

научка

2

2015

в России появились свои *динозавры* —→ 16 невероятные безотходные *технологии* позволяют производить термически стабильные легкие сверхпрочные изделия —→ 22 сто лет назад Россия перестала пить —→ 11 рельефный способ сделать *незаметным* боевой летательный аппарат —→ 34 что и где пожевать российским *животным* —→ 15 *ансамбль* — редчайшее для российского города явление —→ 43 сердечные клетки готовы поволноваться и отравиться —→ 06 как российская наука использует *миллиарды* рублей —→ 38



Министерство образования
и науки Российской
Федерации



01



02



03



04

01

Симфонический оркестр «Новая Россия»
под управлением дирижера **Игоря Разумовского**

02

Балетный дивертисмент и Государственный симфонический оркестр «Новая Россия» в музыкальной паузе между награждениями

03

Народный артист России **Александр Филиппенко**

04

Министр образования и науки Российской Федерации **Дмитрий Ливанов** вручает специальную премию «За покровительство науке» основателю фонда «Династия» **Дмитрию Зимину**

Верность науке

В начале февраля в Москве, в Колонном зале Дома Союзов прошла первая церемония вручения премий «За верность науке».

Колонный зал по этому случаю преобразился: исчезли привычные красные кресла и бордовые занавеси на просцениуме — зал стал полностью белым, в конкорданс с его историческими белыми колоннами. Сцена в виде широких белых ступеней, ведущих к огромному белому полотну экрана, на котором проецировались химические структуры и цепочки ДНК; ряды кресел, задрапированные белой тканью; белые платья девушек-хостесс, встречавших ученых мужей и дам в фойе; балерины в воздушных длинных юбках из белой кисеи; и даже сам дирижёр — Игорь Разумовский, руководивший Государственным симфоническим оркестром «Новая Россия», — и тот был в белоснежном костюме.

Церемонию открыл министр образования и науки Российской Федерации Дмитрий Ливанов. После недолгой прелюдии министр объявил о незапланированной номинации — о спецпремии Дмитрию Зимину как основателю фонда поддержки и развития отечественной фундаментальной науки «Ди-настия» и соучредителю премии «Просветитель». Зимин поднялся на сцену, выглядел смущённым и признался, что не ожидал. После пожатия руки министра он попытался вернуться на место в первом ряду, со звездой на подставке и увесистым букетом в руках, но был подхвачен девушками в белых платьях.

— Спасибо, не надо, — сказал Зимин, — я еще могу передвигаться самостоятельно.

И продолжил было движение вниз, к законному месту, но девушки его все-таки не отпустили.

Дальше пошли запланированные премии, коих было шесть, включая антипремию за лженаучную деятельность. В этой номинации представители победителя — телеканала «Рен-ТВ», особо отмеченного за активность в пропаганде оккультизма и прочего, несовместимого с наукой, — никак на призывы получить законную звезду не отреагировали.

Однако отнюдь не все телевизионщики были записаны учеными в разряд лженауки. Напротив, в номинации «Лучшая телевизионная программа о науке» была заслуженно отмечена Academia — телеканал «Культура».

Среди интернет-проектов о науке премии удостоился портал «Постнаука». Как лучшее печатное научное средство массовой информации была отмечена газета «Троицкий вариант — Наука». Ее главный редактор, Борис Штерн, номинированный в том числе как популяризатор года, поднявшись на сцену, горячо поблагодарил коллег за честь и отметил, что в лице министра образования и науки «критикуемый премирует критикующего». За что выразил нижайшее почтение.

Премия за лучший научно-популярный проект года досталась музею занимательных наук «Экспериментаниум». А премию «популяризатор года» получил биолог и палеонтолог Александр Марков (в 2011 году он же был удостоен премии «Просветитель»).

Константин Куцылло

научное фото

04–05	Процессы лавинного типа случаются не только в горах, но и в лесах, и в банках
-------	---

06 события

	кардиология
--	-------------

06–08	Год спокойного сердца
-------	-----------------------

	После инфаркта надо все время напрягаться
--	---

	Дружная колония миокардиоцитов готова отравиться
--	--

	Портреты главных убийц человечества
--	-------------------------------------

	экономика
--	-----------

9–11	Россия стала жертвой экономических законов
------	--

	Сложно бороться с инфляцией, когда работает долларový пылесос
--	---

	Не механизм, а груда разрозненных деталей
--	---

	история
11–12	Статистика пьянства развеивает миф о нищей царской империи

13 живое

	химия
14–15	Лекарства, аккуратно надетые на глаз

	почвоведение
15–16	Где пожевать российскому животному в европейской части

	палеонтология
16–18	Расследована гибель ящеров-попугаев в Кемеровской области

	андрология
18–19	Что на самом деле имеет значение для мужчины

	генетика
20	О будущем ребенке все известно уже на пятой неделе беременности

21 технологии

	материаловедение
22–27	Три измерения аддитивных технологий: композитное, безотходное, своевременное

	электротехника
27–28	Женская безопасность зависит от набора электродов

	минералогия
28–30	Алмаз гораздо интересней сжечь, чем огранить

31 исследования

	вычислительная математика
32–34	Робастная оптимизация — забытый приоритет российской компьютерной науки

	теория управления
34–35	Летательные аппараты не так заметны, если ориентируются по рельефу

	информационные технологии
36–37	Поиск иголки в стогу сена за миллиард евро

	организация науки
38	Сколько стоит превратить хорошую идею в конкурентоспособную лабораторию

39 гуманитарии

	лингвистика
40–43	Строгого определения, какие изменения следует считать реформой языка, а какие — нет, не существует

	искусствоведение
43	Архитектурный ансамбль — редкий для России случай

44 традиции

	история образования
44–45	История Московского института стали и сплавов

46 appendix

	космические исследования
46–47	Академик Лев Зеленый: «Академик Сахаров ошибся, поэтому полетел первый советский спутник»

«Коммерсантъ-Наука»
2/ 2015, 24.02.2015

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

главный редактор
Андрей Витальевич Михеенков

редакция
Мария Бурас
Анна Грановская
Яна Миронцева
Александр Свиридов
Сергей Петухов
Татьяна Феоктистова

арт-дирекция
Наталья Жукова
Иван Васин
Иван Величко

дизайн
Александр Кольцов

тираж
44 500 экз.
цена свободная

адрес редакции
125080, Москва,
ул. Врубеля, 4

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

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

Лавины полезные, бесполезные и разрушительные

текст

Андрей Манин



01



ИТАР-ТАСС



ИГОРЬ ПОДГОРНЫЙ

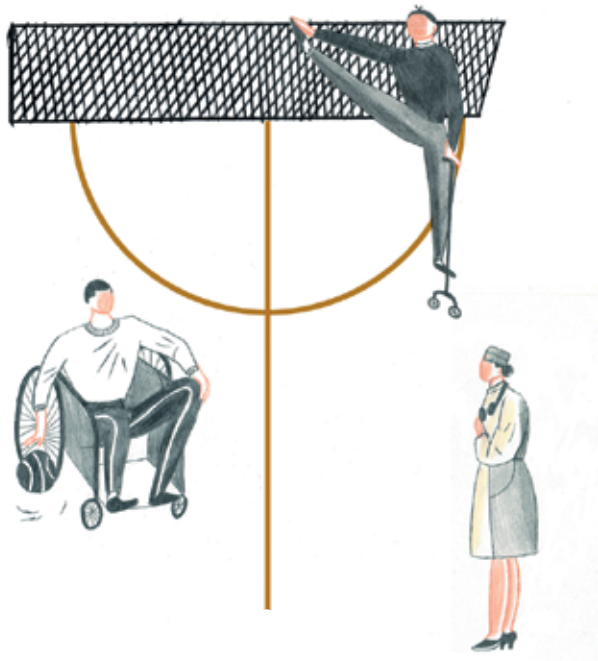
02

Процесс лавинного типа возникает, когда изменение состояния одной частицы — ионизация, радиоактивный распад, сползание со склона — вызывает аналогичные изменения состояния нескольких следующих частиц. При отсутствии тормозящих факторов быстрое, обычно экспоненциальное, развитие этого процесса всегда приводит к заметным последствиям.

Иногда они полезны. Так, лавинный эффект в криптографии — изменения одного бита во входном тексте ведет к изменению множества битов в шифротексте — затрудняет раскрытие криптографического алгоритма.

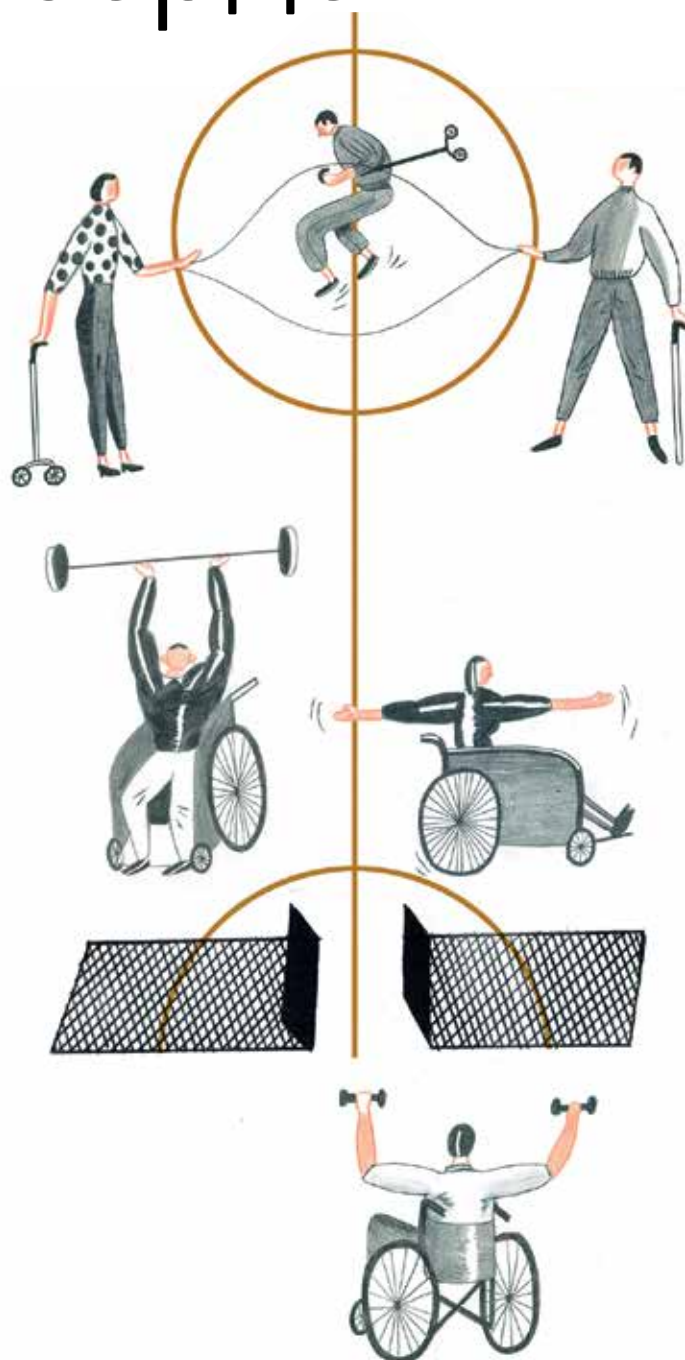
Иногда безобидны. Лавинный эффект в баночном пиве представляет собой просто нестандартное поведение пены.

Но чаще всего вредны или и вовсе разрушительны. Таковы лавинный электрический пробой, ядерный взрыв и собственно снежная лавина [01]. Сюда же можно отнести и стремительный, при благоприятных условиях, рост численности вредных насекомых [см. «Ъ-Наука», 2011, № 6, с.14]. Фото 02 — нашествие жука короеда-типографа (*Ips typographus*, впервые описан Карлом Линнеем в 1758 году) на подмосковный лес.



Президент Владимир Путин объявил 2015-й годом борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Усилия государства уже принесли плоды — медицинская помощь при инфаркте или инсульте значительно приблизилась к мировым стандартам. Налажена система, каждая служба решает свои задачи: скорая помощь диагностирует острый коронарный синдром (которой может стать инфарктом миокарда) и быстро — для крупных городов за час — доставляет пациента в сосудистый центр. Там ему должны восстановить кровоток, уложившись в 120 минут от момента первого медицинского контакта, т. е. вызова «скорой». «Скорая», если больного далеко везти, может провести первичное лечение (растворение тромба в коронарных артериях) прямо на месте: препараты есть, большинство врачей прошло дополнительное обучение. Подготовка персонала — одна из задач, которые надо поставить, воспользовавшись решением президента. Другая — профилактика: если в поликлиниках избавлять пациентов от избыточного веса, помогать им отказаться от курения, контролировать показатели крови и давления, это снизит число сосудистых катастроф. Но особое внимание в год борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями стоит уделить реабилитации кардиологических пациентов. — **Михаил Гиляров**, доктор медицинских наук, заместитель главного врача московской Городской клинической больницы №1 им. Н.И. Пирогова

Кардиореабилитация позволяет уменьшить смертность сердечных больных на четверть



текст	Артем Долецкий кандидат медицинских наук, заведующий отделением реабилитации Клиники кардиологии Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, доцент кафедры профилактической и неотложной кардиологии
иллюстрация	Гая Панченко

После инфаркта надо тренироваться

Важность физических нагрузок в лечении и профилактике болезней известна еще со времен Гиппократов. Однако в первой половине XX века к физическим нагрузкам после инфаркта относились со скепсисом: пациента держали в постели два месяца, нагрузки тяжелее подъема на лестничный пролет разрешались только через год.

Сегодня кардиореабилитация — мощная медицинская технология, многостороннее воздействие, в котором участвует целая команда профессионалов. Их усилиями восстанавливается физическое и психическое состояние человека, качество и продолжительность его жизни, с их помощью он может вернуться к прежней социальной роли. Сравнительные исследования, в которые были вовлечены тысячи пациентов после инфаркта миокарда, стентирования коронарных артерий и операций на открытом сердце, четко показывают — кардиореабилитация, основанная на дозированных физических нагрузках снижает общую смертность на 20%, смертность от сердечно-сосудистых причин — на 26%. Одно условие — программы регулярных нагрузок должны длиться более 6 месяцев,

а в идеале продолжать тренировки необходимо постоянно.

Сегодня на 3–5-е сутки после неосложненного инфаркта больные оказываются на беговой дорожке и начинают тренировки.

Когда можно секс

В основе кардиореабилитации лежат дозированные аэробные физические нагрузки — индивидуально подобранные тренировки, обычно на велотренажере или беговой дорожке, в некоторых случаях их дополняют силовыми упражнениями и упражнениями на растяжку. С пациентами обязательно работает психолог.

Важную роль играет образование больных. Лечащий врач в больнице редко успевает объяснить, как вести себя после инфаркта или операции на сердце. А у пациента есть очень важные вопросы: когда можно после инфаркта садиться за руль, заниматься сексом, летать на самолете? Врачи центров кардиореабилитации отвечают на все вопросы сердечников, рекомендуют диету, помогают людям бросить курить. Стандартный курс реабилитации рассчитан на три месяца, а задача реабилитолога — поставить пациента на рельсы здорового образа жизни на долгие годы вперед.

36% пациентов, прошедших программу реабилитации, курить все-таки бросают, очень многие худеют и бодрее себя чувствуют, но этим польза не ограничивается.

Сами физические нагрузки, если правильно подобраны, оказывают массу положительных эффектов на сердечно-сосудистую систему. Уменьшается содержание общего и «плохого» холестерина, возрастает уровень «хорошего» холестерина; снижается артериальное давление. Повышается чувствительность тканей к инсулину, а значит, сокращается содержание глюкозы у больных сахарным диабетом и риск его развития — у здоровых. Тренировки положительно влияют на свертываемость крови — снижают ее вязкость и риск образования тромбов, что крайне важно у пациентов с атеросклерозом коронарных артерий — это уменьшает вероятность инфаркта миокарда.

Наука напрягаться

Для пациентов, перенесших коронарную катастрофу, главное — подобрать эффективные и безопасные нагрузки. Проще всего и обязательно надо ориентироваться на ощущения пациента, но нужны и объективные данные.

Их дает стандартный нагрузочный тест на тредмиле или велоэргометре — можно рассчитать пульс, которого необходимо достигать при тренировке. Но тут есть сложности: ответ сердечно-сосудистой системы на нагрузку может дать ошибочные данные о ее состоянии; иногда эта ошибка доходит до 20–30%. Для пациента с тяжелой сердечной недостаточностью после большого инфаркта такая ошибка недопустима.

Есть куда более точный метод — эргоспирометрия, «золотой стандарт» кардиореабилитации. Это похоже на обычную нагрузочную пробу, но на пациента надета специальная маска: все, что он выдыхает, попадает в газоанализатор. Пиковое потребление кислорода — измеренное на высоте нагрузки в момент максимального усилия пациента, — интегральный показатель, отражающий эффективность работы сердечно-сосудистой системы, легких, крови и мышц.

Потребление кислорода позволяет не только сверхточно дозировать нагрузки, но и давать прогноз развития болезни, определять необходимость трансплантации сердца, дифференцировать одышку. У пациентов с затрудненным дыханием при нагрузке бывает трудно понять, где скрыта проблема — в работе сердца, легких или просто детренированности или же связана с избыточной массой тела или психологическими проблемами. Эргоспирометрия такие проблемы помогает решить.

Рецепт нагрузки

Кардиореабилитация и физические нагрузки очень похожи на лекарство. Клинические исследования доказали их эффект, врачи назначают дозировку, частоту и сроки «приема». Лекарства можно купить в аптеке — но где взять нагрузку?

В России эту роль с давних пор выполняют санатории. Но в подавляющем большинстве случаев реабилитация в санаторном режиме не соответствует современным практическим рекомендациям, на которые ориентируются кардиологи. Нагрузки дозируются не очень точно либо вообще заключаются в терренкуре — прогулках по размеченным дорожкам. Пациенты получают разнообразную физиотерапию,

которая, может быть, и приятна, но никоим образом не воздействует на прогноз развития кардиологического заболевания. А главное, санаторий не может обеспечить проведение длительных программ.

Сейчас кардиореабилитация на уровне, который не отличается от европейского, доступна лишь в нескольких учреждениях России. Для страны жизненно важна инфраструктура, которая обеспечит непрерывное продолжительное ведение сердечно-сосудистых пациентов по современным рекомендациям кардиореабилитации. Сеть учреждений амбулаторной кардиореабилитации может быть создана на базе центров здоровья при районных поликлиниках. Оснащение их оборудованием для тренировок и включение в штат специалистов по физическим нагрузкам позволит повысить доступность реабилитации.

Отделения кардиореабилитации нужны и в больших многопрофильных стационарах, и в специализированных кардиологических больницах и институтах, через которые идет поток пациентов с инфарктом миокарда и где ставят много стентов.

Крайне важный аспект развития реабилитационной службы — обучение кардиологов: опыт кардиореабилитационных мероприятий есть у считанных врачей, да и те учились методом проб и ошибок или по книгам, часто только иностранным.

«Я... не ожидал, что проект превратится в акт мученичества. Я не представлял себе, что нарушение крепко устоявшихся традиций может вызвать такой шквал сопротивления. Идея сажать больных в критическом состоянии в кресло была воспринята как абсолютно безумная. Сначала младший медицинский персонал отказывался сотрудничать и усиленно сопротивлялся подниманию пациентов с кровати. Они обвинили меня в планировании преступлений, не очень сильно отличающихся от гнусных экспериментов нацистов в концлагерях. Однажды утром, войдя в отделение, я был встречен интернами и ординаторами, которые выстроились, вытянув руки в нацистском приветствии.» — Эти слова написал в своем блоге американский кардиолог **Бернард Лаун**, Нобелевский лауреат, спустя 60 лет после того, как предложил рано активизировать кардиологических больных, просто пересаживая их в кресло.



события

Искусственное сердце для испытания лекарств

Главное в лечении — это поиск новых медикаментов: разработка, тестирование и клиническое применение. Но существует разрыв между исследованиями на отдельных клетках и экспериментами на животных. Этот разрыв пытаются преодолеть в лаборатории наноконструирования мембранно-белковых комплексов для контроля физиологии клетки, — — — — — рассказывает профессор **Константин Агладзе**, руководитель лаборатории, созданной в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. №220, реализуемого Минобрнауки России.



Чем мы занимаемся

То, что мы делаем, относится к кардиологии. Точнее, это биофизика сердца. Разработка нового лекарства — огромная по трудоемкости и материальным затратам задача, и все, что может снизить затраты и повысить эффективность этого процесса, чрезвычайно ценно. Наша цель — создавать из отдельных сердечных клеток лоскуты живой сердечной ткани и изучать их активность под воздействием различных веществ.

Пока мы собираем эти лоскуты из крысиных сердечных клеток, но в ближайшем будущем перейдем на человеческие, полученные из стволовых и так называемых индуцированно-плюрипотентных клеток. В нормальном состоянии клетки сердечной ткани возбуждаются синхронно и волна возбуждения распространяется по ткани равномерно. При паразитном источнике возбуждения синхронность работы сердечных волокон нарушается, это называется аритмией. На наших лоскутках мы изучаем и сами волны возбуждения, и то, как на эти волны возбуждения действуют различные вещества — потенциальные антиаритмические препараты.

Мы выращиваем наши лоскуты на трехмерной матрице из полимерного нановолокна. Получается высокоструктурированная ткань, сходная с сердечной мышцей и синхронно сокращающаяся. Волны возбуждения в этих лоскутах мы изучаем при помощи флуоресцентных меток.

Мы также надеемся, что подобные лоскуты сердечной ткани можно будет использовать в регенеративной медицине.

Зачем это нужно

Все современные лекарства работают на субклеточном уровне, они действуют на определенную мишень, на определенный белок. В кардиологии это, как правило, белки ионных каналов. Новые лекарства так и разрабатывают — сначала пытаются подобрать молекулу, которая бы меняла активность этого канала; потом проводят скрининг методом, который называется «автоматический пэтч-кламп» (или более научно — «метод локальной фиксации потенциала»): исследуют те самые ионные каналы, которые должны стать мишенями нового лекарства. Выбирают лучшие молекулы в скрининге и практически сразу переходят к исследованиям на животных.

Это не самый лучший путь: мы перескакиваем с уровня одной клетки на уровень целого организма. А такой уровень, как отдельный орган, не исследуется.

Эксперименты на животных сложные и дорогие, но они часто подводят. Организм — огромная сложная система обратных связей и саморегуляций, и почему вдруг мы видим необычную реакцию на вещество при переходе от одной клетки к организму, сказать бывает очень сложно.

Мы предлагаем промежуточный вариант: созданную искусственно культуру сердечной ткани для испытания лекарств. Клетки в ткани существуют не сами по себе, они включены в клеточные ансамбли, в которых они взаимодействуют между собой. И это взаимодействие может модифицировать действие вещества, а может сделать его вредным.

Поэтому наша цель — создать специальную платформу для тестирования кардиотоксичности антиаритмических и других препаратов: наша система позволяет наблюдать, как вещество влияет на распространяющиеся в сердечной ткани волны возбуждения, позволяет видеть возникновение и эволюцию сердечных вихрей — вращающихся волн, вызывающих смертельно опасные аритмии.

