водяной насос для водоснабжения
Операции в текстильном производстве	● Крутильно-мотальные станы в шелковом производстве ● Агрегаты ситценабивного производства ● Прядильная машина ● Мотальня
Шлифовально-точильные операции	● Точильные круги для обработки металла ● Гранильные станки ● Шлифовальный стан

После даты необратимости
ничто не остановит глобальное
потепление

Почему Институт биофизики вдруг занялся проблемой глобального потепления?

Имея тридцатилетний опыт создания замкнутой системы жизнеобеспечения для лунного модуля, ученые этого института отлично представляли себе, как она работает. И хотя система на Земле устроена гораздо сложнее, чем в герметичном космическом модуле, основные принципы круговорота веществ никто не отменял. Так российские биофизики взялись за изучение глобальной международной проблемы. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC) за десятилетия своей работы создала подробнейшую модельную карту климата на Земле, включая чуть не каждый квадратный километр площади планеты. Эти гигантские модели рассчитываются на суперкомпьютерах и учитывают все процессы на описываемых ими территориях и все факторы, влияющие на выделение и поглощение парниковых газов. На основании этой модельной карты уже многие годы строятся прогнозы, которые уверенно говорят о стремительном потеплении климата нашей планеты — примерно на 1–2 градуса за 100 лет. Причем немаловажную роль в этих исследованиях отводят сжиганию углеводородного топлива, усиливающего парниковый эффект. И хотя доля человеческой деятельности в общем количестве выделяемого в атмосферу углекислого газа крайне невелика, мировым сообществом утверждается, что она-то и нарушает природный баланс. Именно с ней наша планета и не может справиться, когда происходит поглощение углекислого газа лесами, океаническими системами и некоторыми другими естественными способами. Но если многие годы Земля стабильно нагревалась на 0,1 градуса в десятилетие, то за последние 10–13 лет средняя температура нашей планеты не изменилась, хотя углеводородов сжигают не меньше, и количество углекислого газа в атмосфере продолжает неуклонно расти — ежегодно в атмосферу выбрасывается порядка 8–6 гигатонн углерода в виде CO₂. Значит, модели IPCC что-то не учитывают. В международном сообществе принято называть эту остановку климатической паузой. Имеется в виду, что данное явление носит временный характер и связано с неучтенными в глобальных имитационных моделях затратами тепла, например, на таяние вечной мерзлоты. Но расчетов этих версий никто не производил. Эта затянувшаяся пауза так заинтересовала сотрудников Института биофизики СО РАН, что они отважились предложить более эффективный метод расчетов, чем официально принятый в мировом сообществе.

Какие решения проблемы парниковых газов вы предлагаете мировому научному сообществу?

Проблема заключается в выяснении основного механизма роста средней температуры на Земле. Об этом в мире спорят уже много лет. Ученые ИБФ СО РАН предложили отойти от кажущихся точными имитационных моделей климата и упростить расчеты, оптимизировав их для ответа на принципиальные вопросы. Если вы едете зимой в автобусе и смотрите на заледеневшее окно, то видите на нем четкую изотерму нулевой температуры, выше которой положительная температура, а ниже отрицательная, то есть все стекло под ней покрыто льдом. Кривая этого ледового контура бывает достаточно изошренная. И если бы мы поставили задачу описать все факторы, влияющие на ее изгибы, то получилось бы очень сложное уравнение. Во-первых, тепло выделяет мотор автобуса, во-вторых, в него заходят люди, которые сначала впускают морозный воздух, а затем выдыхают тепло. Одни из них сидят прямо у окна, другие проходят мимо. Одни едут молча, другие разговаривают, создавая дополнительные колебания воздуха, влаги и ускоряя теплообменные процессы. Даже если женщина в автобусе красит губы, она уже дышит иначе и выделяет другое количество тепла и пара. Если автобус долго едет без остановок, кромка льда опускается все ниже и площадь оттаивания растет. Все многообразные детали этих процессов, конечно, можно попытаться учесть и составить громоздкое уравнение, которое будет рассчитывать специальная программа. Но, как гласит пословица, за деревьями леса не видно. На самом же деле, чтобы вычислить, замерзнет ли окно или пассажирам будет видно, где проезжает автобус, совсем не обязательно рассчитывать все изгибы ледяной кромки. Достаточно понять, от чего зависят крайние положения кромки льда. Это рабочая модель для проверки возможности наихудших сценариев. Замерзнет ли окно целиком? При каких условиях кромка льда поднимется так высоко, что пассажирам ничего не будет видно? В этом и есть суть предлагаемого подхода: рассматривать крайние, маргинальные сценарии («наихудший»), что и представляет главный практический интерес.