Как мы это делаем

Посмотреть, как влияет вещество на работу сердечной ткани, мы можем при помощи системы оптического картирования. За этими словами скрывается целый комплекс сложной аппаратуры, центральная часть которого — очень высокочувствительная и высокоскоростная видеокамера, охлаждаемая до низких температур, которая снимает флуоресценцию меток, введенных нами в клетки сердца. Эти метки реагируют на изменение активности клетки: возбужденная клетка начинает светиться. Мы регистрируем либо изменение мембранного потенциала клетки, либо выброс внутриклеточного кальция, что характерно для сердечной клетки. Второе событие очень хорошо фиксируется специальными кальциевыми флуоресцентными метками. И вот это «кино» и есть наш черновой материал. Потом мы проводим компьютерную обработку и можем делать выводы — видим ли мы потенциально антиаритмический препарат.

Что у нас есть

Сейчас в нашей лаборатории уже есть вся цепочка, необходимая для исследования. Наконец-то заработал пэтч-кламп, работает целых две системы оптического картирования, позволяющие изучать электрические волны в сердечной ткани. Есть прекрасный конфокальный микроскоп и электронный сканирующий микроскоп, которые позволяют проводить структурные исследования ткани, отработанная технология получения лоскутов сердечной ткани из плюрипотентных стволовых клеток. А самое главное, есть очень хорошие ребята, и они уже научились со всем этим работать: это очень важно, ведь часто бывает так, что оборудование закуплено, а работать с ним некому.

Какие у нас сложности

В переводе нашего метода на язык фармацевтической индустрии не все просто. Главная сложность — отработка стандартных протоколов. Их сейчас нет — даже стандартную активность ионных каналов современные фармацевтические компании проверяют не на сердечных клетках. К примеру, если нужно проверить действие препарата на активность натриевого канала, их встраивают в яйцеклетку. Зачем так делается? Яйцеклетка существует сама по себе, не в ткани, у нее очень мало каналов по сравнению с клетками сердечной ткани. И именно для того, чтобы избежать воздействия соседних клеток и других ионных токов, проводятся все эти сложные манипуляции. А стандартного протокола исследования препарата на культуре ткани нет. Нам его нужно разрабатывать.

Главные убийцы человечества — сердечно-сосудистые заболевания

текст

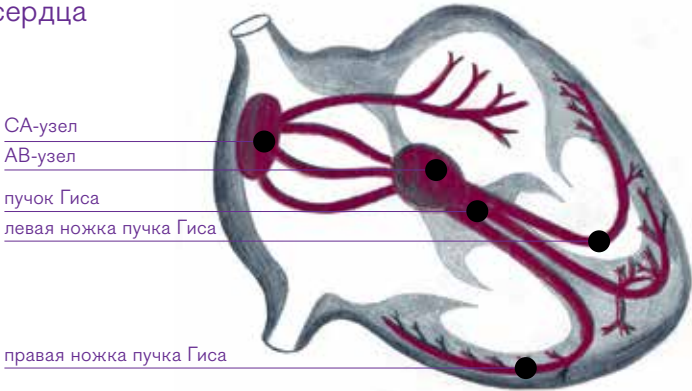
Александр Свиридов

иллюстрации

Гая Панченко

В 85–90%

случаев внезапной кардиологической смерти причиной является нарушение ритма сердца или его остановка

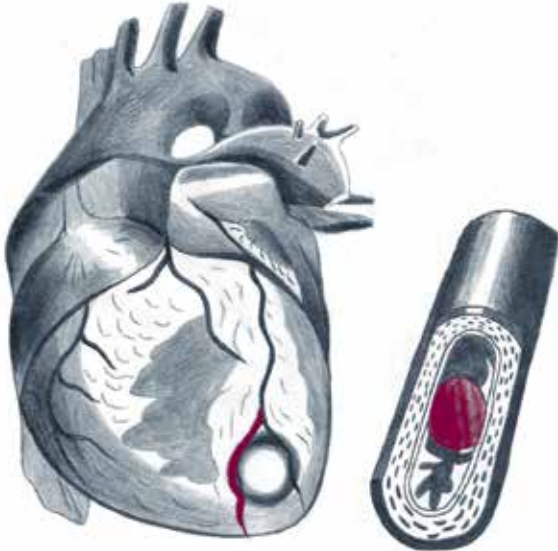


Аритмии

Аритмия — любое нарушение ритма сердечных сокращений. Ритмичную и автоматическую работу сердца обеспечивает проводящая система: нервный импульс из синусно-предсердного узла передается на атрио-вентрикулярный узел, оттуда на пучок Гиса и через его ножки, правую и левую, — на все клетки миокарда. При снижении у синусно-предсердного узла функции автоматизма ритм замедляется; при полной потере этой функции возникает фибрилляция предсердий, она приводит к мерцательной аритмии: 4% случаев у людей старше 60 лет. Несинхронное сокращение мышечных волокон желудочков сердца называется фибрилляцией желудочков, она приводит к смерти. Почти все внезапные смерти в кардиологии — из-за нее.

45%

составляет общая смертность от инфаркта. Из них 30–40% умирают, не успев дождаться медицинской помощи

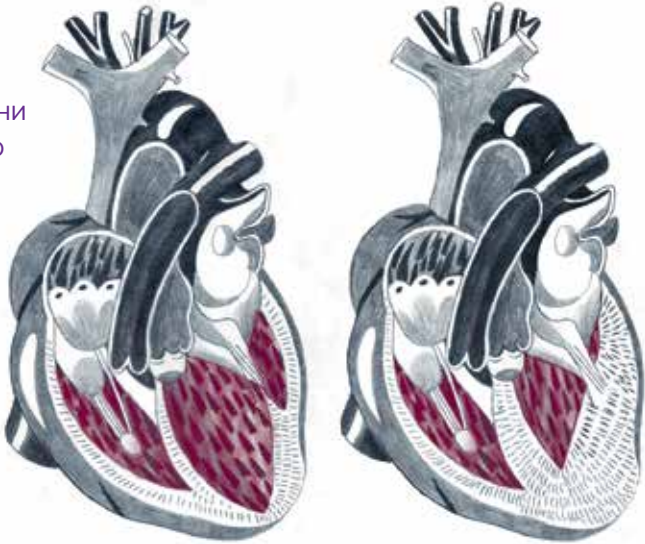


Инфаркт

Инфаркт миокарда — гибель части сердечной мышцы, обусловленная внезапным прекращением ее кровоснабжения. Из 100 тысяч человек от инфаркта миокарда у нас ежегодно умирает 330 мужчин и 154 женщины.

в 80–85%

случаев первые стадии гипертонической болезни проходят бессимптомно

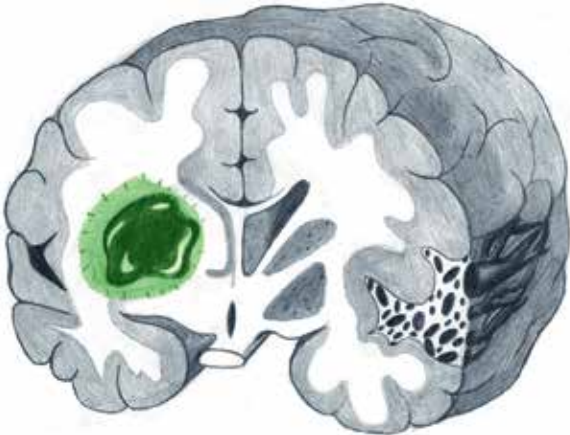


Гипертония

Гипертоническая болезнь — это стойкое повышение артериального давления выше эмпирически установленной нормы. В возрасте 20–25 лет повышенное давление отмечается у 5% человек. В возрасте 60 лет и старше — у 60%. По мере своего развития гипертоническая болезнь обязательно приводит к поражению органов-мишеней: сердца, головного мозга, почек, периферических сосудов и т.д. Все это приводит к соответствующим заболеваниям этих органов: гипертрофии миокарда («гипертоническое сердце»), инфаркту, различным нарушениям мозгового кровообращения, включая инсульты и т.д. Сама гипертоническая болезнь очень редко является непосредственной причиной смерти в статистике причин смерти, поскольку способствует развитию других смертельных заболеваний.

450 000

человек заболевают инсультом в течение года в России. До конца года с момента инсульта умирает 50% заболевших



Инсульт

Инсульт — это острое нарушение мозгового кровообращения, во время которого функции того участка мозга, кровообращение которого нарушилось или полностью прекратилось, частично или полностью выпадают.

В России умирают от инсультов 250 мужчин и 230 женщин на 100 тыс. населения.

На 75%

атеросклеротическая бляшка должна перекрыть просвет коронарного сосуда, чтобы появились первые симптомы стенокардии



Атеросклероз

Атеросклероз — отложение холестерина в интиму (внутренней оболочке) сосуда; атеросклеротическая бляшка постепенно растет и может полностью закупорить сосуд. Заболевание протекает незаметно: первые приступы стенокардии появляются при сужении сосуда на 75%. Самый опасный из нескольких факторов риска развития атеросклероза — курение; повышенное артериальное давление и атеросклероз способствуют взаимному развитию — и возникает поражение сердца (ишемическая болезнь) и мозга (цереброваскулярная болезнь). В борьбе с атеросклерозом отказ от курения и изменение режима питания играет большую роль, чем лекарства.



Эндрю Роуз и Марк Спигель в своей статье «Олимпийский эффект» (2009) показали наличие прямой связи между открытостью экономики страны и проведением в ней крупных спортивных мероприятий.

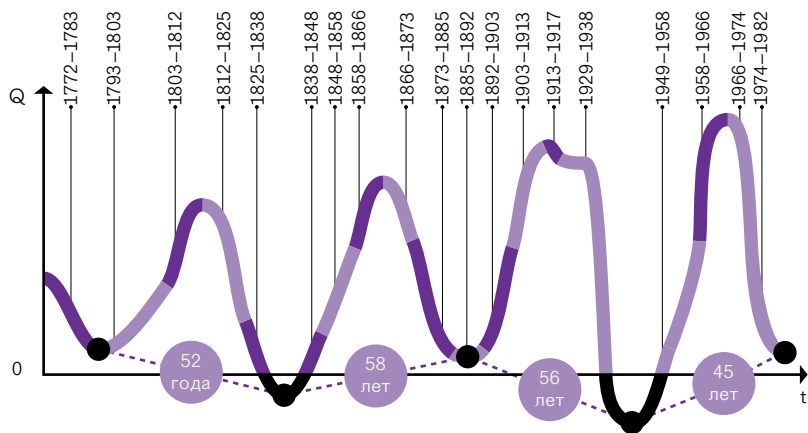


Теория деловых циклов разработана нобелевскими лауреатами 2004 года Финном Кидландом и Эдвардом Прескоттом. В ее основе лежит тезис, что экономика находится в устойчивом равновесии и самостоятельно справляется с «реальными факторами», влияющими на деловые циклы, поэтому политическое вмешательство может сказаться на ней негативно.



Ловушка ликвидности — ситуация, описанная в макроэкономической теории британского экономиста Джона Кейнса (1883–1946), когда монетарная политика не может стимулировать экономику ни снижением процентных ставок, ни увеличением денежного предложения.

рис. 01 → Экономические циклы



события

В кризис российскую экономику привели не санкции и низкие цены на нефть: не удалось решить главную проблему — создать модель самоподдерживающегося роста. Темпы роста ВВП затмили все прочие приоритеты экономической политики и подменили собой институциональные реформы — к такому выводу пришли участники панели «Альтернативы экономической политики в условиях замедления экономического роста: разработки и рекомендации экономистов МГУ» на юбилейной научной конференции «Ломоносовские чтения».

Теория санкций очень хорошо описывает происходящее



ответы	Олег Буклемишев
	директор Центра исследования
	экономической политики МГУ,
	кандидат экономических наук
вопросы	Иван Гринько
фотография	Иван Ерофеев
маргиналии	Анна Кольцова
графики и схемы	Мила Силенина

Нынешняя ситуация не похожа ни на 1998 год, ни на кризис 2008 года. В одной точке сейчас сошлось слишком много разных явлений, давших, используя физический термин, резонансный эффект. Одновременно встретились и негативные внешние факторы, и внутренние, политика и геополитика и, в какой-то степени, — даже особенности нового поколения, которое подрастает в России.

Насколько кризис был прогнозируем с точки зрения экономических циклов (Жюгляра, Кондратьева)?

Когда речь идет о всемирных кризисах, мы можем рассуждать о циклах. Но в данном случае большая часть причин кризиса сосредоточена именно в России. Пока мы вошли только в экономический кризис, уже виден кризис социальный, но то, что их причины связаны с предстоящим политическим кризисом, ощущается очень остро. Мир переживает растянутый кризис, который действительно может вернуться. Но российская картинка принципиально другая, и она в большей степени рукотворна.

В последние годы мировой тенденцией была низкая инфляция. Россия и здесь выбивалась из общего ряда, а в январе вообще дала рекордный рост цен за 15 лет!

Инфляция очень интересная штука, потому что процессы, которые в нее выливаются, абсолютно разные. Действительно, весь развитой мир обеспокоен не столько высокой инфляцией, сколько дефляцией. Япония, скажем, столкнулась с классической ловушкой ликвидности, описанной Кейнсом, 20 лет назад и выбраться никак не может. Есть серьезные исследования, которые списывают это не на временные эффекты, а на более длинные процессы, связанные с демографией. Япония первой из развитых стран вступила в эпоху резкого старения нации. А это даже не дефицит рабочей силы, а тотальное изменение общественной динамики. Продолжительность здоровой жизни, благодаря многим факторам, и в России увеличилась, и человек в 60 лет сегодня чувствует себя так же, как 45-летний несколько десятков лет назад. Вроде бы промежуток трудовой активности каждого растягивается, но нет молодежи! И даже если нет дефицита рабочей силы, то появляются другие настроения: как пишет российский демограф Анатолий Вишневский, из общества как бы уходит динамизм. Даже ставится вопрос, а возможен ли в принципе капитализм как экономическая система при сокращающемся населении? Капитализм подпитывается расширением потребностей, а у молодежи и пожилых они совершенно разные. Нация стареет, и начинается рост с другого конца: медицина, рекреация, социальное обеспечение.

У России нет проблем с дефляцией, наоборот, достаточно долгая инфляционная история. Но если бы в России развивалась нормальная конкурентная среда, был организован контроль за издержками и эффективностью естественных монополий, шла работа по диверсификации экономики, то инфляция сама собой потихоньку сходилa на нет — при разумной кредитно-денежной политике. В России инфляция — следствие монетарных действий в меньшей степени, чем в других странах; при грамотной экономической политике ее за несколько лет можно опустить до 2–3% в год. Это не сделано до сих пор, скорее, по причинам структурного свойства, а не монетарного. И, конечно, мешает сырьевая ориентация: сложно бороться с инфляцией, когда экономика засасывает, как пылесос, огромную долларовую массу, которая конвертируется в рубли.

И слишком многое работало на укрепление рубля. Как-то, сделав элементарный подсчет, я ужаснулся: за десять лет с 2003 по 2013 рубль укрепился на 60%, что, в общем-то, очень и очень много. По сути, нам в карман безо всяких усилий с нашей стороны была доложена изрядная сумма, а сейчас ее изымают, а мы возмущаемся.

Насколько подтверждается теория нобелевских лауреатов Кидланд и Прескотта, что центральный банк должен быть независим для успешной борьбы с инфляцией?

Эта теория много раз проверялась на временных рядах: различные рейтинги центробанков по степени их независимости сопоставляли с темпами инфляции, и связь была несомненна: большая независимость вела к снижению темпов инфляции. Но это происходило до эпохи *Great Moderation* (долгое спокойствие; период, начавшийся в середине 1980-х годов, когда показатели экономик развитых стран перестали быть волатильными. — «Ъ-Наука»). Тогда казалось, что банки и правительства развитых стран совместно победили инфляцию, и независимость центробанков сыграла в этом большую роль. Сегодня в большинстве своем центробанки борются не с инфляцией, а с дефляцией.

В сегодняшнем мире слишком многое держится на центральных банках, на их способности напечатать деньги, стимулируя экономику. Есть удобное объяснение, что так центробанки выигрывают время, чтобы правительства могли провести реформы. Но правительства-то реформы не проводят! Это касается и Японии, и Западной Европы, и США. Центробанки не стали менее независимыми — они перешли на совершенно иной, исключительный уровень влияния на экономическую динамику. Вынь созданный центробанками стимул из мировой системы, и неизвестно, что с ней завтра будет; совершенно не гарантировано, что будет продолжаться стабильный экономический рост. Может быть, даже в США рост, отчасти вызванный резким увеличением денежной массы, скоро захлебнется.

А насколько на российской ситуации сказалась «теория глобальных дисбалансов» (Кабаллеро—Фархи—Гуринча), которая предсказывала проблемы при дисбалансе между ростом экономики и неразвитостью финансовых институтов?

В развитых странах есть проблема гиперфинансизации, когда финансовый сектор опережает в своем развитии реальный. Она проистекает из двух вещей.

Первая — секьюритизация — вовлечение в оборот все больших активов, которые раньше не были выведены на финансовый рынок. Финансовая база расширяется, это хорошо, — но может возникать асимметрия между базовым активом и той бумажкой, что под него выпущена, и это очень плохо. Последствия мы все видели в 2008 году — та самая «ипотека низкого качества» (*subprime*).

Вторая вещь — «финансовый рычаг», когда все большая часть операций начинает финансироваться в долг. Когда в силу жадности и плохого регулирования «плечо» рычага переваливает через определенный предел, кризис готов. Классической здесь является история с банком Lehman Brothers, у которого финансовый рычаг на момент краха был 72 к 1 (то есть на доллар собственных средств 72 заемных — ситуация невоспроизводимая и неподдерживаемая).

В России проблема ровно обратная — недофинансизации, недостаточного вовлечения национального богатства в финансовый оборот. Правильные решения по развитию финансовых рынков были приняты в начале нулевых, в частности, о накопительном элементе пенсионной системы, и длинные деньги поступали на рынок и вкладывались в корпоративные облигации, акции и т.д. Сегодня все, что могло обращаться на финансовом рынке, с него выводится: скажем, конфискуются частные пенсионные накопления, которые сочтены менее ценными, чем социально-экономическое развитие Крыма.

Нас ждет дефицит капитальных средств: западные рынки закрыты,



Теория глобальных дисбалансов, созданная Рикардо Кабаллеро, Эммануэлем Фархи и Пьером-Оливье Гуринча, объясняет мировой экономический кризис 2008 года дисбалансом между экономикой и финансовыми рынками в развивающихся странах, когда реальный сектор сильно превышает финансовый.



Теория лимонов сформулирована американским экономистом Джорджем А. Акерлофом в статье «Рынок «лимонов»» (1970). Взяв за основу рынок подержанных автомобилей, Акерлоф доказал, что решение экономического субъекта о покупке принимается в условиях его ограниченных знаний о товаре, что приводит к дисбалансу на рынке и падению качества товара.



Теория успешной диктатуры Тима Бесли и Масахиро Кудамачу (2007) показывает, что успешность авторитарных режимов базируется на формировании «селектората» — общественной структуры, обеспечивающей быструю и эффективную смену руководства без потери контроля над страной.

события

а внутри страны денег мало, и каждый, кому нужны инвестиционные ресурсы, будет их собирать с миру по нитке, но не через внутренний рынок.

То есть все деньги будут снова выводиться на чужие фондовые рынки? А куда им еще деваться? У нас все время на полном серьезе обсуждается то одно ограничение, то другое, то давайте вообще доллары заморозим. В таких условиях никто инвестировать не будет — деньги любят безопасность.

Таким образом, теория лимонов Джорджа Акерлофа оправдывается? И эффект асимметрии информации, и теория информационной эффективности рынка на самом деле работают. Профессионал всегда обыграет любителя. Поэтому любителю нужно разъяснить его права и обязанности, а также предоставить набор не слишком сложных финансовых инструментов. Но дальше решения должен принимать он сам.

Сейчас инвестируют не от хорошей жизни, а в нормальные рыночные инструменты этой осенью вкладывались вообще единицы. Это было не инвестиционное поведение, а попытки лихорадочного спасения обесценивающихся рублей — в валюте, товарах, недвижимости.

Но люди опять начнут нормально инвестировать раньше, чем нам сейчас кажется. В душе человека борются жадность и страх, и после самых страшных дефолтов жадность со временем всегда побеждает страх. Но необходимо также восстановление хотя бы краткосрочной предсказуемости рынков, стабилизация ситуации.

Бывший председатель Федеральной резервной системы США Бен Бернанке разработал теорию о необходимости поддержки банковской системы центробанком. Насколько последовательно сейчас действует Центробанк России?

Банковская система крайне хрупка, поскольку построена на принципе частичного резервирования — в резерв идет лишь часть депозита, остальное в оборот. Любое локальное потрясение — банковская паника прокатится как снежный ком и сокрушит систему целиком, как чуть было не произошло в годы Великой депрессии. Поэтому банки надо оберегать и поддерживать.

Но если гарантированно покрывать любые убытки любого банка, это еще хуже. Вот идут бесконечные дискуссии на тему: «Нужно ли было банкротить Lehman Brothers — может, и кризиса не было бы? А может, и был бы, но позже и сильнее?» Чистое искусство — науки никакой нет: когда поддержать, а когда обанкротить.

А теория успешной диктатуры России не поможет? Есть классическая сингапурская история, которую любят приводить в пример, но она чуть ли не одна такая. Южная Корея не стала хуже развиваться после того, как «успешные диктаторы» отправились в тюрьму. Они сыграли свою роль в создании базиса, но это все была куда более простая хозяйственная система 1960–1970-х годов, через которую мир давно перешагнул. Проводить такую политику можно, когда много незадействованной дешевой рабочей силы и экономика в преобладающей части индустриальная. А развивать такое сложное и запутанное хозяйство, как российское, с огромным госсектором и гипертрофированной энергетической отраслью, — совершенно другое дело. Я подозреваю, что без либеральных рецептов не обойтись — в подлинном значении термина «либерализм»: при создании базовых условий самостоятельный выбор свободных людей оптимален.

А если прогнозировать глобальные развилки, например протекционизм — интеграция?

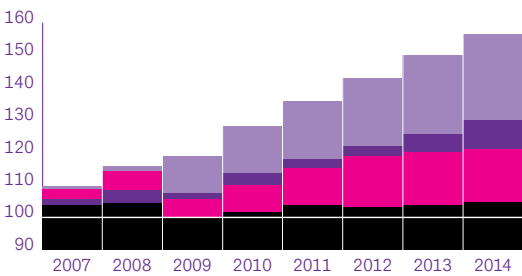
Протекционизм сейчас не самая большая проблема. В 2008–2009 годах ведущие страны договорились избегать введения протекционистских мер. Но все равно в России и мире есть монополисты, которые говорят: «А давайте мы закроем этот ввоз, мы, может быть, наладим импортозамещение, только дайте на него еще денег». Конечно, бывали примеры, когда это оказывалось правдой, но их не очень много. Я сторонник того, чтобы Россия неукоснительно соблюдала соглашения Всемирной торговой организации, раз уж подписала их. Даже во время кризиса протекционизм не спасение. Обезболивающее при злоупотреблении превращается в наркотик, и момент переключения не отследить.

Стоит ли в случае дефицита средств ждать нового витка приватизации, как то диктует экономическая наука?

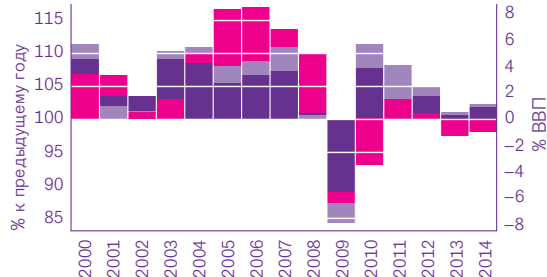
Ответ очень простой: сейчас приватизация невозможна. Не может быть приватизации, когда в экономике нет правил, когда стоимость актива невозможно рассчитать. Так что в приватизацию сейчас я не верю (если это именно приватизация, а не новая раздача активов за бесценок «своим»), а в будущем это будет совершенно другая история.

Правда, есть и другой интересный эффект. Экономическая теория санкций очень хорошо описывает происходящее: инвестиционные ограничения приводят к тому, что иностранные владельцы начинают активно продавать активы резидентам. Те становятся задешево обладателями крупной собственности (тоже своего рода «приватизация»), что может привести к росту экономики, поскольку дешевизна активов позволяет перераспределить ресурсы на наиболее эффективные направления.

рис. [02]–[03] —> Какого Россия роста



[02] Кумулятивные темпы роста реального ВВП (2006 г. — 100%) ● Страны с формирующимися рынками и развивающиеся страны ● Мир в целом ● Россия ● Европейский союз



[03] ● Индекс промышленного производства, обрабатывающая промышленность (левая ось) ● Индекс промышленного производства, все отрасли (левая ось) ● Баланс консолидированного бюджета (правая ось)

В 1999–2008 гг. средний годовой показатель роста ВВП был выдающимся—6,8%; даже если брать весь период 1999–2013 гг., получается очень хорошо —4,9%. А вот если выделить посткризисные пять лет (2009–2013), тут средний рост минимальный—1%. В середине 2012 года прогноз Министерства экономического развития предусматривал увеличение ВВП за 2013–2015 гг. на 13%. По данным Росстата, в IV квартале 2014 года рост был 0,2% в годовом исчислении.

Во время кризиса насколько чаще госструктуры стали обращаться к профессиональным экономистам за консультацией? Оживился интерес к экономической науке и теории?

Мы же все живем в одном мире, все друг друга знаем. Когда встречаемся, конечно, обсуждаем какие-то вещи. В целом в правительстве работают очень грамотные экономисты, но политика сегодня все равно формируется по другим критериям, нежели экономическая целесообразность.

Не выстроена система долгосрочного планирования экономики

Из-за противостояния с Западом российские экономические проблемы существенно усугубляются, но лишь на первый взгляд ситуация кажется неожиданной, назревала она давно. Быстрое снижение темпов производства началось еще до санкций — в период высоких цен на нефть: с 5,4% в 2011 году до 3,1% в 2012 году и до 1,3% в 2013 году. Абсолютные темпы роста были объявлены главной целью. В экономике была сделана ставка на крупные инновации, из-за этого быстро исчерпались простые возможности совершенствования технологий. Но ставка на собственные инновации была сделана преждевременно, более оправданы были бы заимствование и адаптация инноваций, а, кроме того, не был предусмотрен перенос достижений институтов развития на всю страну. Из-за этого российская научно-исследовательская инновационная система похожа больше на грудку разнородных деталей, чем на слаженный механизм.

Санкции, конечно, привели к удорожанию кредитов, но и сама по себе кредитная система долгое время не получала развития: избыточные доходы бюджета концентрировались в специальных суверенных фондах, а частный сектор заимствовал за рубежом, банковская система оказалась засорена плохо работающими или вовсе не работающими активами.

США взяли курс на изоляцию России — ограничение доступа к технологиям, специалистам и финансовым ресурсам: это приведет к изменениям массовой культуры и баланса политических сил внутри России, а также отрицательно скажется на структуре бюджетных средств. Следует предположить, что этот курс будет доминировать продолжительное время (наподобие ситуации с поправкой Джексона-Вэника), именно поэтому России нужно менять экономическую политику.

Своевременно не выстроена система стратегического долгосрочного планирования развития экономики: без постановки среднесрочных задач ориентиры экономической политики превратились в набор пустых пожеланий. Закон «О государственном стратегическом планировании» принят лишь в прошлом году. Важные новации в нем — попытка рассмотреть в едином комплексе среднесрочные и долгосрочные планы, увязать региональные программы с отраслевыми; а также скользящее планирование — установка среднесрочных планов каждые три года сроком на шесть лет и ревизия долгосрочных планов каждые шесть лет. Нужно достроить систему индикативного планирования и создавать независимую от министерств иерархию органов территориально-отраслевого планирования. Нужно из многочисленных институтов развития создать работоспособную инновационную систему, включив ее в процесс формирования, отбора и реализации крупномасштабных проектов модернизации. Импортозамещение и одновременно заимствование технологий — это внутренние источники роста российской экономики.

Попытки сформировать из стран БРИКС, ШОС, Латинской Америки и т. п. антизападную коалицию только усилят влияние США на «золотой миллиард».

Бесперспективна и всецелая ориентация на Китай. По душевому ВВП Китай более чем в два раза обгоняет Россию, а по душевому потреблению — почти в четыре раза отстает от России. В краткосрочной перспективе Россия может выиграть от масштаба китайского рынка, но в долгосрочной перспективе преимущества быстро исчезнут. России требуется добрососедское сотрудничество с КНР, но не более.

Виктор Полтерович, академик, заместитель директора Московской школы экономики МГУ



Государственное регулирование цены на водку изобретено не в нынешней России, а еще в царской. Искажали факты те историки, которые писали, будто тогдашнее пьянство было признаком национальной деградации, — русские люди пили скорее не от отчаяния, а для веселья, и уж точно не на последние, если не говорить о больных. А сухой закон царь Николай II ввел из-за войны.

Нищая и голодная царская Россия — это миф народников и советских историков

текст	Михаил Давыдов
	доктор исторических наук,
	ведущий научный сотрудник
	Института экономики РАН,
	профессор Высшей школы экономики
маргиналии	Анна Кольцова



01



02

Кризис самодержавия, экономический кризис и пауперизация России после реформы 1861 года — самое простое, удобное и привычное объяснение крушения Российской империи. О кризисе и об обнищании заговорили еще в 1870-х годах народники, идею подхватила оппозиционная литература, а после 1917 года расширила, дополнила и углубила советская историография, чтобы «бедствиями народа» легитимизировать октябрьский переворот.

Пьян — значит, не голоден

В последние годы аргументация, поддерживавшая эту привычную версию, заметно ослабела. К примеру, выяснилось, что «голодный экспорт» хлеба из России — миф, это убедительно показывает статистика урожаев, производства, вывоза и перевозок хлеба.

Равным образом рост недоимок нельзя считать объективным показателем падения уровня жизни крестьян. Налоговая статистика Европейской России свидетельствует, что 95% недоимок по окладным сборам в конце 1890-х годов приходилось на два десятка губерний (из пятидесяти) с наиболее сильным общинным режимом (а более 50% — всего на шесть губерний: Казанскую, Самарскую, Воронежскую, Нижегородскую, Орловскую и Тамбовскую). На 15 из этих 20 губерний приходится и свыше 90% правительственной продовольственной помощи в неурожайные годы.

Уездные же данные доказывают, что крестьянские платежи и задолженности не зависели от величины крестьянских наделов, а определялись другими факторами, прежде всего несовершенством созданной в 1861 году системы крестьянского самоуправления, частью которой стало податное дело, основанное на круговой поруке.

- 01
- Парадигма кризиса и пауперизации неверна, а стремление превратить катаклизмы 1917 года в тот или иной вариант «хлебного бунта» несостоятельно
- 02
- По потреблению спиртного Россия была на одном из последних мест в Европе, а по некоторым данным, — и на последнем

Неплатежи стали формой самозащиты от несправедливых податей.

Столь же спекулятивный характер имеет пресловутая проблема «малоземелья». И до революции было хорошо известно, что средние наделы в Германии, Франции и Австрии были 4,1–5,1 десятины, и крестьяне там преуспевали, а в России этот показатель составлял 10,3 десятины, а жили крестьяне несравненно хуже, собирая на элитном черноземе чуть ли не самые низкие в Европе урожаи. Популярны ссылки на климат, разумеется, ничего не объясняют — едва ли в Финляндии он лучше, чем в Воронеже или Курске; проблема русской деревни заключалась в низком качестве обработки земли и фактическом отсутствии агрономических знаний.

Да и Столыпинская аграрная реформа отнюдь не провалилась, как это вслед за Владимиром Лениным считала советская историография, но успешно развивалась после гибели Петра Столыпина и дала начало грандиозной модернизации экономики империи, прерванной в 1917 году.

Один из аргументов, противоречащий традиционному пессимистическому взгляду на развитие России после 1861 года, — расходы населения на спиртное. Вот пример. Сельское население 12 наиболее пострадавших от неурожая 1906–1907 годов губерний получило правительственную продовольственную помощь в размере 128,3 млн руб. В то же время в тех же губерниях с 1 мая 1906 года по 30 апреля 1907 года от казенной продажи питей (водки), поступило дохода 130,5 млн руб. За аналогичный период 1905–1906 годов — 129,9 млн руб., 1904–1905 годов — 115,5 млн руб. Иначе говоря, за «голодный» 1906–1907 год жители бедствовавших губерний истратили на водку на 2,2 млн руб. больше, чем получили от правительства на еду и на обсеменение полей, на 562 тыс. руб. больше, чем в предыдущий революционный год, и на 15,1 млн руб. больше, чем в 1904–1905 год.

Стоимость кораблей, потерянных в ходе Русско-японской войны, по оценке выдающегося историка флота Корнелия Шацилло, составила 230 млн руб., а с учетом флотского оборудования Порт-Артура — 255 млн руб.

Трезв — значит, бережлив

Одновременно с Высочайшим указом 16 июля 1914 года о мобилизации было объявлено о запрещении продажи спиртных напитков в России, а 22 августа 1914 года запрет был продлен до конца военного времени. Разумеется, с введением сухого закона потребление алкоголя продолжалось — но в заметно меньшем количестве и худшего качества. В июле 1914 — марте 1915 год водки было куплено на 625,3 млн руб. меньше, чем за тот же период годом раньше. Реально население сэкономило еще больше: инфляция уже началась.

Статистика государственных сберегательных касс демонстрирует, насколько разнится помесечная динамика вкладов до и во время войны.

В первой половине 1914 года приток средств был ниже, чем в первой половине 1913 года, — 18,8 млн руб. против 21,6 млн руб. Затем в июле 1914 года с объявлением мобилизации имел место отлив вкладов в размере 41,1 млн руб., но с августа они снова начинают расти. Только за август —



Почем бутылка

Накануне введения сухого закона дешевая водка стоила 40 копеек 0,61 л, а дорогая — 60 копеек. Хлеб в то же время стоил 3–4 копейки за 400 грамм, мясо — 50–70 копеек килограмм, картофель — 5–15 копеек килограмм, литр молока — 15 копеек, а десяток яиц — 25 копеек.



Неудобное спиртное

Потребление русскими спиртного и обилие праздников — темы, рассуждать на которые народники и тем более советские историки считали «неудобным», и в своих трудах они «деликатно» обходили их стороной. Эти сюжеты явно разрушали гармонию создаваемого ими упрощенного варианта крестьянского апокалипсиса, при котором земледельцы якобы потребляли только растительные углеводы, питаясь одним хлебом (которого еще и не хватало!) и запивая его водой. Поэтому все факты, которые противоречили этой установке, они просто игнорировали, словно этой стороны жизни населения страны не было в природе.

сентябрь прилив средств в сберегательные кассы — 35,9 млн руб. — составил 93% всего годового прироста вкладов за 1913 год (38,6 млн руб.), а в сентябре — октябре превысил его на 23,1% — 47,5 млн руб. Аналогичная динамика у вкладов процентными бумагами.

Если сравнить по месяцам сокращение расходов на водку и прирост вкладов в государственные сберегательные кассы в первые 9 месяцев войны, то окажется, что за август 1914 — март 1915 гг. казна недополучила питейного дохода на 600,6 млн руб. в сравнении с августом 1913 — мартом 1914 года. Приток средств в сберегательные кассы за эти же месяцы составил 264,4 млн руб., что на 10% превысило суммарный прирост вкладов в сберегательные кассы империи за все пятилетие 1909–1913 годов — 240,8 млн руб. Прирост вкладов процентными бумагами за август 1914 — март 1915 года — 71,1 млн руб. — почти равен суммарному приросту вкладов процентными бумагами 1909–1913 годов — 73,7 млн руб.

На увеличение вкладов, помимо сухого закона, безусловно, повлияли и другие факторы, в первую очередь, правительственные пособия семьям призванных в армию. За 1914 год их выдано 267 млн руб., и сотням тысяч солдатских семей они были нужны по прямому назначению. Экономия от непокупки водки — минимум 421,5 млн руб., так что трезвость сыграла в росте сбережений не последнюю роль.

Предмет этой статьи не оценка сухого закона 1914 года в целом. Приведенная информация отчасти характеризует роль расходов на водку в структуре расходов населения до 1914 года и опровергает существование «нищей России» из народной публицистики и советских учебников. Масштаб и специфика затрат жителей страны на алкоголь показывают, что расходы представления слишком обедняют и упрощают жизнь населения нашей страны после 1861 г. Она была неизмеримо сложнее, и ее невозможно понять, в частности, без анализа государственной продовольственной помощи, динамики вкладов насе-

события



Не все жители России (примерно 175 млн человек в 1913 году) имели сберегательные книжки — на 1 января 1914 года их было 8,6 млн, на них лежало свыше 1,5 млрд руб., не считая вкладов процентными бумагами.

ления в государственные сберегательные кассы, развития кооперации, исследования транспортной и пассажирской статистики, объективного изучения аграрной реформы Столыпина, расходов населения на алкоголь и других феноменов, игнорируемых или замалчиваемых традиционной историографией. Не говоря о том, что постулаты последней не выдерживают серьезной проверки статистическими источниками.

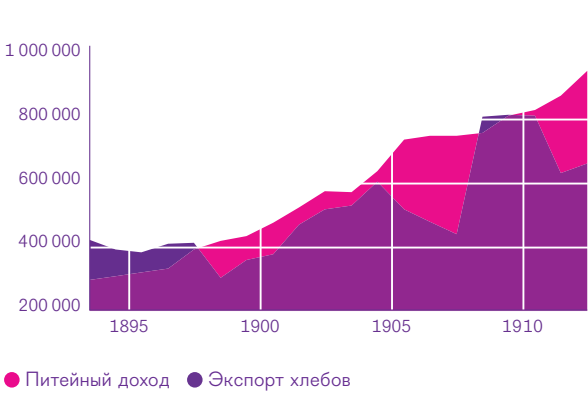
И, например, если во время «голода» жители наиболее пострадавших губерний тратят гигантские суммы на алкоголь, если в тех же губерниях растет наличность в сберегательных кассах и не сокращается брачность, то, может быть, стоит задуматься над тем, почему современные пессимистические оценки «голодовок» в царской России не совпадают с реальностью?

Во время голода 1920 – 1921 гг., голода 1932 – 1933 гг., во время блокады Ленинграда у миллионов действительно умиравших от голода людей не было возможности выбирать между хлебом и спиртным. Я уже не упоминаю о самом факте государственной продовольственной помощи пострадавшим, которая существовала до 1917 года.

Сказанное вовсе не означает, что в России все было хорошо, — в истории так не бывает в принципе. Достаточно вспомнить хотя бы сохранение сословно-тяглового строя и имперскую национальную политику конца XIX — начала XX вв., чтобы понять, что хорошо было далеко не все. Однако приведенные выше факты означают, что парадигма кризиса и пауперизации неверна, а стремление превратить катаклизмы 1917 г. в тот или иной вариант «хлебного бунта» неосостоятельно.

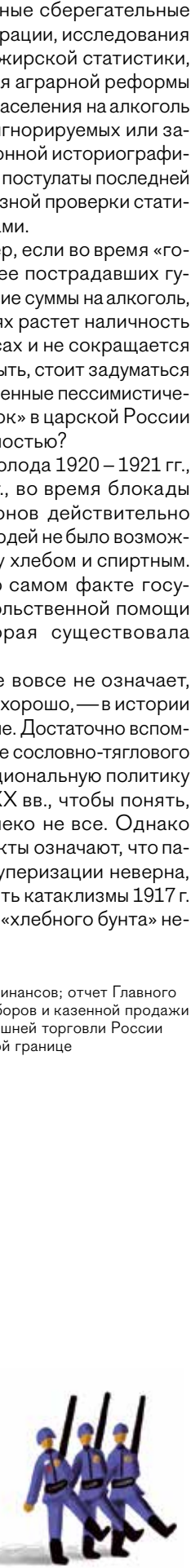
Ежегодник Министерства финансов; отчет Главного Управления неокладных сборов и казенной продажи питей за 1913 г.; обзор внешней торговли России по европейской и азиатской границе

рис. [01] —————> Сопоставление стоимости экспорта всех хлебов и питейного дохода в 1894 – 1913 гг.



● Питейный доход ● Экспорт хлебов

Традиционная историография более ста лет уверяет читателей, что из-за вывоза хлеба, который был главной статьей имперского экспорта, народ вынужден был голодать. Действительно, за предвоенное двадцатилетие 1894–1913 гг. Россия выручила от продажи всех хлебных грузов огромные деньги — 10361,7 млн руб., три годовых бюджета России 1913 года. Но за те же 20 лет питейный доход казны составил 11756,7 млн руб. То есть «голодающий» народ выпил водки на сумму, превышающую стоимость вывезенного за счет его голодного желудка хлеба на 13,5 %. Среднегодовая цена хлебного экспорта составила соответственно 518,1 млн руб., а питейного дохода — 588,3 млн руб. Средний ежегодный прирост стоимости вывезенных хлебов равнялся 20,9 млн руб., а питейного дохода — 35,1 млн руб., в 1,7 раза выше. Ввоз спиртного из-за границы не учитывался. В 1913 году питейный доход достиг астрономической цифры в 952,8 млн руб., т. е. был лишь на 16 млн руб. (примерно 1,5 %) меньше суммарного бюджета министерств военного, морского и народного просвещения; весь бюджет России в 1913 году составлял порядка 3,4 млрд руб. Если в 1894–1900 гг. среднегодовой вывоз хлеба стоил 384,1 млн руб., питейный доход составлял 358,3 млн руб., в 1901–1908 гг. — соответственно 492,4 млн руб. и 627,7 млн руб., а в 1909–1913 гг. — 746,8 млн руб. и 845,5 млн руб., то едва ли благосостояние жителей России понижалось.



Собранные казенными палатами в 1915 г. по заданию Министерства финансов отзывы податных инспекторов, председателей земских управ, городских голов и старост, фабричных инспекторов и т.д. и разнообразная статистика свидетельствуют: сухой закон, по крайней мере в первые 9 месяцев войны, разнообразно и благоприятно повлиял на жизнь страны.

зоология

Колебания численности
грызунов в северо-восточном
Приладожье имеют периодич-
ность в 35 лет. — «Экология», 2015, №1



ИТАР-ТАСС

энология

В виноматериале при
спиртовом брожении и биоло-
гическом кислотопонижении
в присутствии ферментов дрож-
жей и молочнокислых бактерий
протекают процессы декар-
боксилирования аминокислот
с образованием биогенных
аминов. — «Прикладная биохимия и микро-
биология», 2015, №1

генетика

Популяции из разных
географических регионов
соболя сохраняют свои
индивидуальные характери-
стики, несмотря на влияние
естественных и искусствен-
ных миграций. — «Генетика», 2015, №1



педагогика

Привлекательность
уроков физкультуры в школе
может быть повышена за счет
смены приоритетов учителя:
вместо выполнения спортивных
нормативов — максимальное
вовлечение учащихся. —
«Актуальные проблемы физической подготовки
силовых структур», 2014, №2

иммунология

Цельноклеточная
коклюшная вакцина более
эффективна, чем бесклеточ-
ная, что обусловлено, главным
образом, типом иммунного от-
вета. — «Биопрепараты. Профилактика,
диагностика, лечение», 2014, №4

В Петербурге созданы лечебные линзы на основе «умных» полимерных гидрогелей



текст	Сергей Иванчев доктор химических наук, член-корреспондент РАН
	Олег Примаченко кандидат химических наук
схемы	Мила Силенина
маргиналии	Анна Кольцова



Полимерные гидрогели для мягких контактных линз, разработанные в Санкт-Петербургском филиале Института катализа СО РАН, обладают эффектом памяти в отношении лекарственных препаратов и позволяют делать мягкие глазные линзы с заданным лечебным эффектом.

Капли в глаз закапывал каждый — процедура неприятная. Но помимо субъективного неудобства, закапывание (инстилляционная) имеет существенный объективный недостаток: концентрация лечебного препарата на роговице глаза максимальна несколько мгновений (иногда даже чувствуется жжение, а глаз краснеет), а потом быстро снижается, потому что препарат вымывается невольными слезами.

После появления контактных линз из мягких полимерных гидрогелей стал очевиден способ, как избежать недостатков инстилляционной. Лекарство могло бы вымываться из линзы в глаз постоянно и равномерно. Но просто это выглядит только на словах, на практике создать дозирующий полимерный гидрогель — сложная химическая задача.

Потребовалось четыре года, чтобы совместно с Клиникой офтальмологии (профессор Э. В. Бойко) и Научно-исследовательской лабораторией микрохирургии глаза и контактной коррекции зрения

Материал линз

Мягкие контактные линзы (МКЛ) изготавливают из гидрофильных полимеров, которые легко поглощают воду. Гидрогели представляют собой поперечно сшитые полимеры. В исходном состоянии, до гидратации, они похожи на жесткие полимеры — негибкие, ломкие и жесткие. При насыщении водой полимер становится мягким и гибким.

Гидрогель пронизан многочисленными порами, размеры и число которых у разных материалов отличаются друг от друга. Их размеры (0,5–3,5 мкм) слишком малы для микроорганизмов, но многие растворимые в воде препараты могут с легкостью диффундировать как в гидрогель, так и в обратном направлении.

Оптика линз

В отличие от очков, у контактных линз нет зазора между линзой и глазом. Это так называемое вертексное расстояние составляет для очков в среднем 12 мм. Отсюда существенные оптические последствия для близоруких людей.

Во-первых, при разной близорукости глаз у контактных линз меньше разница в размере изображений на сетчатке двух глаз. Во-вторых, для достижения одной и той же степени оптической коррекции достаточно меньшей оптической силы линзы — по сравнению с очками. В-третьих, поле зрения не заслоняется оправой очков.

(профессора В. Н. Павлюченко и В. Ф. Даниличев) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова придумать и испытать мягкие контактные линзы с жестко заданными лечебными свойствами.

Как синтезируют «умные» гидрогели

Акцент был сделан на разработку лечебных мягких контактных линз (ЛМКЛ) на основе «умных» полимерных гидрогелей с эффектом памяти. Эффект памяти возникает при матричном синтезе гидрогеля в водной среде в присутствии лекарственного вещества, используемого в качестве шаблона, — оно отмывается по завершении синтеза. После отмытки лекарства-шаблона ЛМКЛ снова насыщается лекарством — уже действующим.