После упрощения модели что-то удалось выяснить?

Возвращаясь из автобуса на Землю, при расчетах выделения и поглощения CO₂ мы должны учитывать только те факторы, которые приведут (либо

Исследования замкнутых экосистем

Институт биофизики СО РАН — пионер в исследованиях замкнутых экосистем. Моделируя уникальное свойство биосферы — замкнутость круговорота веществ, такие системы представляют большой фундаментальный интерес для экспериментального изучения законов биосферы. В практическом отношении эти системы позволяют обеспечить высокое качество жизни человека за пределами биосферы в космосе, а также в экстремальных условиях полярных широт, пустынь, высокогорья или под водой. В 1964 году впервые создана замкнутая по газообмену двухзвенная система жизнеобеспечения «человек—хлорелла», в 1965 г. — реализовано замыкание по воде, а в 1968 г. — проведены первые эксперименты в трехзвенной системе «человек — микроводоросли — высшие растения». На основании этих результатов был спроектирован и создан экспериментальный комплекс «БИОС-3» уже с автономным управлением. Эксперименты в «БИОС-3» при участии экипажа из двух-трех человек длились по полгода при полном замыкании системы по газо- и водообмену и при воспроизводстве пищи до 60–80% от потребностей экипажа, а «БИОС-4» достиг замыкания свыше 90%. Замкнутая система жизнеобеспечения «БИОС» стала идеальной площадкой для изучения механизмов функционирования природных экосистем.

ответы	Андрей Дегерменджи
	академик,
	директор Института биофизики СО РАН
вопросы	Мария Роговая
фотографии	Александр Купцов

не приведут) к необратимой точке глобального потепления. То есть к началу цепной реакции, которую будет уже невозможно остановить, даже если все страны мира в одно мгновение прекратят сжигать углеводородное топливо. Разумеется, в этих расчетах учитываются и все основные балансирующие процессы, которые непрерывно происходят на планете.

Обрезав все детали, мы, казалось бы, рискуем потерять точность расчетов. Но практика уже показала, что эта точность эфемерная. Все детали учесть невозможно, зато громоздкие расчеты имитационных моделей не дают четких ответов на волнующие общество вопросы. Именно поэтому нужно использовать расчеты по принципу наихудшего сценария, поочередно включая и выключая из расчетов разные факторы и наблюдая, как их отсутствие или наличие влияет на развитие ситуации. Так, например, мы выяснили, что способность океанического планктона поглощать и накапливать CO₂ явно переоценена. Она полностью компенсируется тем, что при потреблении планктона гетеротрофами (рыбами и другими морскими животными) происходит быстрое обратное возвращение углекислого газа. Иначе говоря, «биологический» океан на ситуацию с CO₂ никак не влияет. А вот северная лесополоса в сезон от весны до осени очень заметно снижает содержание углекислого газа в атмосфере планеты. Но и здесь есть место для споров.



Как нам представляется, оптимальная температура для фотосинтеза +14°C. Это средняя температура на Земле, к которой за многие тысячелетия растительность хорошо адаптировалась. При ее повышении фотосинтез может уменьшиться, зато все органические процессы в почве (перегнивание остатков растений) с выделением углекислого газа усиливаются. Даже если некоторые из них лучше проходили при более низкой температуре, нужно понимать, что микробам намного легче перестроиться (сукцессия, адаптация) на новый температурный режим, чем деревьям. Некоторые ученые уверены, что средний планетарный фотосинтез тоже будет расти при повышении температуры, но на самом деле этот вопрос никто не изучал.

Другими словами, уточнения требуют далеко не все факторы, а лишь принципиальные, которые включены в модели наихудшего сценария. Многие параметры из них можно измерять со спутников. Другие — наземными способами. Сегодня, чтобы уточнить наихудший сценарий, нужно быстрее объединить в единую систему все имеющиеся доступные способы сбора информации. Модели ИБФ впервые показали возможность существования так называемой «даты необратимости», после которой даже полная остановка сжигания топлив не прекратит глобального потепления.