При правильно выбранных условиях синтеза у гидрогеля возникает нанопористая структура — она не просто помнит то лекарство, вместе с которым шла сополимеризация геля, но помнит его настолько хорошо, что сорбирует его в 2–3 раза больше.

Максимальная сорбционная емкость геля линзы очень важна, потому что сама линза маленькая, с небольшой массой, а поддерживать терапевтическую (лечебную) концентрацию лекарства во влаге перед роговицей глаза надо максимально долго.

Изменяя структуру и химический состав пористого гидрогеля, можно улучшить совместимость гидрогеля и лекарства, повысить сорбцию лекарства в ЛМКЛ и продлить время его выделения из линзы в нужной концентрации.

Чем насыщают лечебные линзы

Для офтальмологов преимущества ЛМКЛ очевидны. Зона поступления лекарства локализована в области роговицы глаза, через которую препарат преимущественно поступает во внутренние структуры глаза. Практически отсутствуют потери лекарства при его десорбции из ЛМКЛ внутрь глаза. Исключается опасность воздействия высоких концентраций препаратов, чего часто невозможно избежать при инстилляционной лекарству.

Физиология линз

Прозрачная оболочка глаза — роговица потребляет кислород из атмосферного воздуха, а не из крови. Контактные линзы ограничивают доступ кислорода к роговице и затрудняют удаление продуктов обмена веществ. У мягких и жестких контактных линз компенсация этого явления проходит по-разному.

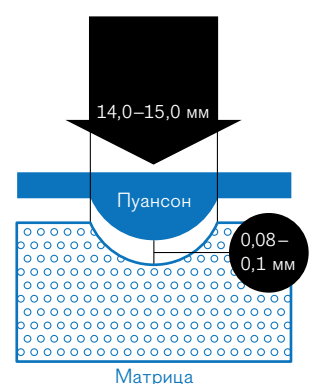
При ношении традиционных жестких линз, которые меньше по размерам и имеют большую подвижность на глазном яблоке, газообмен роговицы идет с помощью слезной жидкости с растворенным в ней кислородом.

Мягкие линзы пропускают воздух. Собственно революция в мире контактных линз произошла, когда стало возможным изготовление тонких линз с большой кислородопроницаемостью. Сегодня мягкие контактные линзы носят около 90% пользователей контактными линзами в мире.

рис. 01 — Процесс получения «умных» полимерных гидрогелей с эффектом памяти



рис. 02 — Форма для реакционного формирования ЛМКЛ



Получены гидрогели с эффектом памяти с содержанием антибиотиков класса цефалоспоринов II – IV поколения (цефазолин, цефотаксим, цефепим) и фторхинолонов II – IV поколения (оксифлоксацин и гатифлоксацин) и комбинацией лекарственных препаратов: антибиотик — противовоспалительный препарат (диклофенак). Разработана и технология получения ЛМКЛ на основе сополимеров 2-гидроксиэтилметакрилата методом полимеризационного формования в специально разработанных формах [рис. 02].

Комбинация лекарственных препаратов (антибиотик + диклофенак) при насыщении ЛМКЛ позволяет варьировать скорость выделения препаратов из ЛМКЛ за счет химического состава и особой структуры «умного» гидрогеля, и можно направленно регулировать поступление конкретного лекарственного компонента (антибиотика или противовоспалительного вещества) из ЛМКЛ в зону поражения.

Проще, безопаснее, эффективнее, дешевле

Все эти разработки защищены патентами и уже внедрены в практику Клиники глазных болезней Военно-медицинской академии, 442-го Окружного военного клинического госпиталя, Областной клинической больницы, Железнодорожной клинической больницы, Больницы объединения «Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге.

Клинические испытания свидетельствуют о простоте применения и безопасности «умных» ЛМКЛ.

Что же касается их эффективности, то, по сравнению с другими способами введения лекарств, в частности инстилляцией, более чем в 10 раз увеличивается биодоступность лекарства (количество препарата, достигающее до места его действия). Появляется возможность пролонгированного выделения требуемой концентрации лекарств внутрь глаза. Снижается риск инфекционных осложнений при повреждениях глаз и оперативных вмешательствах.

Стоимость лечения тоже, кстати, снижается — на 15–25% за счет экономии лекарств и рабочего времени медицинского персонала. Сокращается время пребывания больного в стационаре — в среднем на одни сутки. Появляется возможность перейти к амбулаторной хирургии некоторых глазных болезней.

Это только начало. Учитывая разнообразие лекарственных препаратов, новые ЛМКЛ на основе «умных» гидрогелей могут быть положены в основу клинического и оперативного лечения инфекционных заболеваний глаз. Они сократят длительность лечения при травмах глаз различного происхождения (ранения, химические и термические ожоги). Будут полезны для профилактики глазных болезней и косметологических целей. Разработка материалов для таких линз — наглядный пример симбиоза достижений материаловедения, химической, фармакологической и медицинской промышленности.

Павлюченко В.Н., Иванчев С.С. Композиционные полимерные гидрогели (обзор). // Высокомолекулярные соединения, Серия А. 2009. Т. 51. №7. С. 1075-1095

Примаченко О.Н., Мариненко Е.А., Иванчев С.С. Полимерные гидрогели для иммобилизации лекарственных веществ, обладающие эффектом памяти. // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. 2014. Т. 56. №6. С. 552-560

Определено назначение и состояние сельскохозяйственных земель европейской части России

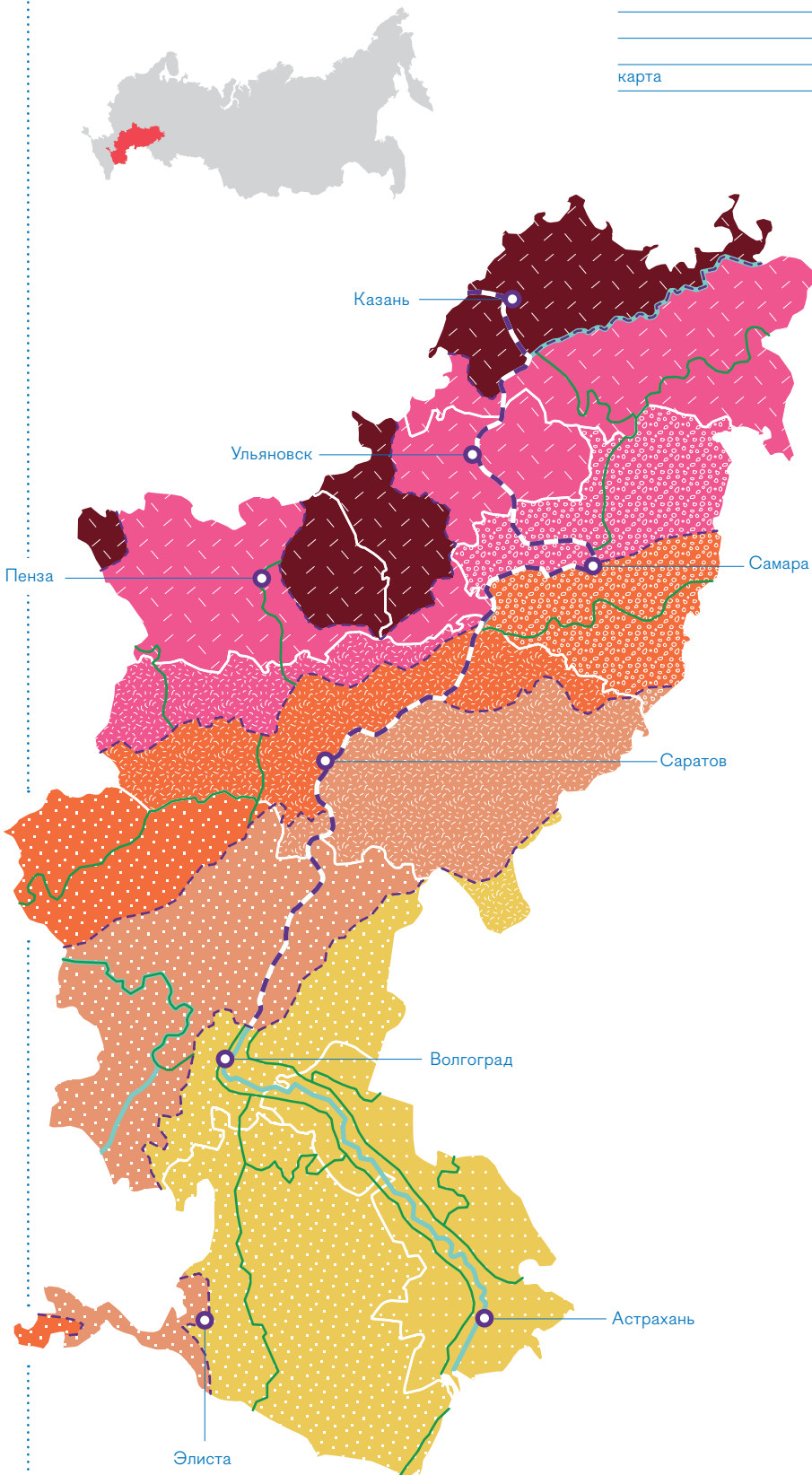


рис. 01 → Пример районирования (Поволжский район)

- Широколиственно-лесная зона
- Лесостепная зона
- Степная зона
- Сухостепная зона
- Полупустынная зона

текст	Людмила Трофимова
	кандидат сельскохозяйственных наук
	Елена Яковлева
	старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса
карта	Елена Бялая

Природные кормовые угодья России занимают 92 млн га из общей площади страны в 1,7 млрд га — то есть всего 5,5%. Но функция природных кормовых угодий далеко не исчерпывается питанием животных: это один из основных компонентов биосферы, они стабилизируют среду, выполняют природоохранные задачи в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние страны.

Современное понимание агропромышленного развития состоит в разнообразии сельскохозяйственных технологий и максимальной адаптации их к конкретным агроклиматическим, ландшафтным, экологическим, почвенным, растительным, социальным и экономическим условиям территорий — от небольшого хозяйства до региона России. Поэтому и необходимо районирование земель — оно позволяет дифференцировать их агроэкологические свойства, учесть природные и хозяйственные особенности агроландшафтов и обоснованно применять сельскохозяйственные технологии.

Сейчас проводится третье районирование природных кормовых угодий. Исследования, проведенные под руководством академиков Александра Жученко, Александра Каштанова и других ученых, показали, что при районировании территории для сельскохозяйственных целей научно обосновано совместное использование двух подходов: эколого-ландшафтного и агроэкологического, объединяющее преимущества обоих методов.

В основу агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий положены природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда, агроклиматическое районирование, ландшафтно-экологическое и почвенно-экологическое районирование; использованы также современные геоботанические и эколого-географические карты, фондовые данные ВНИИ кормов и современные данные Федеральной службы земельного кадастра России, а также литературные источники.

В 2001–2014 гг. в лаборатории геоботаники ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса разработано агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий восьми природно-экономических районов России: Волго-Вятского, Поволжского [рис. 01], Северо-Западного, Северо-Кавказского, Северного, Централь-

но-Черноземного, Центрального, Уральско-го. Для каждого создана карта районирования с подробной легендой, в которой дана характеристика всех выделенных единиц районирования.

Общая площадь восьми природно-экономических районов — 431 979,1 тыс. га; сельскохозяйственных угодий — 35%, из них природных кормовых угодий — более 12%, леса и лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, занимают 43%, под водой 4%, под дорогами и застройками находится более 2%, болота занимают 7%, нарушенные и прочие земли — 8%. Около 62% площади сельскохозяйственных угодий — пашня, 36% — сенокосы и пастбища, причем площадь пастбищ почти вчетверо больше, чем сенокосов [рис. 02].

Больше всего природных кормовых угодий в Поволжском (16,6 млн га) и Уральском (14,0 млн га) природно-экономических районах. Меньше всего — в Северном (1,4 млн га) и Северо-Западном (1,6 млн га). В Северном природно-экономическом районе преобладают сенокосы, площадь которых в 2,2 раза превышает площадь пастбищ, в Северо-Западном — сенокосы и пастбища представлены в равной степени, а в других природно-экономических районах преобладают пастбища, площадь которых в 1,8–13,7 раза больше площади сенокосов.

При движении с севера на юг и юго-восток европейской части России доля природных кормовых угодий в структуре земель увеличивается. В Северном природно-экономическом районе сенокосы и пастбища занимают 1% от общей площади, а в Северо-Кавказском и Поволжском — 27% и 31%.

Доля природных кормовых угодий в структуре сельскохозяйственных угодий выглядит иначе: наибольшая в Северном районе — 50%, в Центральном снижается до 29%, в Волго-Вятском — до 25%, в Центрально-Черноземном — до 21% от площади сельскохозяйственных угодий.

Районирование позволило выделить в европейской части России на равнинной территории 9 зон, 32 провинции, 148 округов, в горах — 9 горных провинций. Больше всего зон выделено в Поволжском (5) и Уральском (6) природно-экономических районах, которые вытянуты в меридиональном направлении более чем на 1000 км.

Районирование показало значительное развитие негативных процессов на сельскохозяйственных угодьях: земли нарушены водной и ветровой эрозией, переувлажнены и заболочены; есть угодья с кислыми и каменистыми почвами.

Негативные процессы на сенокосах европейской части России — это, в первую очередь, повышенная кислотность почв (27% площади сенокосов), переувлажнение (22%), заболоченность (21%), а также эрозионная (21%) и дефляционная (10%) опасность, около 15% сенокосов расположены на засоленных почвах и солонцовых комплексах, более 12% заросли кустарником и лесом.

На пастбищах европейской части России, оттесненных на наиболее неудобные земли, часто на склоны, нередко с песчаными почвами, основные негативные процессы связаны с эрозионной (36% площади пастбищ) и дефляционной (40%) опасностью, а также со значительным распространением засоленных почв и солонцовых комплексов (44%). Более 25% площади пастбищ уже эродированы и около 12% дефлированы.

Районирование показывает, что нужно улучшать состояние сенокосов и пастбищ европейской части России: провести мелиоративные мероприятия, на засоленных почвах целесообразна фито- и химическая мелиорация, не обойтись и без агротехнических мероприятий — иначе кормовые угодья зарастут кустарником и лесом или станут жертвой эрозии и дефляции.

ВНИИ кормов районирует Россию в третий и в то же время в первый раз

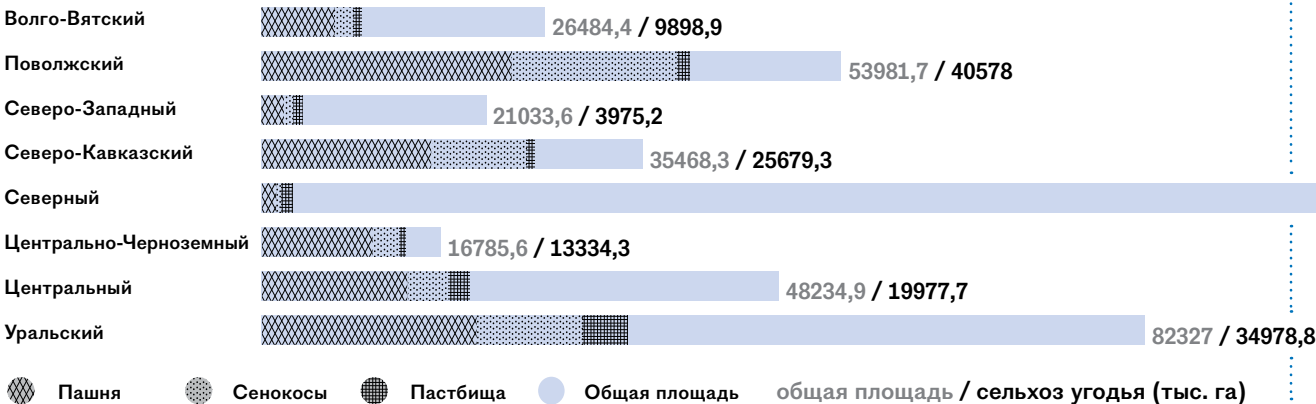
Впервые районирование было проведено в 1932 – 1935 годах под руководством Леонтия Раменского по заданию Наркомзема и имело своей целью осуществить первую в истории государства инвентаризацию природных кормовых угодий на территории СССР, дать оценку кормовых ресурсов и определить перспективы рационального использования и улучшения пастбищ и сенокосов.

Второе районирование кормовых угодий на территории СССР было выполнено в 1971–1980 годах. Оно обобщило накопившиеся к тому времени материалы обследования природных кормовых угодий Гипроземов, которые покрывали до 80% территории страны.

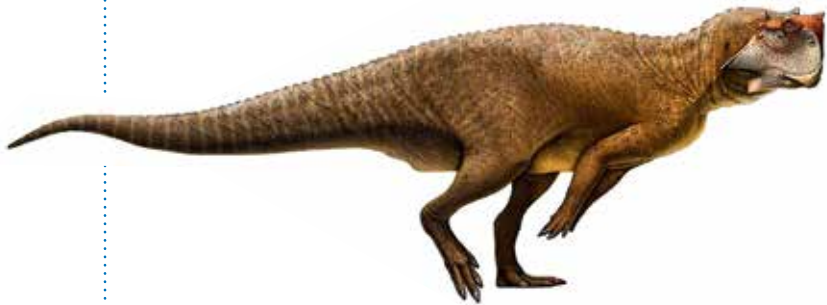
Третье районирование природных кормовых угодий впервые охватывает территорию только России и проводится во исполнение стратегии адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Эта стратегия предусматривает низкозатратность сельхозпроизводства, то есть ресурсо- и энергосбережение, его устойчивость и бережное отношение к окружающей среде.

Важная задача третьего-первого районирования — не-пременное использование современной картографической основы и привязка границ и содержания природных выделов районирования к административным границам экономических районов и регионов России.

рис. 02 —→ Пахать, косить, пастись: распределение типов земель по природно-экономическим районам



01



02

01

Череп взрослой особи пситтакозавра

02

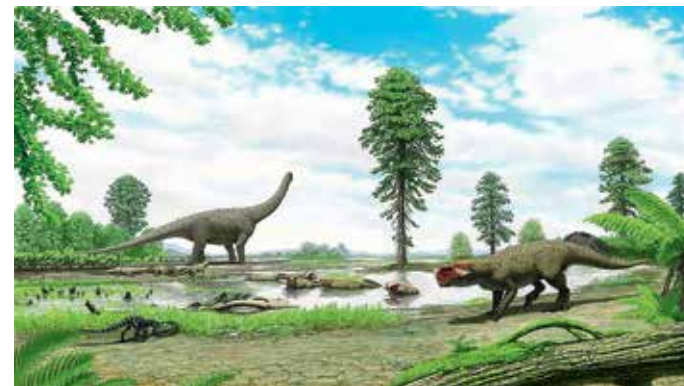
Реконструкция внешнего вида сибирского пситтакозавра — наиболее крупного представителя этого рода с длиной тела более 2,5 м. Художник Андрей Атучин

03

Реконструкция раннемелового пейзажа. На переднем плане слева пситтакозавр сибирский, справа некрупная крокодилообразная рептилия тагарозух Кулемзина. На заднем плане стадо пситтакозавров в водоеме и гигантский растительноядный динозавр из группы завропод. Реконструкция художника Андрея Атучина

04

Шестаковский яр — место, где в 1953 году были найдены первые остатки сибирских пситтакозавров



03



04

Уникальная событийная ситуация жизни и смерти сибирских ящеров-попугаев

В 1953 году московский геолог А. А. Моссаковский в обрыве реки Кии близ кузбасского села Шестаково [04] обнаружил фрагменты передней конечности не крупного растительноядного динозавра рода пситтакозавров (*Psittacosaurus* — 'ящер-попугай') [02]. Несколькими месяцами позже И. В. Лебедев из Томского университета нашел здесь череп и еще фрагмент передней конечности этого же вида динозавра. В 1954 г. Палеонтологический институт Академии наук СССР направил сюда своего сотрудника, специалиста по динозаврам А. К. Рождественского. Год был дождливее прошлого, и слои, в которых ранее нашли кости динозавров, оказалась под водами Кии.

Сибирское кладбище динозавров

В течение последующих лет никаких остатков динозавров в окрестностях села Шестаково найти не удавалось. Только в 1990-х годах настойчивость палеонтологов была вознаграждена. В том же обрыве реки Кия (Шестаковский яр) впервые в Сибири были найдены мезозойские млекопитающие, а затем открыта богатая фауна, включающая в себя и несколько разных видов динозавров.

В 1995 г. сотрудник Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН Е. Н. Мащенко обнаружил здесь кости гигантских растительноядных динозавров группы титанозаврид. В том же году в 3 км от Шестаковского яра геолог В. И. Саев нашел несколько фрагментов скелетов пситтакозавров.

Позднее этот новый участок местонахождения получил особое название — «точка Шестаково-3». Именно здесь в 1997 г. наконец были найдены не отдельные кости этих динозавров, а их целые скелеты. Находки позволили установить, что пситтакозавры из Шестакова принадлежат к особому виду (самому крупному в своем роде), который получил наименование «пситтакозавр сибирский».

Летом 2014 г. сотрудниками Палеонтологического института РАН и Кемеровского областного краеведческого музея были возобновлены раскопки на местонахождении Шестаково — 3. Уже в ходе рекогносцировочных работ удалось найти несколько костей динозавров. Последующие раскопки, продолжавшиеся в течение двух месяцев, превзошли все ожидания. Большое количество скелетов пситтакозавров, которые были обнаружены в 2014 году, заставили заговорить во всем мире о «сибирском кладбище динозавров».

Что же представляет собой это кладбище древних ящеров и почему на одном из его участков удалось сделать уникальные находки, позволившие приоткрыть окно в давно исчезнувший мир начала мелового периода?

текст

Евгений Мащенко

кандидат биологических наук

Константин Тарасенко

кандидат биологических наук

Алексей Лопатин

член-корреспондент РАН

Кузбасс мелового периода

В начале мелового периода 130–120 млн лет назад значительную часть юга Кемеровской области занимало мелко-водное море. На месте Шестакова располагалась приморская равнина. Климат был жарким и, видимо, сезонным, когда сухие периоды чередовались с более влажными. Несмотря на жаркий и сухой климат, вода и растительность давали возможность существовать здесь разным животным (сейчас описано более 25 видов наземных позвоночных), включая очень крупных динозавров — завропод с длиной тела более 20 м. Отдельные кости позвоночных в отложениях огромного Шестаковского яра обнаруживаются случайно практически во всех слоях этого местонахождения. Кости других динозавров, а также черепов, крокодилов, птерозавров, ящериц, амфибий и млекопитающих не образуют больших скоплений. Но наиболее часто встречающиеся в Шестакове животные — пситтакозавры.

Во время раскопок 2014 года в районе точки Шестаково-3 удалось найти скопление из сотен остатков этих динозавров — на относительно небольшом участке, в костеносной линзе длиной 4,5, шириной 1,5 м и мощностью 0,4 м. По предварительным оценкам, здесь сохранились остатки минимум 10 особей сибирских пситтакозавров разного возраста, от детенышей длиной менее полуметра до крупных особей длиной почти три метра. Большая часть — целые скелеты очень хорошей сохранности.

Жизнь и смерть кемеровских ящеров

Можно предполагать, что древняя равнина не была одним огромным болотом. Свидетельство тому — найденное здесь в 2006 году яйцо динозавра диаметром около 25 мм. Яйца динозавров слишком хрупкие, они не сохраняются, если их переносит вода, а сами кладки всегда расположены на суше.

По-видимому, пситтакозавры более, чем другие обитатели Шестаковской приморской равнины зависели от прибрежных участков, что и могло их губить при неожиданных подъемах воды. Скопление целых скелетов пситтакозавров разного возраста позволяет считать, что эти животные образовывали группы-стада. Такой образ жизни предполагает сложное групповое поведение и взаимодействие между особями. Большое количество животных одного вида может свидетельствовать либо о том, что они постоянно погибали на берегах водоемов, увязали или тонули на опасных участках при передвижении групп, либо о том, что эти животные много времени проводили в воде, где и погибали. Причины хорошей сохранности костей пситтакозавров в костеносной линзе обусловлены, очевидно, малой мощностью потока, которой не хватило на то, чтобы растащить на части туши животных..

Многие повреждения костей (переломы бедренных, тазовых, плечевых костей, грудных и шейных позвонков) произошли уже после смерти животных. Вполне возможно, что массовая гибель пситтакозавров здесь была не случайна и повторялась периодически в связи с сезонами дождей и подтоплением прибрежных территорий временными водно-грязевыми водотоками, которые сменяли периоды засухи. Об этом говорят находки частей скелетов пситтакозавров на соседних участках Шестаково-3.



05 Сибирский ящер-попугай — особый вид растительноядных динозавров рода пситтакозавров

Почему в России пока мало динозавров

В России до начала XX века находок динозавров не было, что немало удивляло зарубежных палеонтологов. Первая отечественная находка была сделана в 1900 году на Дальнем Востоке полковником Генерального штаба М. М. Манакиным. Но несколько костей динозавров он обнаружил не на российской территории, а на сопредельной — на правом берегу Амура (Лунгушань в китайском уезде Цзяньин).

В 1916–1917 годах экспедицией Русского геологического комитета под руководством Н. П. Степанова здесь проводились раскопки. По найденным костям профессор Горного института Анатолий Николаевич Рябинин описал три новых вида динозавров: два вида растительноядных гадрозавров — манчжурозавра (*Mandschurosaurus amurensis*) и зауролофа (*Saurolophus krystofovici*), а также хищного динозавра *Albertosaurus periculosus*.

Первых динозавров на территории России тоже нашел А. Н. Рябинин — на реке Амур около Благовещенска. Но из-за скромного количества находок и событий революции и гражданской войны о местонахождениях на Амуре на многие годы забыли.

В 1914 г. в Читинской области была найдена часть стопы динозавра, и А. Н. Рябинин занялся ее изучением. Динозавр получил формальное наименование *Allosaurus sibiricus*. За немногими исключениями, последующие находки костей динозавров в России были настолько фрагментарны, что по ним невозможно было сделать детальных научных описаний.

Долгое время единственной существенной находкой динозавров на территории России был сахалинский динозавр длиной примерно 7,6 м. Он был найден в 1934 году, в поселке Синегорск на Южном Сахалине, временно принадлежавшем тогда Японии. Японский исследователь Нагао Такуми назвал его «ниппонозавр сахалинский» (*Nipponosaurus sachalinensis*). Он относится к группе гадрозавров, которые жили в меловую эпоху (100–65 млн лет назад) и в Азии, и в Северной Америке. Скелет ниппонозавра хранится в музее университета Хоккайдо.

Немногочисленность находок динозавров в России имеет объяснение. Динозавры жили в мезозойскую эру, 225–65 млн лет назад. Геологические отложения этого времени на территории России чаще всего морские, поэтому в них обычно и находят остатки морских беспозвоночных и изредка кости мезозойских морских рептилий. Кроме того, значительная часть мезозойских отложений на территории России разрушена в последующие геологические эпохи.

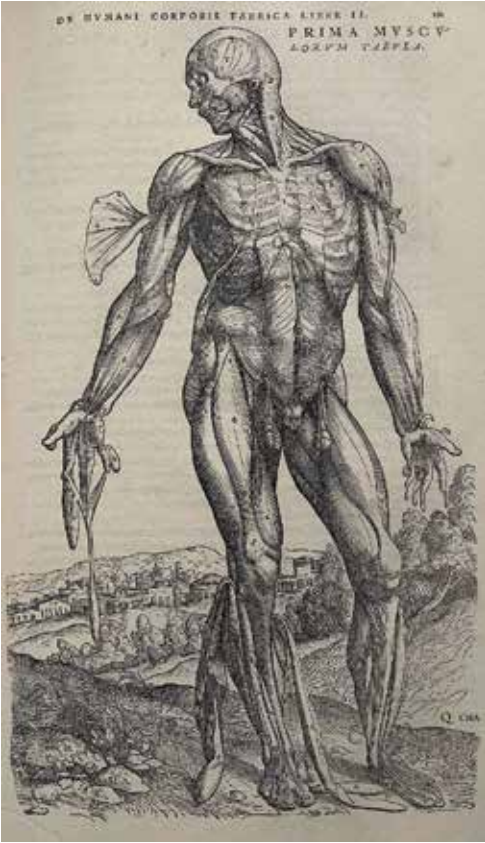
Разрозненные кости и зубы были найдены в юрских отложениях Подмосковья, Красноярского края, Тувы, в меловых породах Поволжья, Белгородской и Курской областей. Но кладбища «российских динозавров», подобные американским и центральноазиатским, отсутствовали. Тем не менее попытки их найти предпринимались вновь и вновь — и увенчались успехом.

В 1984 году палеонтологом Ю. Л. Болотским из Амурского музея естественной истории было найдено около Благовещенска большое Кундурское местонахождение конца мелового периода — не просто с отдельными костями динозавров, а со скоплениями скелетов очень крупных видов этих животных с длиной тела более 10 м.

При раскопках 1991 года на участке всего в 200 квадратных метров было обнаружено несколько сотен костей растительноядных гадрозавров. Эти динозавры получили видовое название «амурозавр Рябинина» (*Amurosaurus riabinini*). В 1999 году был найден почти полный скелет 12-метрового гадрозавра, отнесенного к новому роду олорититан (*Olorititan arharensis* — «исполиный лебедь»); это первый динозавровый скелет в естественном сочленении, найденный на территории России. Позднее в этом же районе на берегах Амура и Зеи было открыто еще пять местонахождений динозавров, изучение которых продолжается до настоящего времени. До конца XX века единственными крупными местонахождениями динозавров в России оставались дальневосточные. Теперь к ним прибавилось еще одно — на юге Западной Сибири, в селе Шестаково.

Репродуктивная функция обращена в будущее и поэтому очень ранима

текст	Владимир Божедомов
	доктор медицинских наук, профессор
иллюстрации	Анна Кольцова



01 В эволюционном смысле мужчины слабей женщин, они расходный материал эволюции

Если название специальности «гинеколог» или «уролог» ни у кого не вызывает ни вопросов, ни сомнений, то о специальности «андролог» многие вообще никогда не слышали. В эволюционном смысле мужчины слабей женщин, они расходный материал эволюции. Но сейчас «расход» стал так велик, что количество здоровых мужчин достигло критически низкого уровня. Именно это и вызвало к жизни андрологию как практическую специальность — она родилась на стыке урологии, эндокринологии, дерматовенерологии и других медицинских дисциплин. Но гинекологов в России более 40 тыс., урологов — 6 тыс., а андрологов — еще в разы меньше.

Среди более 7000 обследованных автором этой статьи российских мужчин, впервые обратившихся к врачу по поводу репродуктивного здоровья (средний возраст — 53 года), более половины курит, а избыточный вес (то есть индекс массы тела более 25) — более чем у 70%; 90% не несет минимально необходимой (180 минут в неделю при частоте пульса не менее двух третей от максимально возможной: 200 минус возраст) физической нагрузки. Все это плохо сказывается на репродуктивных способностях [рис. 01].

Россия умножилась

В России в 2013 году впервые за последние 20 лет наблюдался естественный прирост населения: 24 тыс. человек или 0,17 %. Прежде была естественная убыль: в 2012 году — 4,3 тыс. человек, или –0,9 %, в 2005 году — 847 тыс. человек, или –5,9 %, в 2000 году, — 958 тыс. человек, или –6,6 %.

рис. 01 → Причины расстройства половой функции у мужчин

							
Нарушения эякуляции	Воздействия окружающей среды	Приобретенные	Анатомические	Аномалии развития и строения	Нарушения качества спермы	Гормональные причины и нечувствительность к андрогенам	Идиопатические причины
● анэякуляция ● ретроградная эякуляция ● сексуальная дисфункция	● перегревание ● психологические стрессы ● вибрация ● неионизирующее электромагнитное излучение (СВЧ, мобильные телефоны) ● вредные привычки ● химическое загрязнение ● ятрогенные (вызванные различными методами лечения) ● хирургические вмешательства (простатэктомия, вазорезекция, кистотомия и гидроцелэктомия)	● тестикулярные травмы, инфекции ● простатит ● эпидидимит ● орхит ● рак яичка ● системные заболевания (диабет, ХПН) гипотиреоз ● аутоиммунные реакции против сперматозоидов ● злокачественные новообразования ● возраст (больше 40 лет)	● варикоцеле ● обструктивная азооспермия недоразвитие семявыносящего протока ● недостаточность придатка яичка	● специфические генетические синдромы — синдром Клайнфельтера ● недостаточность половых желез (гипергонадотропный гипогонадизм) ● синдром клеток Сертоли ● нарушение транспорта спермы (парез семявыносящих путей)	● гипосперматогенез (арест сперматогенеза) ● аномалии строения сперматозоидов	● гипогонадотропный гипогонадизм гиперпролактинемия ● синдром нечувствительности к андрогенам	● полиморфизм генов и точечные мутации

Конечно, на фармацевтическом рынке много лекарств, позволяющих лечить нарушения сексуальной функции; есть и высокотехнологичные хирургические методы, среди которых имплантация многокомпонентных протезов, способных помочь в безнадежных случаях (многолетний диабет, выраженный склероз сосудов, фиброз кавернозной ткани и др.). Но тут необходимо подчеркнуть, что даже нормальная половая функция отнюдь не означает, что мужчина плодит: импотент может быть фертильным и наоборот. Репродуктивная функция не поддерживает жизнь организма, она обращена в будущее и, вероятно, поэтому очень ранима. Часто причины нарушения качества спермы и вовсе не понятны.

Иногда виноваты генетические дефекты. Образование и созревание сперматозоидов регулирует более 2000 генов, дефекты в любом из них могут привести к бесплодию. Дополнительная сложность в том, что стандартный анализ спермы (эякулята) будет как бы нормальным. Такие нарушения достигают 30% случаев и не видимы большинству урологов и гинекологов. Чтобы эти нарушения обнаружить, нужны специальные методы исследования в андрологической лаборатории.

Низкое качество спермы — причина не только бесплодного брака, но нарушений развития плода, выкидышей (до 40% — из-за мужчин!), врожденных аномалий и даже рака у детей.

Все большее значение приобретает возрастной фактор — пары планируют рождение ребенка в значительно более позднем возрасте, чем в прошлые десятилетия. Возраст первичного обращения мужчины по поводу отсутствия желаемой беременности, по данным автора, — около

От 4% до 17% супружеских пар (зависит от региона) бесплодны

40%

женское бесплодие

40%

мужское бесплодие

20%

сочетанное бесплодие

33 лет, когда репродуктивный потенциал естественным образом начинает снижаться. Если роль женского возраста старше 35 лет в бесплодии и привычном невынашивании беременности признана давно, то роль возраста мужчины стала темой обсуждения в последнее десятилетие. Оказалось, что от мужчин старше 40–45 лет не только снижается вероятность забеременеть даже у молодых женщин, но повышается вероятность выкидышей и рождения детей с аномалиями.

Ключевое условие охраны репродуктивного здоровья — первичная профилактика: исключение всех возможных факторов риска заболевания. Их можно разделить на три уровня.

Во-первых, это индивидуальная профилактика, особенности поведения конкретного мужчины: это возраст вступления в брак и планирования беременности, особенности питания, физическая активность, перегревание, рискованное сексуальное поведение (в т. ч. отказ от барьерной контрацепции), тестикулярные травмы, курение, наркотики и др.

Во-вторых, групповая профилактика — работа с производственными вредностями, учет особенностей профессиональной деятельности, борьба со стрессами.

В-третьих, популяционная профилактика — приходится обращать внимание на загрязнение окружающей среды различных типов.

Вторичная профилактика включает в себя современные, своевременные и адекватные методы обследования и лечения.

Третичная профилактика репродуктивных проблем — это снижение риска врожденных аномалий, когда

в репродуктивном процессе начинает принимать участие врач.

Разумеется, у репродуктивного здоровья есть и социально-экономический аспект: семья должна иметь возможность вырастить желаемое количество детей, дать им образование и воспитание, позволяющее им, в свою очередь, иметь своих детей.

Число детей не зависит от экономического статуса семьи и региона, главное — желание супругов. Когда они решают, иметь или не иметь ребенка, численность национального или мирового населения заботит ее меньше всего. Поэтому повышение престижа многодетной семьи и культивирование традиционных ценностей — важный компонент социальной политики государства.

Что, конечно же, не исключает ее экономической поддержки.

Что такое репродуктивное здоровье

Это состояние полного физического, умственного и социального благополучия, а не просто отсутствие болезней или недугов во всех вопросах, касающихся репродуктивной системы и ее функций и процессов.

Охрана репродуктивного здоровья определяется как сочетание методов, способов и услуг, которые способствуют репродуктивному здоровью и благополучию за счет предупреждения и устранения проблем, связанных с репродуктивным здоровьем. Она включает в себя охрану сексуального здоровья, цель которой — улучшение жизни и личных отношений, а не просто оказание консультативных и медицинских услуг.

Программа действий Международной конференции по народонаселению и развитию, Нью-Йорк, Организация объединенных наций, 1994 г.

Капли материнской крови достаточно, чтобы узнать все о будущем ребенке



Среди всевозможных генетических нарушений особое место занимают хромосомные анеуплоидии (нарушения числа хромосом). Такие отклонения, как синдром Эдвардса, синдром Патау и синдром Дауна отличаются тяжелыми физическими нарушениями, умственными отклонениями и при этом имеют достаточно большую частоту встречаемости. Анеуплоидии никак не наследуются, их возникновение не зависит от образа жизни матери, социального статуса — только от возраста родителей.

В современной стандартной медицинской практике в России принята двухступенчатая система скрининга беременных на наличие хромосомных анеуплоидий. На первом этапе проводится неинвазивное исследование: ультразвуковое обследование и биохимический анализ крови. Полученные косвенные данные не очень точны и позволяют лишь сформировать группу риска беременных с повышенной вероятностью проблем у плода. Всем попавшим в группу риска по показаниям неинвазивного исследования, а также просто тем, кому 35 лет или больше, предлагается пройти инвазивное исследование: забор образца ткани плаценты или амниотической жидкости и цитогенетический анализ его хромосомного набора — кариотипирование. Этот метод обладает очень высокой степенью достоверности, однако чреват осложнениями и даже незапланированным прерыванием беременности.

Можно ли обойтись малой кровью? Оказалось, что да, причем буквально. Небольшие фрагменты плодного генома проходят через плацентарный барьер и попадают в кровоток матери. Внеклеточная ДНК (вкДНК) была обнаружена в 1948 году французскими учеными Манделем и Метэ, еще до открытия знаменитой двойной спирали и окончательного подтверждения, что

По данным фонда «Даунсайд ап», в России ежегодно рождаются 2500 детей с трисомией 21-й хромосомы (синдромом Дауна). Появление ребенка с такой генетической патологией часто неожиданно и настолько пугает неподготовленных родителей, что они предпочитают отказаться от новорожденного. Согласно статистике, 85% семей оставляют детей, родившихся с синдромом Дауна, в роддоме.

Надо жить

«Ни гемофилия, ни синдром Дауна не настолько ужасны для самих больных, чтобы сделать их жизнь безрадостной. Прекращать беременность при выявлении подобного синдрома — с намерением родить потом другого, здорового ребенка, — значит расценивать плод как нечто заменяемое».

Питер Сигер, австралийский философ



именно ДНК является носителем генетической информации. ВкДНК представляет собой остатки ядерного материала разрушенных клеток и присутствует в норме даже у здоровых людей, например, как результат перестроек мышечной и жировой ткани после занятий спортом; значительное повышение ее концентрации может свидетельствовать о развитии тяжелой болезни воспалительного, аутоиммунного или онкологического характера. Полвека спустя группа оксфордских исследователей показала наличие плодной вкДНК у беременных: она появляется в результате естественного распада клеток трофобласта, плаценты и гемопозитических клеток. Появление плодной вкДНК в крови матери заметно после пятой недели беременности, со временем ее количество увеличивается и к десятой неделе составляет в среднем 10–15 %. С момента открытия предлагалось использовать этот феномен для безопасной проверки общих генетических характеристик плода. Практически сразу были разработаны неинвазивные методики определения резус-фактора и пола будущего ребенка, однако более тонкие методики, вроде подсчета числа хромосом, классическим методам молекулярной биологии оказались не под силу. На помощь пришли технологии массового параллельного секвенирования (чтения) ДНК, которые бурно развивались с конца 2000-х годов.

Российские генетики из компании «Геноаналитика» разработали так называемый «ДОТ-тест»: систему диагностики основных трисомий плода по материнской крови. За 2014 год по ней было проанализировано более тысячи образцов из двенадцати регионов РФ, а полученные показатели чувствительности (99,8%) и специфичности (99,6%) не уступают иностранным конкурентам. Суть методики проста. У беременной

текст	Катерина Пантюх аспирант кафедры биотехнологии МГУ им. Ломоносова
иллюстрация	Хадия Улумбекова
маргиналия	Анна Кольцова



В крови больных раком концентрация вкДНК также увеличивается, значит, по ней можно рано диагностировать онкозаболевания. Такой анализ не дороже магнитно-резонансной томографии, можно точно установить подтип опухоли и начать быстрое и безопасное высокоспецифическое лечение.

Первой в 2011 году коммерческий сервис неинвазивной пренатальной диагностики на основе вкДНК запустила американская Sequenom; тут же появились конкуренты — Verinata Health, Natera, Ariosa и др. Технологии конкурентов различаются лабораторными подходами и алгоритмами расчетов, но у всех чувствительность и специфичность не уступают инвазивным методам.

женщины берут небольшое количество венозной крови, из которой оставляют только плазму, выделяют ДНК и затем секвенируют. Геном плода представлен в вкДНК более или менее равномерно, соответственно увеличение представленности фрагментов, которые относятся к определенной хромосоме, теоретически должно свидетельствовать о трисомии по этой хромосоме. На практике все сложнее. Геном очень неоднороден и полон повторов, существуют участки, которые могут читаться чаще других, необходимо учитывать генетическое разнообразие человека и многое другое. Все это может приводить к ошибке во время подсчета равномерности распределения полученных на секвенаторе чтений. Поэтому при разработке алгоритмов анализа используются различные статистические модели, а входные данные тщательно фильтруются и корректируются.

Технология также предусматривает возможность определения инсерций и делеций отдельных участков хромосом при увеличении объема генерируемых секвенатором данных. Эти отклонения встречаются гораздо реже, чем трисомии, но не менее значимы для здоровья ребенка; при инвазивных обследованиях они могут остаться незамеченными. Существенно и то, что генетические пренатальные тесты изначально ориентированы на компьютерные расчеты, что позволяет исключить «человеческий фактор» как возможный источник ошибочных результатов.

Гораздо лучше, чем скрининг

В Федеральном научном центре акушерства гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова в 2014 году при поддержке Министерства образования и науки и Министерства здравоохранения проведена валидация метода высокопроизводительного секвенирования (NGS) для неинвазивной пренатальной диагностики генетических нарушений у плода. Обследовано более 200 беременных с высоким риском анеуплоидий у плода на сроке 10–20 недель беременности. Метод продемонстрировал высокую чувствительность и специфичность (93% и 99% соответственно) при выявлении анеуплоидий по 21, 18 и X хромосомам (синдромы Дауна, Эдвардса, Тернера), что существенно превосходит по диагностическим характеристикам существующие неинвазивные скрининговые методы.

Основываясь на проведенном исследовании, можно рекомендовать использование высокопроизводительного секвенирования в качестве теста для неинвазивного скрининга на анеуплоидии 21, 18 и X хромосом с последующим подтверждением положительных результатов инвазивными методами. Это позволит существенно сократить количество инвазивных диагностических процедур, сопряженных с риском потери беременности. — **Денис Ребриков**, доктор биологических наук, директор по науке «ДНК-Технология», научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических методов ФГУ НЦАГиП им. В.И.Кулакова

океанология

Разработано дистанционно управляемое мобильное устройство для обследования подводных конструкций в опасных условиях; устройство может менять ориентацию так же, как глазное яблоко. ————— «Нелинейная динамика», 2014, №4



материаловедение

Методом коэцертивной силы проведена оценка фактического состояния турбинных водоводов Саяно-Шушенской ГЭС. ————— «Известия

ВНИИ гидротехники им. Вedenеева», 2014, т. 271

химия

Металлургические шлаки следует исключить из перечня отходов производства и считать материалом, производимым металлургической отраслью. ————— «Материаловедение», 2015, №1

акустика

Наклон лопаток авиадвигателя по вращению рабочего колеса приводит к снижению шума — по сравнению с ненаклоненными лопатками. ————— «Акустический журнал», 2015, №1



ИТАР-ТАСС



растениеводство

С помощью жидких кристаллов исследовано влияние температуры воздуха и дождей на рост льна на молекулярном и надмолекулярном уровне. —————

«Жидкие кристаллы и их практическое использование», 2014, №3

Безотходное производство, на котором можно выполнять прежде невероятные задачи, — скорое будущее российских аддитивных технологий

текст

Егор Локотков

маргиналии

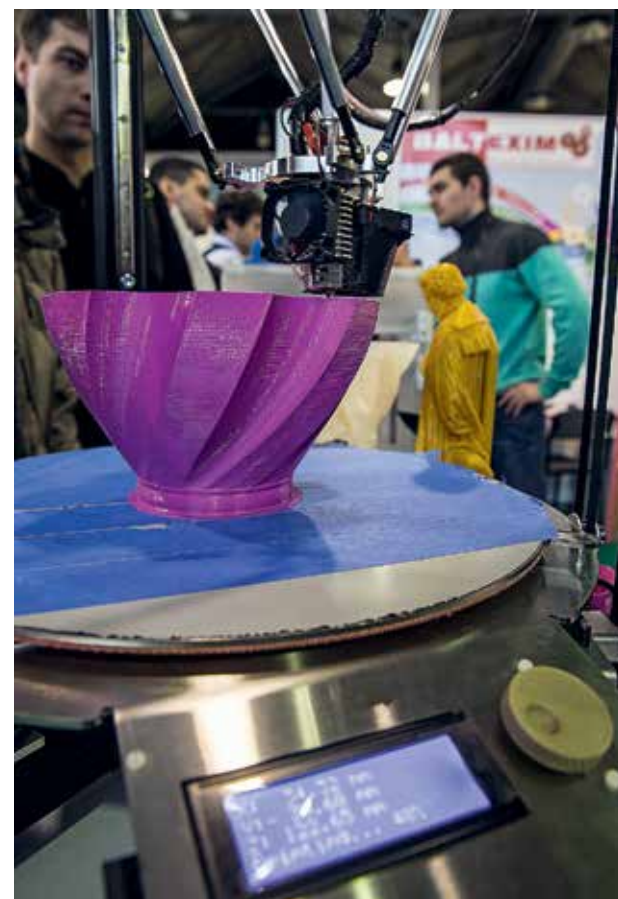
Александр Кольцов



01



03



02

На 3D-принтере можно напечатать почти все: от простейших игрушек **01** и умеренно сложных форм **02** до сложнoproфильных деталей авиадвигателей **03**. Кстати верхняя рука на фото **01** тоже напечатана.