А какой из оставшихся параметров можно считать самым важным?

Самый главный параметр всех моделей — это чувствительность атмосферы. На сколько градусов повышается средняя температура на Земле при увеличении (удвоении) углекислого газа в атмосфере? Но именно этот параметр рассчитать сложнее всего. Ведь точных расчетов невозможно произвести, а парниковый эффект дает не только углекислый газ от сжигаемых топлив, но и природный метан, причем несравнимо больше. Например, запасы метана в арктических землях составляют тысячи гигатонн (Гт). Если данные территории начнут оттаивать, точка необратимости будет достигнута очень быстро. На эти исследования совместно с Институтом биологических проблем криолитозоны СО РАН в Якутске в прошлом году был выделен грант Президиума РАН. Полутораметровые колонки мерзлой тундровой земли (части экосистем) привезли в холодильниках для исследований в Красноярск. Сейчас их изучают в специальных, сконструированных нами лабораторных замкнутых мини-экосистемах, изменяя условия: температурный режим, давление, влажность и фиксируя органические процессы с поглощением и выделением парниковых газов.

Есть и другие теоретические находки. Если вычесть из сложной температурной кривой за последние сто лет вулканическую деятельность, Эль-Ниньо (колебания температуры поверхности океана) и другие известные факторы, то окажется, что она росла вовсе не постепенно по мере увеличения в атмосфере парниковых газов, а резкими скачками — двумя ступеньками высотой в градус. Откуда взялись такие скачки, непонятно. А это значит, что во всех существующих моделях опять что-то не учтено.

Используя свои модели, биофизики попытались засадить виртуальным лесом практически всю планету и выяснили, что даже это не спасет от глобального потепления. Возможности биосферы Земли оказались практически исчерпаны. И хотя геологи, мыслящие в масштабах тысяч и миллионов лет, успокаивают, что такие циклы потепления и похолодания происходили на Земле неоднократно, не менее пугающе от этого выглядят прогнозы мощных наводнений и потопов, обещающих смыть с ее лица многие города и страны. Красноярские ученые советуют своим голландским и английским коллегам перебираться в Сибирь, подальше от грядущих катастроф, но жителям тех стран эти шутки не кажутся смешными.

В каком состоянии сегодня известный космический проект «БИОС»?

Замкнутую систему жизнеобеспечения в экстремальных условиях «БИОС-4» для длительного проживания космонавтов на Луне сегодня могут начать использовать для проживания в военных частях в арктических регионах и в небольших поселках на Крайнем Севере. Сегодня все продукты и ресурсы там привозные, но это требует больших финансовых затрат. Кроме того, полная зависимость от привозного обеспечения — это всегда риск для жителей этих территорий. Изменились метеоусловия, начались, допустим, мощные бураны — и доставка продуктов и топлива надолго прекратилась. Кстати, одна из главных проблем энергообеспечения на Крайнем Севере — это невозможность собирать и аккумулировать энергию от ветряных двигателей из-за их неравномерной работы, связанной с порывистым ветром. Поскольку оранжереи должны отапливаться, этот вопрос придется решить в первую очередь. Для этого Институт биофизики СО РАН должен будет сотрудничать с Институтом теплофизики СО РАН, в котором специалисты имеют огромный опыт получения и хранения тепловой энергии. Решение вопроса уже найдено, и сегодня дело за согласием заказчика приступить к экспериментальным работам. Что же касается аналогии арктического модуля с «БИОС», то здесь задача существенно упрощается, поскольку в Арктике не требуется снабжения экипажа кислородом и глубокого замыкания. Соответственно, расходы на организацию такой системы несравнимо ниже. По сути, они сводятся к строительству оранжереи, где не нужно будет поддерживать полный цикл замыкания круговорота веществ.

Герметичный модуль «БИОС» дал большой опыт работы с космическими технологиями. Ваш проект с МКС как-то связан с этим опытом?