Еще пару лет назад российские специалисты сетовали на крайне неблагоприятную ситуацию, складывающуюся с внедрением АF-технологий в российскую промышленность. Рынок аддитивных технологий, конечно, развивался, но происходило это очень медленно: Россия практически не участвовала в международных организациях, оказывающих значительное влияние на развитие АF-технологий в мире, у нас не было ни дорогостоящего высокотехнологичного оборудования, способного обеспечить высокое качество изделий, ни материалов (порошков) для 3D-машин, ни квалифицированного, специально обученного персонала. То есть в целом отсутствовала 3D-среда для аддитивного производства: 3D-проектирование и моделирование, САЕ- и САМ-технологии, технологии оцифровки и реинжиниринга, сопутствующие технологии.

Очевидно, эта проблема могла быть решена только при условии целенаправленного взаимодействия высшей школы, академической и отраслевой науки.

И вот, похоже, дело сдвинулось с мертвой точки: в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки 2014–2020» стартовали сразу три проекта по развитию отечественных аддитивных технологий: «Разработка нового поколения жаропрочных материалов» (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»), «Разработка технологий для изготовления и ремонта сложнопрофильных деталей газотурбинных двигателей» (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» — ВИАМ), «Разработка производства легких и надежных композитных конструкций для высокотехнологичных отраслей промышленности» (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет — СПбПУ).

Пока что о каких-то достижениях говорить рано, но первые результаты обнадеживают.

Выращиваем авиадвигатели

Аддитивные технологии (АF — Additive Fabrication), или технологии послойного синтеза, — одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства. Они позволяют на порядок ускорить научно-исследовательские разработки и изготовление опытных образцов, а в некоторых случаях — и производить готовую продукцию, когда нужна высокая точность деталей и/или важно уменьшить вес изделия. Наиболее активно развивается сейчас технология послойного селективного лазерного плавления металлических порошков, которая дает возможность безотходного изготовления деталей или заготовок непосредственно по данным из 3D CAD-систем практически любой сложности из широкого спектра металлов. Принцип работы этой технологии заключается в выборочном плавлении тонкого слоя металлического порошка лучом лазера в соответствии с геометрией сечения детали, соответствующей каждому слою порошка.

Одна из задач консорциума во главе с ВИАМ (куда также входят Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, ОАО «Авиадвигатель» и Институт проблем лазерных и информационных технологий Российской академии наук — ИПЛИТ РАН) — как раз



Специалисты ВИАМ впервые в России изготовили по аддитивной технологии с применением отечественной металлпорошковой композиции деталь перспективного авиационного двигателя ПД-14.

«Мы смогли изготовить «завихритель» фронтowego устройства камеры сгорания, который в полном объеме отвечает требованиям конструкторской документации», — заявил гендиректор ВИАМ Евгений Каблов.

По словам Каблова, авиадеталь уже пошла в производство, а цикл ее изготовления в 10 раз меньше, чем по технологии литья по выплавляемым моделям.

создание технологий для аддитивного производства и ремонта деталей авиационных газотурбинных двигателей. То есть «выращивание» методом послойного селективного лазерного сплавления сложнопрофильных деталей горячего тракта газотурбинного двигателя: деталей камеры сгорания, сопловых и рабочих лопаток турбин высокого и низкого давления и теплозащитной панели методом селективного лазерного сплавления металлических порошков.

Кроме того, для решения этой задачи параллельно необходимо научиться получать сами исходные порошки заданной дисперсности из жаропрочных и жаростойких сплавов на основе никеля. При этом необходимо добиться, чтобы металлопорошковые композиции обеспечивали при послойном нанесении максимальную плотность упаковки гранул. А для снижения пористости и повышения однородности структуры нужно также разработать технологии термической и газостатической обработок материала, синтезированного из металлического порошка.

Руководитель проекта, начальник лаборатории ВИАМ, кандидат технических наук Александр Евгенов очерчивает круг проблем, с которыми сталкиваются исследователи. Прежде всего, они касаются 3D-сектора в целом: «В настоящее время в России широкое освоение аддитивных технологий сдерживается следующими проблемами: отсутствием собственного промышленного производства порошков сплавов отечественных марок (сферической формы, высокой чистоты по газовым примесям), отсутствием порядка квалификации синтезированных материалов и сертификации аддитивных установок. Зарубежные порошки неприменимы в отраслях, связанных с обороноспособностью нашей страны, кроме того, из-за санкций часть порошковых материалов зарубежного производства уже запрещена к поставке в Россию».

Кроме того, сам по себе цикл доведения материала до серийного производства весьма сложен, требует создания нормативной документации, регламентирующей все технологические операции при получении порошкового материала, разработку 3D-модели детали, конструирование поддерживающих элементов, технологические параметры синтеза детали (энерго-скоростные параметры лазерного излучения, дисперсность порошка, стратегию штриховки, т.е. формирование лазерных дорожек — треков — при сплавлении порошка в пределах текущего сечения модели и т.п.), процедуру разрушающего и, главное, неразрушающего контроля полученных деталей. При этом также требуется документация, регламентирующая свойства как исходного порошка материала, так и синтезированного из него материала. По сути, речь идет о паспортизации принципиально нового материала, даже если его химический состав идентичен применяемому в настоящее время литому или деформируемому сплаву-аналогу.

На первом этапе в ИПЛИТ РАН уже разработали электронные модели деталей горячего тракта для их последующей «заливки» в программу, генерирующую слои и поддерживающие элементы для построения. Специалисты ФГУП «ВИАМ» тем временем получили лабораторные партии порошков выбранных марок и совместно с СПбПУ провели исследования их микроструктуры и технологических характеристик, что в будущем поможет сформировать требования к порошкам для аддитивных технологий.

ТЕХНОЛОГИИ

Оптимистичные оптималисты

Группа, работающая над созданием системы компьютерного проектирования и инжиниринга для аддитивного производства композитных конструкций, поставила перед собой амбициозную задачу: создать оптимальную конструкцию из оптимального материала с помощью оптимальных технологий. В консорциум, возглавляемый СПбПУ, входят Сколтех, Томский политехнический университет, МИСиС, Институт физики прочности и материаловедения РАН, Институт проблем машиноведения РАН. Индустриальный партнер консорциума — Объединенная ракетно-космическая корпорация.

Чтобы создать оптимальную конструкцию, инженеры уже на этапе проектирования должны учесть требования жесткости, устойчивости, прочности (статической, циклической, вибрационной, динамической и т. п.), обеспечить долговечность конструкции. Причем необходимо просчитать все возможные вариации эксплуатационных режимов.

Проект: «Разработка интегрированной системы компьютерного проектирования и инжиниринга для аддитивного производства легких и надежных композитных конструкций ключевых высокотехнологичных отраслей промышленности»

Период выполнения: 03 октября 2014 года — 31 декабря 2016 года.

Исполнитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

- Участники Консорциума:
- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет МИСиС»;
 - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук;
 - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук;
 - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;
 - Автономная некоммерческая образовательная организация высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий».

Индустриальный партнер: Открытое акционерное общество «Объединенная ракетно-космическая корпорация».

- Цель проекта:
1. Разработка интегрированной системы компьютерного проектирования и инжиниринга (ИСКПИ), включающей в себя разработку многоуровневых конечно-элементных моделей композиционных материалов и композитных конструкций.
 2. Создание технологического оборудования для аддитивного производства композиционных материалов и композитных конструкций на их основе.

Назначение и область применения результатов проекта: Разработка интегрированной технологии проектирования, аддитивного производства и многомасштабного моделирования, компьютерного инжиниринга и оптимизации композитных конструкций из армированных непрерывными углеродными микроволокнами полимерных материалов позволит создать перспективные космические аппараты и обеспечить мировой уровень эксплуатационно-технических характеристик отечественных космических средств.

Важный момент при изготовлении деталей ракетно-космической техники — добиться снижения весовых характеристик конструкций. Для этого применяются композиционные материалы (композиты), сложность которых заключается в том, что, во-первых, они состоят из разных по физико-механическим свойствам компонентов (волокна, матрица и т. д.), а во-вторых, для них характерны высокие удельные жесткостные и прочностные характеристики, усталостные характеристики и др.

Для начала разработки сосредоточились на параметрах, которые позволят проектировать, а затем с помощью аддитивных технологий изготавливать элементы ракетно-космической техники. Эти параметры таковы: ● плотность — не более 1,5 г/см³, ● теплопроводность в направлении оси армирования — не менее 1,5 Вт/м×К, ● коэффициент линейного теплового расширения в направлении оси армирования — не более $2,5 \times 10^{-5}$, ● разрушающие напряжения при растяжении в направлении оси армирования — не менее 250 МПа, ● разрушающие напряжения при сжатии в направлении оси армирования — не менее 200 МПа, ● разрушающее напряжение при поперечном изгибе — не менее 25 МПа, ● модуль упругости при растяжении в направлении оси армирования — не менее 30 ГПа, ● модуль упругости при поперечном изгибе — не менее 15 ГПа.

При этом конструкция должна сохранять работоспособность в широчайших диапазонах: ● температурный диапазон эксплуатации — от -120°C до +120°C, ● вакуум — 10–13 мм рт. ст., ● диапазон частот синусоидальных и случайных вибраций — от 5 до 2500 Гц.

Научный руководитель работы, проректор по перспективным проектам СПбПУ, профессор Алексей Боровков: «Аддитивные технологии в сочетании с композитами, пространственно-армированными многонаправленными непрерывными высокопрочными и высокомодульными волокнами — это новое научное направление, которое находится в самом начале своего развития. 3D-принтинг объектов из композиционных материалов с оптимальной микроструктурой позволит решить недостижимые сегодня задачи в различных отраслях, в первую очередь, это ракетно-космическая техника, авиационное строительство, автомобилестроение».

Боровков поясняет, что классический подход к оптимизации в данном случае не годится, поскольку оптимальная микроструктура композитов может быть определена лишь на основе построения полномасштабных математических моделей на микро-, мезо- и макроуровнях. В своих исследованиях группа применяет основной численный метод решения нестационарных нелинейных 3D-уравнений в частных производных — метод конечных элементов. Причем, и это принципиально важно, он позволяет решать задачи с моделями, содержащими миллионы и десятки миллионов степеней свободы, необходимых для обеспечения высокого уровня адекватности математических моделей реальным композиционным материалам, физико-механическим и технологическим процессам, реальным промышленным конструкциям.

В 3D-задачах оптимизации механики деформируемого твердого тела, сформулированных для реальных конструкций и описываемых уравнениями в частных производных, целевой функцией, как правило,



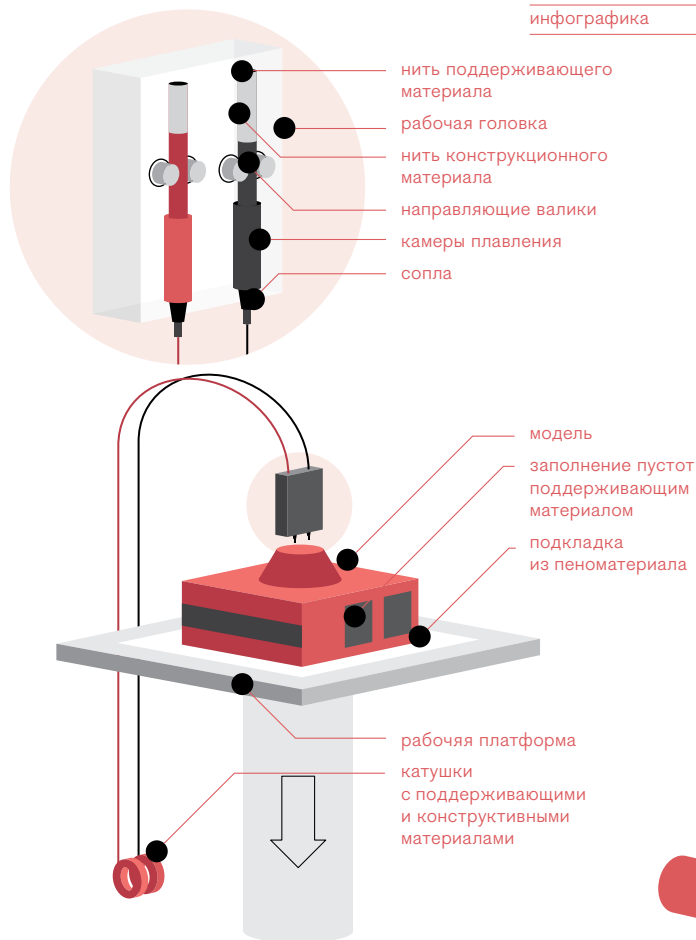
Аддитивные технологии в опытно-производстве

При разработке и создании новой продукции приходится тестировать много различных вариантов опытных образцов. Изготовление литейных деталей в этом процессе — одна из наиболее дорогостоящих и трудоемких частей проекта: необходимо изменять конструкции, корректировать технологическую оснастку. Причем эта оснастка по сути одноразовая — в ходе итераций происходит существенное изменение конструкции изделия, и подгонка предыдущего варианта изделия под новый либо чересчур трудоемка, либо вообще невозможна.

Краткий 3D-словарь

инфографика

Святослав Вишняков



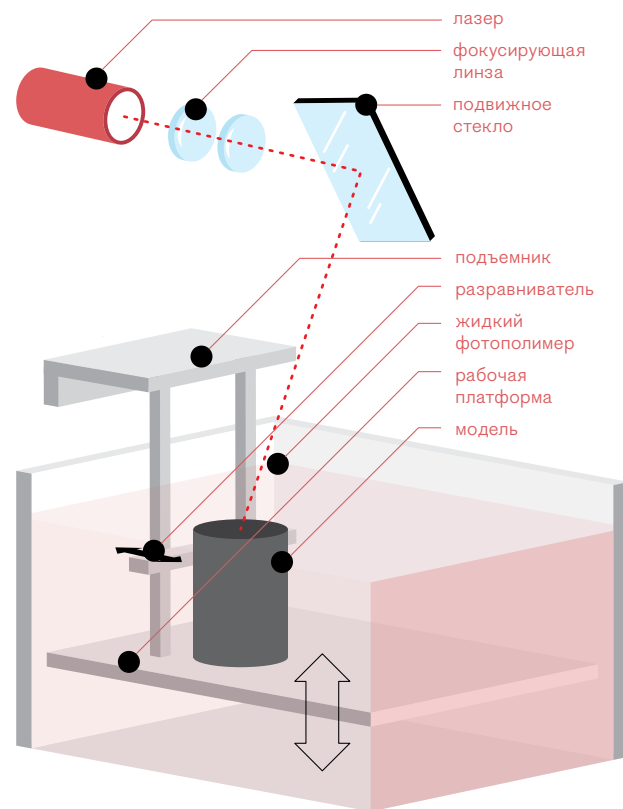
02

Стереолитография

Классической и наиболее точной аддитивной технологией считается стереолитография — метод поэтапного послойного отверждения жидкого фотополимера лазером. **SLA-принтеры** (Stereolithography Apparatus) используются для изготовления прототипов, макетов и дизайнерских компонентов повышенной точности с высоким уровнем детализации.

01 Послойное наплавление

Самыми дешевыми по-прежнему остаются **FDM-принтеры** — устройства, создающие трехмерные объекты путем послойного наплавления филамента. Наиболее распространенные из них — аппараты, печатающие расплавленной пластиковой нитью. Они оснащаются одной или несколькими печатными головками, внутри которых находится нагревательный элемент.



Краткий исторический экскурс

Родоначальник аддитивных технологий — инженер **Чарльз Халл**, основатель компании 3D Systems. В 1986 году он собрал первый в мире стереолитографический 3D-принтер.



Примерно в то же время **Скотт Крамп**, позднее основавший компанию Stratasys, выпустил первый в мире FDM-аппарат.



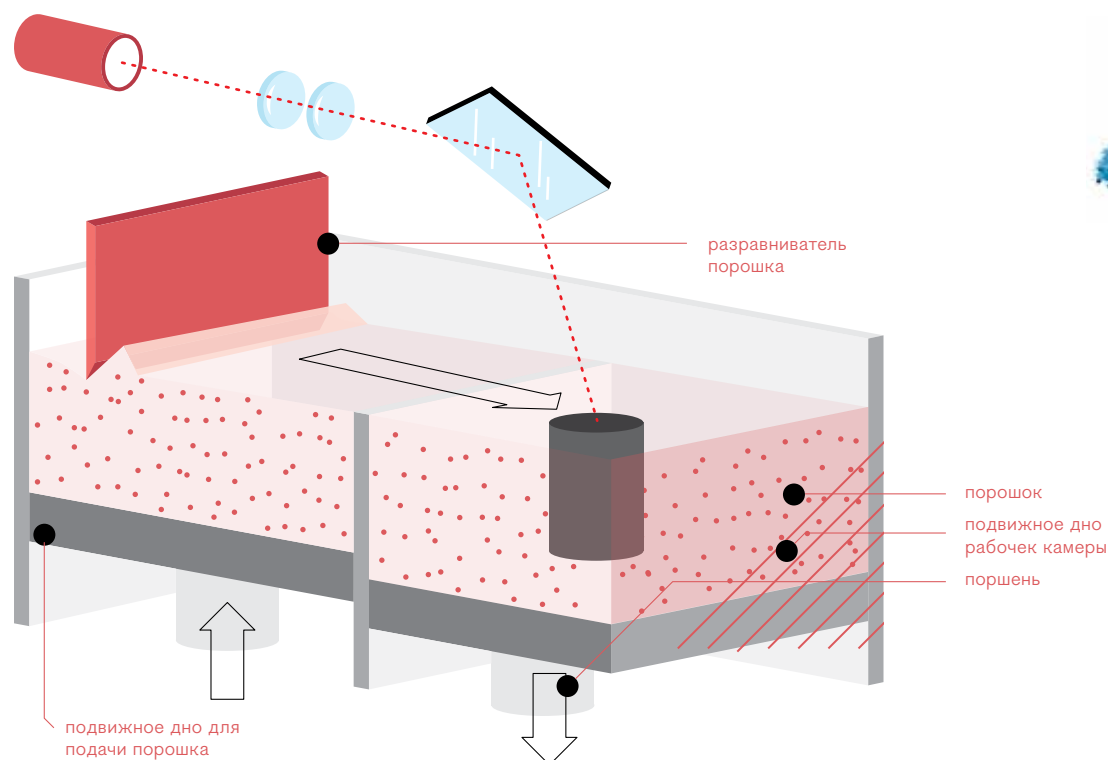
В 1995 году студенты Массачусетского технологического института, **Джим Бредт и Тим Андерсон** внедрили технологию послойного синтеза материала в корпус обычного настольного принтера, что сделало аддитивные методы изготовления продукции общедоступными.



Основанная Бредтом и Андерсоном компания Z Corporation долгое время оставалась лидером в сфере бытовой печати объемных фигур.

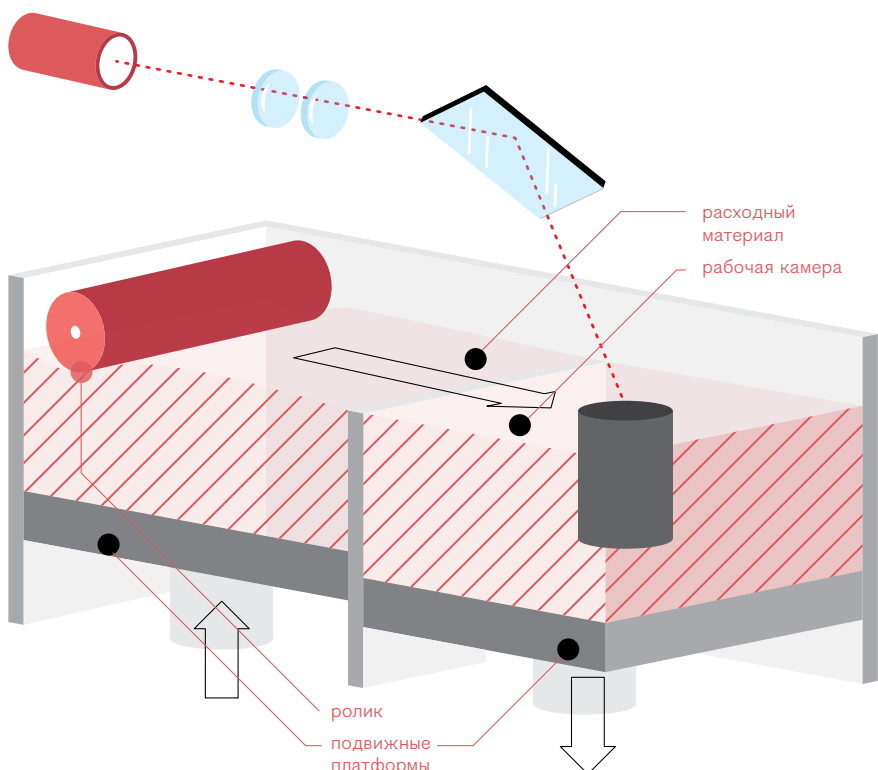
03 Выборочное лазерное спекание

Селективное лазерное спекание изначально появилось как усовершенствованный метод отверждения жидкого фотополимера. **SLS-технология** (Selective Laser Sintering, Selective Laser Melting) позволяет в качестве чернил использовать порошкообразные материалы. Лазер при этом — не источник света, как в SLA-аппаратах, а источник тепла, которое сплавляет частички порошка. Современные SLS-принтеры способны работать с керамической глиной, металлическим порошком, цементом и сложными полимерами.



Технологии
«выращивания»

AF — Additive Fabrication (или AM-Additive Manufacturing), принятая в англоязычной литературе аббревиатура словосочетания, означающего изготовление изделия путем «добавления» (additive) материала, в отличие от традиционных технологий механообработки, в основе которых лежит принцип «вычитания» («лишнего») материала из заготовки. Аддитивные технологии предполагают формирование детали путем последовательного «наращивания» материала слой за слоем.



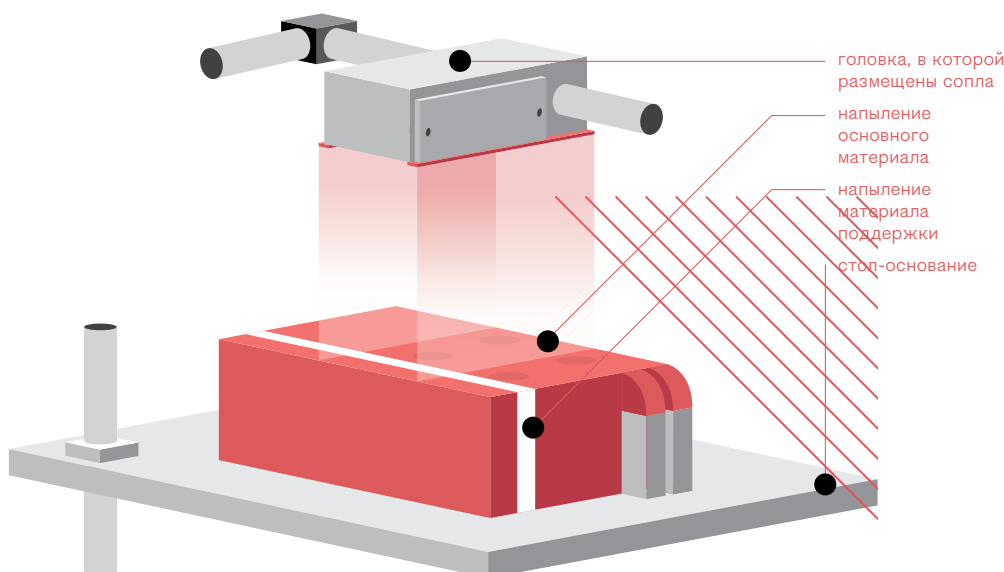
04 Прямое лазерное спекание металла

Отдельное направление SLS-технологии — послойное лазерное спекание (сплавление) металлпорошковых композиций — **DMLS (SLM)**. Его развитие стимулировало и развитие технологий получения порошков металлов: производятся порошки бронз, специальных сплавов, драгметаллов. Из металлических порошков «выращивают» заготовки пресс-форм, специальные инструменты, оригинальные детали сложной конфигурации, которые затруднительно или невозможно получить литьем или механообработкой, импланты и эндопротезы и многое другое.

Цифровое описание изделий — **CAD** (Computer Aided Design) и аддитивные технологии послойного синтеза позволяют радикально сократить временные и материальные затраты на создание опытных образцов в высокотехнологичных отраслях (авиационной, аэрокосмической).

05 Полноцветная трехмерная печать

В литейной отрасли используются **PolyJet (InkJet)** — аппараты, работающие по классической AF-технологии: нанесение модельного материала или связующего состава с помощью струйных головок, заправленных быстрозастывающим материалом. Они позволяют «выращивать» непосредственно литейные формы, т. е. «негатив» детали, и исключить стадии изготовления формочной оснастки — мастер-модели и литейной модели. Такие машины используются сейчас практически всеми мировыми автомобильными компаниями: с их помощью в десятки раз быстрее готовятся опытные образцы блоков и головок цилиндров двигателей, мостов и коробок передач.



Проект:
«Исследования и разработка экспериментальных аддитивных технологий для изготовления и ремонта сложнопрофильных деталей газотурбинных двигателей (ГТД) с использованием металлических порошков жаропрочного сплава на основе никеля».

Период выполнения:
03 октября 2014 года — 30 декабря 2016 года.
Исполнитель:

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов».

Участники Консорциума:

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»;
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем лазерных и информационных технологий Российской академии наук».

Индустриальный партнер:

Открытое акционерное общество «Авиадвигатель».

Цель проекта:

1. Разработка комплекса высокоэффективных экспериментальных аддитивных технологий синтеза высококачественных металлических порошков жаропрочных сплавов нового поколения, изготовления и ремонта из них сложнопрофильных деталей ГТД для транспортных и космических систем.
2. Формирование научно-технического задела для промышленного освоения индустриальным партнером разработанных экспериментальных технологий с целью создания современного импортозамещающего аддитивного производства и ремонта деталей авиационных ГТД.

Назначение и область применения результатов проекта:

- Полученные результаты ПНИЭР послужат основой для последующего создания ОАО «Авиадвигатель» во взаимодействии с ФГУП ВИАМ перспективных технологий аддитивного производства:
технологии изготовления металлических порошков жаропрочного сплава на основе никеля, что обеспечит импортозамещение порошков, применяемых в производстве;
- Технологии изготовления сложнопрофильных деталей ГТД методом послойного лазерного сплавления металлических порошков;
- Технологии горячего изостатического прессования сложнопрофильных деталей ГТД, изготавливаемых методом послойного лазерного сплавления металлических порошков;
- Технологии ремонта сложнопрофильных деталей ГТД методом лазерной газопорошковой наплавки.

выступает вес конструкции (критерий — минимизация веса), а переменные проектирования (их десятки или сотни) — геометрические характеристики конструкции (форма, размеры и т. д.).
Для аддитивного изготовления композиционных материалов был выбран метод послойного наплавления и разработана конструкция экструдера, обеспечивающая непосредственное «смешивание» волокна и матрицы в экструдере.
Полученный на первом этапе двухкомпонентный композиционный материал состоит из ABS-пластика, армированного непрерывными углеволокнами марки Toray T300 вдоль одного направления. Высоких механических характеристик образцов удалось достичь за счет высокого уровня адгезии полимерной матрицы и армирующего углеволокна (для этого производится специальная химическая обработка углеволокон и осуществляется прямой контакт между ними, приводящий к их взаимному контактному проскальзыванию под нагрузкой) и повышения прочностных свойств полимерной матрицы путем введения дисперсных частиц.

Экспериментальные образцы показали стойкость к использованным маслам, спирту и бензину. Дефекты типа расслоения и непрочлеи, а также дефекты поверхности и неоднородности микроструктуры идентифицировались и оценивались методом лазерной доплеровской виброметрии. А конечно-элементные исследования микро- / макронапряжений и нелинейного деформирования с прогрессивным накоплением повреждений и критическим деформированием, вплоть до разрушения образцов, были проведены на основе математических 3D-моделей.
Исследователи надеются, что их разработки интегрированной технологии проектирования, аддитивного производства и многомасштабного моделирования позволят создать перспективные космические аппараты и обеспечить мировой уровень эксплуатационно-технических характеристик отечественных космических средств.

технологии

Легкие,
прочные, термически
стабильные, коррози-
онно стойкие

текст	Егор Локотков
-------	---------------

Цель, стоящая перед исследователями, — разработка технологии получения узкофракционных гранул правильной сферической формы и регламентированной зернистости с максимальным отклонением от среднего значения не более 35%. Эти гранулы из жаропрочных материалов затем предполагается использовать для создания ответственных деталей и узлов ракетно-космической техники, в авиационной промышленности. Кроме того, они могут применяться при создании силовых установок турбинного типа в морском двигателестроении, магистральном транспорте нефти и газа, производстве электроэнергии, железнодорожном транспорте, приборостроении.
Основная задача, которую сейчас решает группа проекта, — создание жаропрочных материалов на основе алюминидов титана и никеля (TiAl и NiAl), способных обеспечить высокую прочность,

Проект:

«Разработка нового поколения жаропрочных материалов, в том числе наномодифицированных, на основе интерметаллидов, для аддитивных 3D-технологий».

Период выполнения:
22 июля 2014 года — 31 декабря 2016 года.

Исполнитель:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет МИСиС».

Индустриальный партнер:

Открытое акционерное общество «Композит».

Цель проекта:

Разработка технологии получения узкофракционных гранул правильной сферической формы и регламентированной зернистости с максимальным отклонением от среднего значения не более 35% для аддитивных 3D-технологий производства сложнопрофильных изделий.
Новые жаропрочные материалы на основе алюминидов никеля и алюминидов титана в виде узкофракционных гранул правильной сферической формы и регламентированной зернистости предназначены для создания ответственных деталей и узлов ракетно-космической техники. Такие гранулы из жаропрочных материалов и разрабатываемая интегральная технология их получения, предназначенные для изготовления сложнопрофильных изделий из интерметаллидов с формой, приближенной к конечной детали, с использованием аддитивных 3D-технологий, должны быть востребованы на предприятиях ГК «Роскосмос» и предприятиях авиационной промышленности. Кроме того, они будут применимы при создании с помощью аддитивных технологий силовых установок турбинного типа в интересах отраслей морского двигателестроения, магистрального транспорта нефти и газа, производства электроэнергии, железнодорожного транспорта, приборостроения, получения изделий специального назначения.

коррозионную стойкость, термодинамическую стабильность в условиях воздействия высоких нагрузок, агрессивных сред и высоких температур до 1100°C. Важный момент: низкий удельный вес материала (~ 5 г/см³).

Одна из проблем, затрудняющих создание интерметаллидных сплавов, — чувствительность их фазового состава к небольшим изменениям концентраций легирующих элементов, наличию примесей, параметрам технологического процесса. Другая проблема — неоднородность структуры (в частности, из-за ликвационных явлений, плохой спекаемости, малой пластичности), что затрудняет получение таких сплавов и может приводить к недопустимому разбросу значений служебных характеристик.

Поскольку жаропрочные материалы являются труднообрабатываемыми, то производство изделий сложной формы традиционными способами (точение, электроэрозионная обработка) — чрезвычайно дорогостояще и сопровождается большими потерями ценных элементов. Поэтому и получили развитие аддитивные технологии селективного электронно-лучевого сплавления (СЭЛС) и селективного лазерного плавления (СЛП). Однако для производства сложнопрофильных деталей с использованием аддитивных технологий необходимы гранульные материалы правильной сферической формы и регламентированной зернистости. Стоимость таких материалов становится ощутимой при внедрении аддитивных технологий в серийное производство.

Интегральная технология, над которой работают в МИСиС, включает в себя центробежное СВС-литье полуфабриката жаропрочного материала с использованием оксидного сырья; гомогенизирующий переплав полуфабриката и отливку электродов; центробежное распыление и классификацию гранул правильной сферической формы и регламентированной зернистости.

К настоящему моменту уже проведены исследования процесса синтеза литых полуфабрикатов (слитков) на основе NiAl и TiAl в условиях воздействия центробежных сил (включая поиск оптимальных режимов для обеспечения наибольшей глубины фазоразделения целевого продукта от шлаковой фазы и формирования заданного состава сплавов с допустимым содержанием примесей); изучены температурно-временные режимы гомогенизирующего переплава и условия кристаллизации отливки. Параллельно ведется отработка технологии гидридно-кальциевого восстановления применительно к получению гранул на основе TiAl.

Персональный маммограф позволит женщинам вовремя обратиться к врачу

текст	Елена Краузова
иллюстрация	Хадия Улумбекова
маргиналия	Александр Кольцов



Показания к маммографии

- Ежегодно — всем женщинам, достигшим 40 лет
- При наличии уплотнения, образования в ткани молочной железы, которое обнаружено самой женщиной или врачом.
- При любой боли в молочной железе.
- При покраснении, нарушении контура груди, изменении формы сосков.
- Выделение из сосков вне лактации — показание к экстренной маммографии.
- При неблагоприятной наследственности исследование назначают до 40 лет и проводят чаще одного раза в год.
- При излишнем набухании молочных желез при смене гормонального фона на протяжении цикла.

Компания «Импедансные медицинские технологии» (ИМТ) разработала персональный маммограф. Разработчики уже создали прототип прибора — «полусферу» радиусом около 8 см и весом меньше килограмма — и подали заявку на патент на изобретение. На российском рынке персональный маммограф может появиться в 2016–2017 году.

Создатели ИМТ — ученые из Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова (ИРЭ РАН), которые занялись электроимпедансной томографией (ЭИТ) еще в 90-х. ЭИТ позволяет визуализировать распределение электрической проводимости тканей.

Измерительная система электроимпедансного томографа состоит из большого количества электродов, находящихся в контакте с телом пациента. Часть этих электродов используется для подачи слабого электрического тока, а часть — для измерения электрического напряжения. С помощью большого числа измерений и смены расположения как передающих, так и принимающих электродов можно получить изображение структуры электриче-

ских свойств того или иного органа. ПО для электроимпедансной диагностики выводит результаты в виде изображений поперечных срезов исследуемой части тела.

Во многих случаях электропроводность тканей является лучшим маркером физиологического состояния, чем их механические свойства, которые фиксируют рентген, УЗИ, МРТ. Другие преимущества метода — быстрый сбор данных и вывод результатов, компактность и невысокая стоимость, а главное — безопасность частого проведения исследований. Поэтому ЭИТ используют, среди прочего, для мониторинга функции легких, в том числе у недоношенных новорожденных.

Исследователи во главе с членом-корреспондентом РАН Владимиром Черепениным и доктором физико-математических наук Александром Корженевским вначале разработали прибор с поясом для двухмерной визуализации грудной клетки, который, в частности, позволял видеть изменения в сердце и легких. Затем, в 1997 году, группа во главе с Корженевским разработала ЭИТ-томограф, который формировал изображение уже в трех измерениях, благо-

даря использованию двумерной поверхности с электродами (матрицы), прикладываемой к телу. В разработке появились и два дополнительных электрода, удаленных от матрицы (например, они крепятся на руке или ноге). Изменение схемы измерений увеличило амплитуду регистрируемых сигналов и улучшило точность измерений. На этой базе исследователи разработали сначала одночастотный ЭИТ-маммограф, а затем многочастотный маммограф МЭМ.

МЭМ позволяет выбрать частоту сигнала измерений: от 10 до 50 кГц. В устройстве состояние тканей фиксируют 256 электродов плюс два отводящих (на руке пациента). Он снабжен базой данных проводимостей тканей молочной железы в разных условиях и состояниях: так врачам проще интерпретировать результаты диагностики. ПО не только строит томографические срезы, но и анализирует полученные данные. Например, система считает индекс средней электропроводности, максимум и минимум этого показателя, строит график распределения электропроводности, сравнивает электропроводности левой и правой железы с вычислением процента расхождения двух метрик. МЭМ поддерживает стандарт обмена данными, обеспечивающий легкость интеграции в современные клинические ИТ-системы. Сканер можно подключить через USB к обычному ПК.

Клинические испытания нового прибора проходили сначала в США, а затем на базе ГКБ № 9 Ярославля, Ярославской государственной медицинской академии, в Институте онкологии им Герцена в Москве и в Чехии. В 2009 году ИМТ начала продавать МЭМ, и сейчас компания продает от 20 до 50 приборов в год, причем чуть больше половины продаж приходится на частные клиники. Приборы покупают как мобильные диагностические комплексы для оснащения бригад по выезду.

По словам гендиректора ИМТ Анатолия Смирнова, практически в каждый российский регион удалось поставить хотя бы по одному-два ЭИТ-маммографа. Из нескольких сот проданных приборов более 20 ушли в Австралию, Израиль, Канаду, США и страны Европы.

Из разговоров с врачами, работавшими с МЭМ, стало ясно, что есть потребность и в устройстве для массового скрининга, которое позволяло бы женщине провести обследование самостоятельно. В 2011 году ИМТ получила мини-грант Сколково (5 млн рублей) и 2,5 млн рублей от благотворительного фонда «Ренова» на разработку конструкции и создание прототипа нового маммографа, который мог бы стать «домашним».

В персональном маммографе, разрабатываемом ИМТ, измерительных каналов (электродов) вдвое меньше, чем в МЭМ. Также нет вывода изображения на экран: светодиодный индикатор позволит женщине получить лишь предварительное

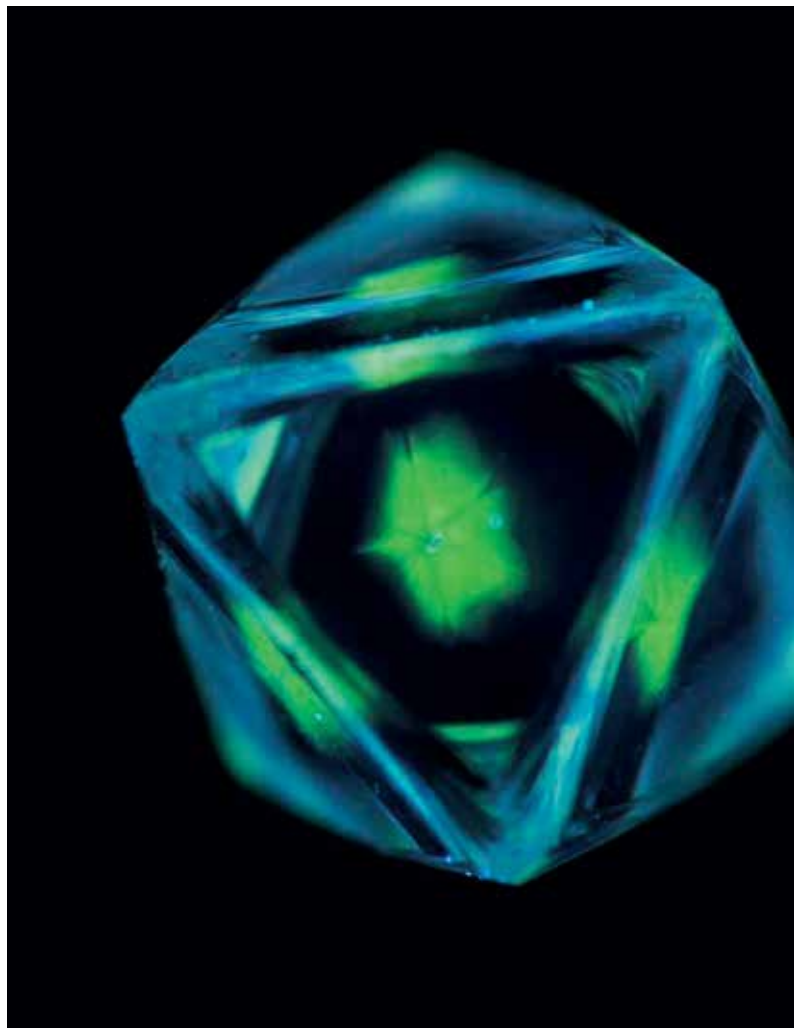
заключение о состоянии молочной железы и указать на необходимость посещения врача. Зато есть возможность подключить маммограф к компьютеру и передать данные специалисту для анализа и более точного заключения. «Естественно, женщин будем предупреждать, что прибор — не врач и может лишь анализировать степень отличия ее молочной железы от «эталона», хранящегося у него в памяти», — объясняет Корженевский. — Это отличие может быть просто индивидуальным, не связанным с заболеванием. Поэтому важным окажется отслеживание изменений показаний в лучшую или худшую сторону со временем».

Автоматическая диагностика станет возможной благодаря встроенной экспертной системе, которую предварительно обучат на тренировочной базе данных. Работать маммограф будет так же, как и МЭМ, на основе ЭИТ-метода, но меньшее число электродов удешевит его. «Уменьшение количества каналов и соответствующее увеличение расстояния между электродами увеличивает отношение сигнал/шум, снижая требования к измерительной электронике, что позволяет использовать более дешевые «бытовые» электронные компоненты», — говорит Корженевский. — Вместо дорогих металлических электродов, индивидуально изготавливаемых для МЭМ, в персональном маммографе мы будем использовать распределенную матрицу из углепластика». Но основное удешевление должен обеспечить переход от мелкосерийного производства к массовому.

Изначально в ИМТ планировали, что персональный маммограф будет стоить не дороже 13 тысяч рублей, но с учетом инфляции и роста цен на зарубежные комплектующие из-за падения рубля первоначальный замысел — «маммограф в каждый дом» — оказывается под вопросом, признает Смирнов.

Впрочем, в ИМТ надеются, что первыми покупателями новых маммографов станут кабинеты здоровья, санатории и профилактории, фельдшерские кабинеты, женские консультации, поликлиники, оздоровительные центры, городские и районные больницы — те, кто сейчас не могут себе позволить дорогостоящие приборы.

ТЕХНОЛОГИИ



01



04



По данным ВОЗ, рак груди занимает первое место среди женских онкологических заболеваний в России

57,5

тысяч женщин получают диагноз ежегодно

18%

случаев приводит к летальному исходу из-за несвоевременной диагностики

01—02

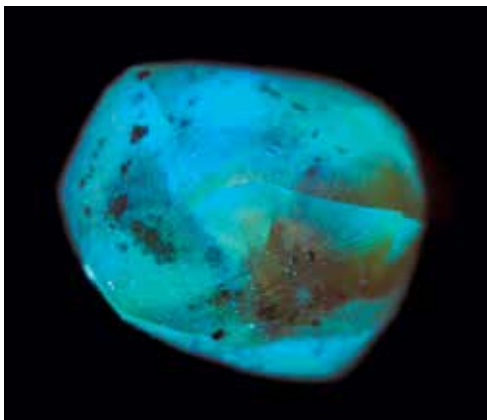
Фотолюминесценция алмаза в ультрафиолетовом свете позволяет судить о его структуре

03

У алмазов «уральского» типа ромбические площадки имеют сферическую выпуклую форму

04

В природных алмазах нередко встречаются включения самых разных минералов. На фото: алмаз с включениями граната



02



03

Расчлененный и кремированный алмаз науке дороже, чем сверкающий бриллиант

Когда алмаз попадает в руки минералога, он его пилит, раскалывает, а потом сжигает. С обывательской точки зрения, особенно если помножить караты на доллары, его действия выглядят неадекватными. На самом же деле расчлененный, а затем кремированный алмаз дает знания, от которых в конечном итоге больше практической пользы, чем от любования бриллиантом.

Алмаз невзрачен, похож на кусочек наждачного камня или осколок бутылочного стекла, окатанного в речке или морском прибое. Только окатан он в мантийном расплаве Земли на глубинах 150–300 км при температуре порядка 1000° С и давлении около 40 кбар.

Анатомия алмаза

Под оптическим микроскопом видны формы кристаллов и их сростков — кубы, октаэдры, додекаэдры и более сложные формы. В отраженном, косом, проходящем, ультрафиолетовом, комбинированном, поляризованном свете картинка меняется, как в калейдоскопе. Специалист может в первом приближении по ним прочесть судьбу алмаза, его онтогенез — юность, отрочество, зрелость, старость.

Посылая к грани алмаза луч света с известной длиной волны, можно получить картину интерференции в виде чередующихся радужных полос. По расстоянию между ними измеряют разницу в высотах рельефа. Скульптура поверхности отражает как заключительный этап роста алмаза, так и постростовые процессы. Например, растворение при транспортировке кристалла в магматическом расплаве к поверхности земной коры.

Фотолюминесценция алмаза в ультрафиолетовом свете позволяет рассмотреть его анатомию [01—02]. Секторы и зоны в алмазе могут светиться всеми цветами радуги — от красного до фиолетового. Под инфракрасным микроскопом видны дефекты кристаллической структуры и примеси азота.

Хирургия алмаза

В алмазе можно обнаружить включения других минералов. Если они по форме схожи с кристаллами алмаза-хозяина, то, с большой вероятностью, образовались одновременно с алмазом. Такие включения называют сингенетическими. Реперами экстремально высоких температур и давлений во время зарождения алмаза

текст

Антон Павлушин

кандидат геолого-минералогических наук,
Институт геологии алмаза
Сибирского отделения РАН

фотографии

предоставлены автором

графика

Мила Силенина

служат включения высокоплотных кристаллических модификаций кремнезема — стишовита и коэзита.

В алмазах часто находят гранат, оливин, пироксен, графит, сульфиды, многие других минералов и даже газово-жидкие включения [04]. Химия минералов-узников и их ассоциаций дает информацию об истории мантии Земли.

Включения извлекают, раскалывая алмаз, распиливая, шлифуя или просто сжигая. Алмаз легко сгорает при температуре 850–1000° С. Оставшаяся зола тоже может многое сказать. Методом изотопного датирования зольных остатков был определен возраст сингенетических включений и, следовательно, самих алмазов. Возраст этот колеблется от 1,5 до 3,5 млрд лет. Юным алмазам сотни миллионов лет.