Разумеется. Ведь МКС — не площадка для экспериментов, поэтому все работы велись на «БИОС-3». Координация этого проекта была возложена на французский Институт космической физиологии и медицины (MEDES). Поскольку проект был закрытым, я не могу подробно рассказывать о результатах

БИОС

Родоначальниками системы «БИОС» были Сергей Королев и Леонид Киренский — создатель и директор Института физики СО АН СССР. Первая система появилась в 1964 году — герметичный бокс с водорослями, которые производили кислород для дыхания экипажа. В пищу эти водоросли не годились. Спустя 20 лет в оранжерее росли уже высшие растения и овощи. В конце 1980-х годов финансирование проекта «БИОС» практически прекратилось. В 1990-х создан Международный центр замкнутых экологических систем, где уровень замыкания довели до 90%. Некоторое время велись совместные работы с Европейским космическим агентством и научными группами отдельных европейских стран. Но добиться выделения средств на модернизацию экспериментального комплекса так и не удалось.

Сотрудничество красноярского института с китайскими учеными привело к тому, что в Китае сделали практически точную копию замкнутой системы «БИОС-4», в которой, по словам китайских коллег, уровень замыкания также достигает 90%, и назвали ее «Лунный дворец Юэгун-1». Как и в российском прототипе, пищевая цепочка состояла из злаков и более десятка видов овощей. Светодиодное освещение организовано в оптимальном для фотосинтеза спектре, кислород от растений поступает к экипажу.

Российские ученые готовы внедрить свои разработки если не на Луне, то хотя бы в Арктике, сейчас идут переговоры с представителями Минобороны.

appendix

этой работы. Общая суть заключалась в поиске оптимальных условий для исключения размножения патогенных микроорганизмов.

Любая герметичная среда отлично подходит для размножения условно патогенных или токсичных бактерий, которые могут вызывать у людей различные виды аллергических реакций и даже серьезные инфекционные заболевания. Некоторые виды патогенной флоры «поедают» и разъедают даже синтетические материалы, постепенно разрушая предметы мебели и интерьера. Самый банальный пример — плесневый грибок от высокой влажности на герметизированных швах в ванной комнате. Но там все легко убрать и заменить, в отличие от космической станции. За время работы МКС ученые зафиксировали на станции 76 видов микроорганизмов. Среди них оказались условно-патогенные бактерии, грибы и микробы-технофилы, способные вызывать даже биокоррозию металлов. Эта микрофлора легко испортила бы приборные панели и различные полимерные покрытия, например изоляцию проводов, а массовое размножение таких микроорганизмов способно вывести из строя бортовую аппаратуру. Здесь необходима подконтрольная дезинфекция, чтобы прекратить размножение патогенной флоры и не навредить экипажу.

Распределение микроорганизмов внутри «БИОС» моделировали с помощью искусственно созданных частиц микронных размеров. Отсутствие невесомости, где микроорганизмы дольше парят в пространстве и медленнее оседают, компенсировали искусственно созданными воздушными потоками. Этой частью проекта занимались ученые из финского Центра технических исследований, а подачей аэрозоля — специалисты университета Западной Финляндии (UEF) и Центра Кристофа Мерье (Франция). На следующем этапе уже использовались типичные для МКС непатогенные микроорганизмы. Стратегию микробиологического этапа разработал отдел микробиологии бельгийского Центра ядерных исследований (SCK-CEN), а подбором микроорганизмов занимался Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН, который контролировал микрофлору на МКС с самого начала работы станции.

Вы еще планируете, что система «БИОС» появится на Луне?

Освоение Луны как места обитания уже потеряло актуальность. Космические агентства и астрономы ведут активный поиск «запасного аэродрома» — планеты, способной в будущем приютить человечество. Подробное рассмотрение проектов жизни на Луне, Марсе и Венере позволяет сделать вывод о невозможности их быстрой реализации. Не выдерживает критики и «обитаемый остров» — гигантская орбитальная станция с искусственной гравитацией и замкнутой системой жизнеобеспечения, из-за отсутствия собственных полезных ископаемых для промышленного производства.

Построение космических колоний в космосе из конструкционных материалов упирается в проблемы современной космонавтики. Отсутствует надежный способ вывода грузов на орбиту. Нет активной системы защиты людей от радиации, а для пассивной нужно разместить на каждом квадратном метре поверхности жилой зоны более пяти тонн вещества, что соответствует слою толщиной всего 2,5 м. Для сферы диаметром 500 м нужна противорадиационная защита массой 4 млн т.

Все перечисленные проблемы можно снять, если использовать астероиды. Наибольшая досягаемость пилотируемыми космическими кораблями у астероидов с минимальным расстоянием орбиты до Солнца. Их принято называть астероидами, сближающимися с Землей (АСЗ). Для экспедиции ко многим из них нужно небольшое количество топлива и времени, даже по сравнению с полетом на Луну.

Малые тела Солнечной системы содержат богатые месторождения металлов: железо, никель, родий, палладий, полупроводники и расходные вещества, которые можно использовать для двигателей в космосе. Астероиды создают очень небольшие гравитационные эффекты, а по затратам на стыковку сравнимы с орбитальными станциями. Отстреливая шлак из проходческих шахт, можно будет сообщать астероиду угловую скорость, необходимую для создания вращаемой среды обитания, способной моделировать биологически мягкую земную гравитацию.

Первые колонии выгодно создать внутри астероидов, находящихся на орбитах, близких по параметрам к земной. Эти колонии будут доступны космическим кораблям типа «Орион» (США) или ПТК НП (РФ), которые смогут доставлять пассажиров рейсами продолжительностью от нескольких дней до двух-трех месяцев. Непрерывный поток солнечного света (солнечные батареи колоний получают постоянную инсоляцию) обеспечит эффективную энергетику для промышленности колоний. Кстати, большая часть Луны и Марса находится половину времени в темноте, а Марс знаменит своими песчаными бурями, затемняющими свет.

Жизнь в астероиде позволит снять целый комплекс проблем. Во-первых, искусственная гравитация 1 g, в отличие от Луны и Марса, обеспечит нормальные условия для развития костно-мышечного аппарата у детей и естественные условия для выращивания высших растений. Во-вторых, поселенцы, живущие во внутренних полостях астероида, защищены от космической радиации толстым слоем породы. В-третьих, перелет к АСЗ может быть осуществлен при современном уровне развития космической техники. Это позволяет начать освоение астероидов, не дожидаясь развития прорывных космических технологий. Конечно, создание более совершенных космических кораблей не бывает лишним. Но это не является критическим условием начала космической экспансии человека.



Андрей Дегерменджи:

Энергоснабжение поселений на астероидах может обеспечиваться на стадии строительства ядерными источниками электроэнергии, а на стадии штатной эксплуатации — плечеными центробежными бескаркасными солнечными батареями мегаватного класса.

Работы над компактным ядерным источником электроэнергии мегаватного класса успешно ведутся кооперацией предприятий Росатома с 2010 года. В 2015 году планируется создать действующий образец электрогенератора. Проектные параметры перспективной ядерной энергетической установки «Эльбрус-400/200»: тепловая / электрическая мощность в номинальном режиме ~2 МВт/200 кВт (в форсированном режиме ~4 МВт/400 кВт), планируемый ресурс (с двукратным резервированием термоэмиссионной системы) до 20 лет, масса 7 т.

На борту ТГК «Прогресс» уже проведены первые успешные эксперименты с высокоэффективными бескаркасными центробежными солнечными батареями с удельной мощностью до 2,5 кВт/кг. Такие батареи имеют низкую стоимость и массу из-за отсутствия каркаса, высокую плотность укладки и возможность переориентации на гироскопическом принципе без затрат рабочего тела.

Размер астероида, отвечающий техническим требованиям создания на нем приемлемые сроки условий искусственной гравитации, по-видимому, не должен превышать 10 км в диаметре. Это ограничение связано с нелинейной зависимостью момента инерции от радиуса тела вращения. Например, при увеличении радиуса сферического астероида в 2 раза его масса увеличится в 8 раз, а момент инерции — в 32 раза, и для создания одного и того же уровня гравитации с помощью одинаковых ускорителей на большем астероиде потребуется существенное увеличение затрат времени и массы, расходуемой на его раскрутку. В качестве примера как один из перспективных для посещения пилотируемой экспедицией можно выбрать астероид 2001QC34. Он входит в список околоземных астероидов, изучаемых по программе NASA Near-Earth Object Human Space Flight Accessible Targets Study (NHATS).