В последнее время все большее внимание уделяется изотопному составу

углерода в алмазе — соотношению тяжелого (мантийного) ^{13}C и легкого (корового) ^{12}C изотопов. Присутствие в алмазах легких изотопов, характерных для органических соединений, породило всплеск гипотез о его источнике, вызвало дискуссии о миграции углерода в мантии и земной коре при перемещении материковых и океанических плит. На основании этих данных строятся планетарные модели дегазации ядра Земли в ходе ее эволюции. Они привлекаются даже при обсуждении спорного вопроса о происхождении — органическом или неорганическом — нефти и природного газа.

Якутская Бразилия

Мало кто из владельцев бриллиантовых украшений задумывается, какого типа у их алмазов кристаллическая решетка — из кубических, 8-гранных октаэдров, 12-гранных или даже 24-гранных. На потребительских свойствах бриллиантов форма кристаллов не отражается — и те, и другие, и третьи блестят и переливаются. Но для минерологов вопрос о разной форме кристаллов принципиальный.

Научное название 12-гранных кристаллов алмазов — кривогранные додекаэдрониды. До открытия в конце XIX века кимберлитовых трубок алмазы добывали в россыпях, сначала индийских, потом бразильских. По месту основной находки кривогранные додекаэдрониды именовали алмазами «бразильского» типа. Позже они были найдены в открытых промышленных россыпях Урала и Севера Якутии, в бассейнах рек Анабар и Оленек и далее к востоку — в низовьях Лены. Теперь эти алмазы можно встретить в специальной литературе и под другим названием — алмазы «уральского» типа.

У них 12 граней в виде ромбических площадок, которые имеют сферическую выпуклую форму. Еще одна особенность — каждая из ромбических граней преломлена вдоль короткой диагонали ромба, что хорошо видно на фотографии типичного додекаэдронида [03 — стр. 29].

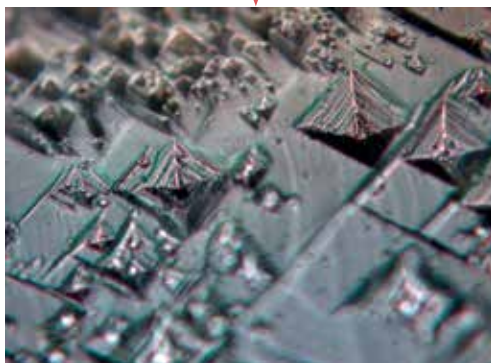
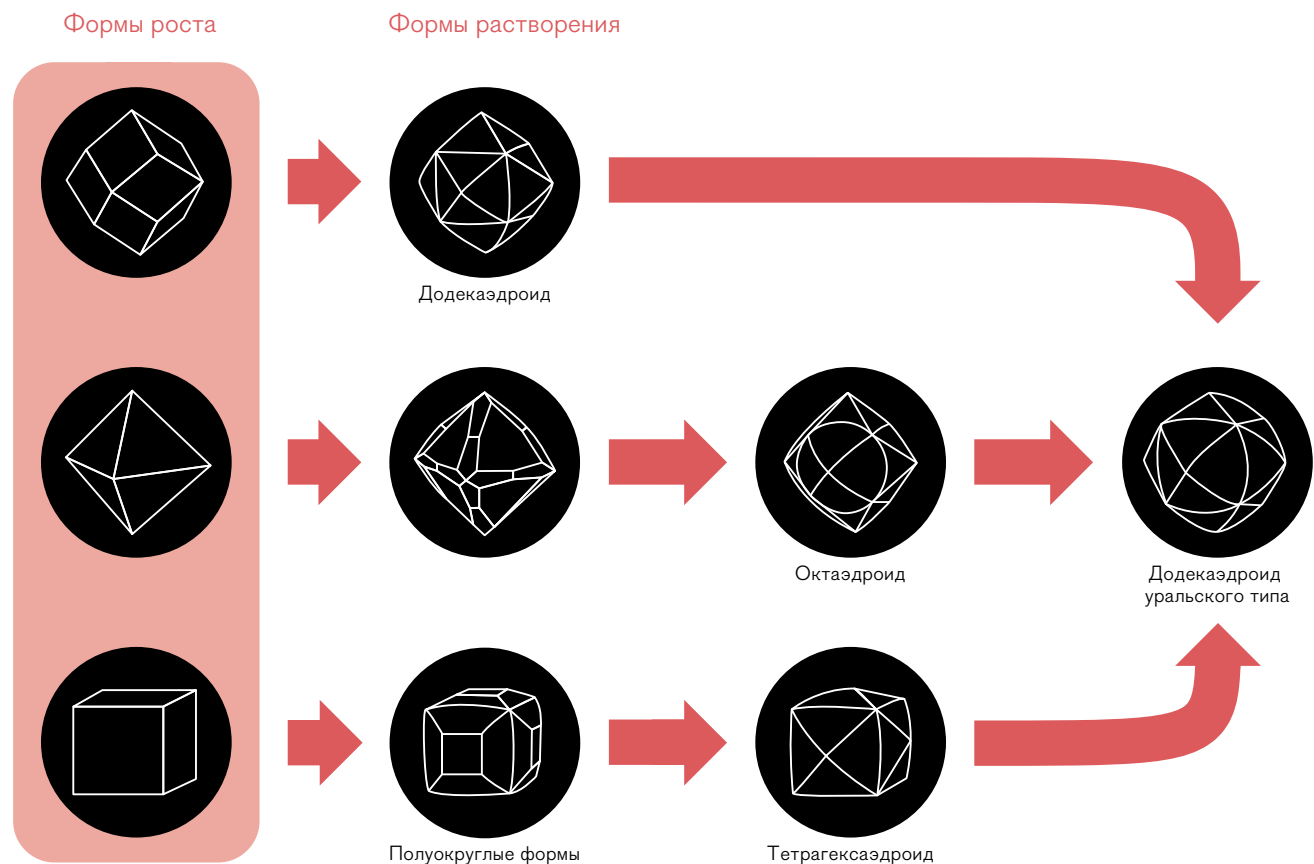
Огранка алмаза природой

Первыми исследователями додекаэдрических кристаллов были выдающийся российский геохимик, а тогда аспирант Гейдельбергского университета Александр Ферсман и его научный руководитель Виктор Гольдшмидт. В 1911 году они издали капитальный монографический труд «Der Diamant».

Изучив огромное количество кристаллов и мельчайших деталей их морфологии, авторы пришли к заключению, что такие округлые индивиды представляют собой результат поверхностного растворения ранее нормально развивавшихся плоскогранных форм кристаллов алмаза — октаэдров и кубов, и даже дополнили эти выводы опытами по химическому травлению алмазов в калиевой селитре при температуре 800–900° C. Однако это не помешало в 1950-х годах разгореться дискуссии о происхождении округлых кристаллов алмаза, длившейся целых полвека. Оппоненты вновь обсуждали, за счет роста или растворения кристаллы алмазов приобрели такую форму. Точку в споре поставили Александр Хохряков и Юрий Пальянов из Новосибирска.

В начале 1990-х годов они в своей лаборатории моделировали процессы,

рис. 01 —→ Переходы алмаза от плоскогранных форм к кривогранным



05–07 Растворение алмазов сопровождается появлением на их поверхности изъёмов разной формы

протекающие в мантии Земли при сверхвысоких давлениях и температурах (25–55 кбар и 1370–1720K), и растворяли алмазы в водосодержащих силикатных расплавах. Полученные кристаллы имели практически полное сходство с природными округлыми алмазами — кривогранными додекаэдронидом [рис. 01].

Весь ряд переходов от полноценного кубического кристалла к округлому тетрагексаэдрониду нам удалось проследить в алмазах из россыпей реки Анабар. Они примерно одинакового размера, но в природе или лаборатории для того, чтобы кристалл достиг формы полноценного додекаэдронидом, растворяется до 80 % его первоначального объема.

Алмазные пирамиды и кратеры

Растворение алмазов сопровождается появлением на их поверхности изъёмов, форма и расположение которых строго зависит от структуры кристалла. На гранях типичного алмаза-октаэдра появляются треугольной грани ямки — тригоны [05]. Грани кубических кристаллов покрываются ямками правильной четырехугольной формы, часто из-за оптического обмана они напоминают опрокинутые египетские пирамиды [06]. Когда в ходе растворения алмаз утрачивает плоскогранную форму, округляется, поверхность покрывается холмистым рельефом [07].

Не так давно на поверхности алмазов из северных россыпей Якутской алмазоносной провинции обнаружен необычный микрорельеф, похожий на лунный ландшафт. Фигуры лунного микрорельефа отличаются от симметричных фигур, связанных с объемным растворением алмазов. Они асимметричны, расположены беспорядочно и никаким образом не зависят от кристаллической структуры алмаза. Это означает, что его происхождение связано исключительно с фазовым физическим состоянием вступив-

шего с ним во взаимодействие растворителя и полностью отражает его форму. Что бы это могло быть — жидкость, расплав или газ?

Первая ассоциация, которая приходит на ум, — с пузырьками газа, и, по всей видимости, она верна. При подъеме из глубин Земли в расплаве, покрывающем алмаз, при падении давления вскипают газовые пузырьки. Как вскипает кровь у водолаза, слишком быстро вынырнувшего из глубины без декомпрессии. Достигнув критического размера приблизительно в 50 микрон, пузырьки на поверхности алмаза схлопываются или отрываются от поверхности кристалла, покрывая алмазы «лунными кратерами».

Цены на бриллианты, росшие в течение пяти лет после кризиса 2008 года, последние полгода устойчиво идут на спад, отмечается в отчете ведущего аналитика рынка компании Rapaport Group. По сравнению с пиком цен летом 2011 года бриллианты весом до одного карата упали в цене на 27 %, более крупные на 23 %. В случае бриллиантов цепочка ценообразования намного длиннее, чем у большинства других потребительских товаров — слишком много посредников. Но больше половины стоимости бриллианта все равно приходится на цену алмаза, из которого его ограничили. Кстати, при огранке от исходного алмаза остается процентов сорок.

Так что жизнь алмаза и его превращение в бриллиант — это путь сплошных потерь, о чем, наверное, полезно знать и простым поклонникам бриллиантов, и инвесторам.

военное дело

Математическое моделирование — один из самых перспективных методов повышения качества работы комплексов управления артиллерийским огнем в неоднозначных боевых ситуациях. — «Труды Военно-космической академии им. Можайского», 2014, №643

экология

Годовые наблюдения приземной концентрации озона и других малых газовых составляющих атмосферы в Карадагском природном заповеднике в Крыму показали, что они близки к показателям сельских районов южных стран Западной Европы. — «Оптика атмосферы и океана», 2015, №2

геология

Присутствие медно-порфировых проявлений позволяет выделять в Чукотском регионе новую перспективную медно-порфировую провинцию, промышленные месторождения наиболее вероятны в связи с габбро-диорит-гранодиоритовой монцитонитовой формацией в Охотско-Чукотском поясе. — «Отечественная геология», 2014, №6

лимнология

В Институте озероведения РАН разработана информационная проблемно-ориентированная система по озерам России; она предназначена для широкого круга пользователей. — «Водное хозяйство России», 2014, №6

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. —

«Астрофизический бюллетень», 2014, №4



ИТАР-ТАСС

Как советские ученые создали «атомную бомбу» в линейном программировании

текст

Александр Горяшко

доктор физико-математических наук

иллюстрации

Галя Панченко

Понятие «сложность» как фундамент компьютерной науки

Когда школьника учат решать задачи, понятие «сложность» для него исключительно субъективно, таким и остается на всю жизнь. Да и математики на протяжении веков не были озабочены объективной оценкой сложности задач, пока к этому их не подтолкнуло появление компьютеров. На первых порах теория алгоритмов ограничилась бинарной классификацией сложности: класс задач, которые можно решить за конечное время, и класс задач, для которых можно доказать принципиальную невозможность решения в конечное время. До середины прошлого века ученый, предлагающий новый алгоритм, не считал необходимым оценивать время его работы. Важно было лишь, что оно конечно, то есть алгоритм сходится. А неявно предполагалось, что усовершенствование компьютеров делает вопрос об оценке необходимых ресурсов бессмысленным.

Но в СССР с 1960-х годов возникает несколько математических семинаров, участники которых пытаются понять, что такое «сложность» решения задачи в конечное время. Результаты математические оказались чрезвычайно интересными и неожиданными. Результаты же «метафизические» могли вызвать тревогу. Стало очевидно, что теория алгоритмической сложности плохо дружит с так называемым здравым смыслом, а получение новых результатов, как правило, требует отказа от привычных методов и подходов.

Задача тысячелетия

В 1970 году Л. А. Левин — ученик А. Н. Колмогорова и А. А. Маркова и недавний выпускник мехмата МГУ — сделал работу, которая у многих специалистов вызвала разве что недоумение. Трехстраничная заметка «Универсальные задачи перебора» была опубликована в журнале «Проблемы передачи информации» только в 1973 году, на третий год после поступления. А годом ранее (в Союзе об этом тогда никто не подозревал) вышла статья американского математика Р. М. Карпа «Сводимость комбинаторных проблем». Эти пионерские статьи и последовавший за ними шквал работ, развивающих идеи Левина и Карпа, предопределили пути развития всей области computer sciences на следующие десятилетия.

В 2000 году Математический институт Клея сформулировал семь «задач тысячелетия». За решение каждой обещан The Millennium Prize в \$ 1 000 000. Первой значилась проблема, поставленная в работах Левина и Карпа и до сих пор не решенная.

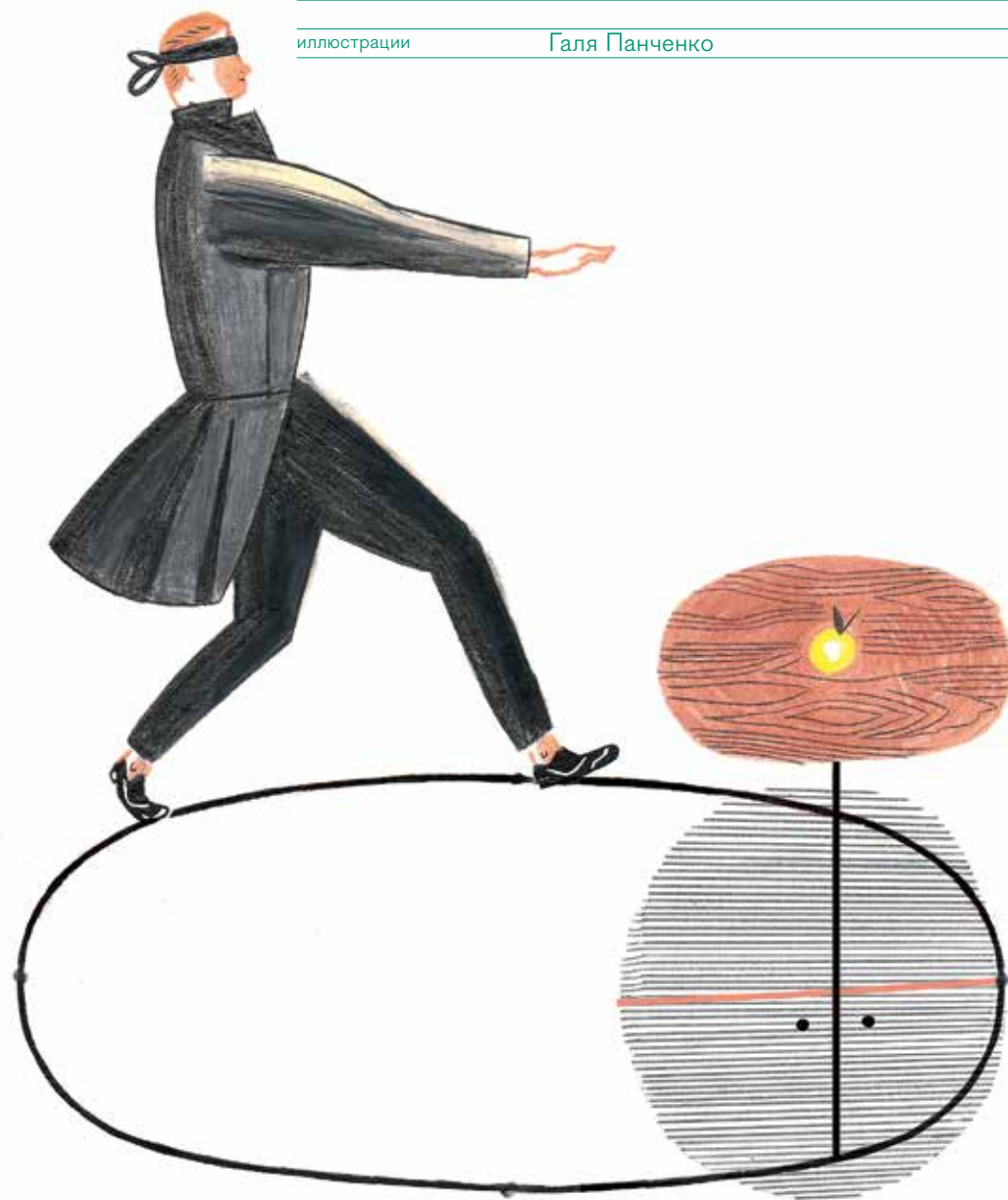
Современная теория алгоритмической сложности ограничивается рассмотрением двух ее классов: экспоненциальной и полиномиальной. Эти названия показывают, с какой именно трудоемкостью (по порядку величины числа шагов вычисления, например) возможно решение любой задачи из заданного класса. В качестве аргумента функции, определяющей трудоемкость, служит длина n того входного слова, которое задает эту задачу. Если число шагов вычисления оценивается сверху некоторым полиномом от n , соответствующую задачу называют полиномиально разрешимой. Принято считать, что если задача полиномиально разрешима, то она может быть решена за «приемлемое» время.

В работах Левина и Карпа было доказано существование универсальных задач, из полиномиальной разрешимости которых следует полиномиальная разрешимость любой так называемой переборной задачи. В настоящее время известно более 2000 таких

Леонид Анатольевич Левин — Род. в 1948 г., российский математик. В 1978 году эмигрировал в США, профессор Бостонского университета. Теория вычислительной сложности.



Ричард М. Карп — Род. в 1935 г., американский математик. Теория вычислительной сложности, биоинформатика.



задач, причем техника сводимости позволяет (как правило, без особого труда) каждую новую вычислительную задачу проверять на «универсальность».

Таким образом, нет необходимости отдельно выяснять трудоемкость задачи — достаточно установить ее сводимость к любой из полиномиально разрешимых задач. А после этого остается «самая малость» — хотя бы для одной из тысяч универсальных задач найти алгоритм, который позволит решить ее за полиномиальное время. Если такой алгоритм найдется, станет ясно, что все остальные задачи из этого класса решаются в полиномиальное время тем же самым алгоритмом. А если хотя бы для одной из них будет доказано, что такого алгоритма не существует, это будет означать отсутствие полиномиальной разрешимости для любой универсальной задачи. Так что институт Клея не продешевил, назначая приз за решение вопроса о совпадении классов переборных и полиномиально разрешимых задач. Хотя подавляющая часть специалистов не верит, что задачи из класса универсальных переборных могут

быть полиномиально разрешимы (только 9 из 100 опрошенных математиков допустили такую возможность), точного доказательства еще никто не представил.

Сложность решения «простых» задач линейного программирования

Советский математик Л. В. Канторович и американец Тьяллинг Купманс стали лауреатами Нобелевской премии по экономике 1975 года за работы по «оптимальному распределению ресурсов». Результаты их работ применяются при решении практических задач оптимального проектирования всего, что производится в современном обществе, — особенно после того, как в 1947 году американский математик Дж. Данциг предложил алгоритм решения задач линейного программирования, которому он дал имя симплекс-метода. Это до сих пор наиболее известный и используемый вычислительный алгоритм.

Его эффективность подтверждалась решением сотен тысяч задач линейного программирования. Для сонма прикладников сомнения в эффективности симплекс-метода были равноценны сомнениям в законе тяготения. Но у чистых математиков основания для сомнений были. Ведь в процессе решения симплекс-метод перебирает по специальным правилам некоторое число вариантов. Опасность в том, что это число растёт экспоненциально с ростом числа переменных. Почему же симплекс-метод, который в принципе может столкнуться с необходимостью перебора астрономического числа вариантов, на практике с этим не сталкивается?

25 лет потребовалось, чтобы гипотезе о необыкновенной эффективности симплекс-метода пришел конец: появились примеры задач линейного программирования, для которых оптимальное решение симплекс-методом невозможно быстрее, чем за экспоненциально растущее (с ростом параметров задачи) число шагов. Прикладники не беспокоились — они продолжали использовать симплекс-метод и получать оптимальные решения за приемлемое время. Но математики не были готовы смириться со странной ситуацией: существуют задачи, на которых симплекс-метод не должен сходиться, но почему-то сходится. Как же устроен класс задач линейного программирования: то ли доля сложных задач в нем мала, то ли этот класс задач полиномиально разрешим, но симплекс-метод не обеспечивает полиномиальных оценок трудоемкости. В последнем случае следует искать другой алгоритм, который любую задачу из класса задач линейного программирования будет решать за время, растущее не быстрее полинома от числа переменных и ограничений.

О разрешимости задач в линейном программировании

Соученик Л. А. Левина А. С. Немировский после защиты кандидатской диссертации оказался в теоретическом отделе одного московского «почтового ящика». Начальник отдела профессор Д. Б. Юдин предложил новичку исследовать «сложность задач математического программирования». Проблема алгоритмической сложности Немировский дотоле не интересовался, а дискретную математику вообще не жаловал. Потому и обратился к тому, что понимал: подходу к оценке сложности непрерывных задач, предложенному проф. Н. С. Бахваловым для оценок скорости сходимости решений дифференциальных и интегральных уравнений.

Если в компьютерной науке оценки сложности носили дискретный характер (число шагов вычислений, количество элементов в схемах или букв в формулах), то методология Бахвалова предполагала, что численный метод решения может быть связан с накоплением информации о решаемой задаче — путем задания «оракулу» вопросов из заданного множества. Минимально возможное количество вопросов, достаточных, чтобы сформировать решение с заданной точностью, как раз и оценивало «сложность» задачи. Подход предполагает, что «оракул» не всеведущ, то есть не может сразу указать решение задачи (ему можно задавать только локальные вопросы типа: «Куда пойти на следующем шаге?»). За методом, предложенным Немировским, в мире впоследствии закрепилось название «метод эллипсоидов».

После того как эти результаты Немировского были опубликованы, Л. Г. Хачиян, молодой математик, работавший в Вычислительном центре АН СССР, заметил, как их можно «подать» наиболее впечатляющим образом. Он показал, что на основании метода эллипсоидов можно доказать полиномиальную разрешимость задач линейного программирования. Вскоре после опубликования работы Хачияна американская New York Times вышла со статьей, озаглавленной «Русская атомная бомба в линейном программировании». В 1982 году Mathematical Optimization Society and the American Mathematical Society наградили А. Немировского, Л. Ха-

Леонид Витальевич Канторович — 1912–1986, российский математик и экономист. Академик, Нобелевская премия по экономике 1975 года. Линейное программирование, теория оптимального распределения ресурсов.



Тьяллинг Купманс — 1910–1985, американский математик и экономист голландского происхождения. Нобелевская премия по экономике 1975 года. Теория оптимального распределения ресурсов.



Аркадий Семенович Немировский — Род. в 1947 г., российский математик, доктор физико-математических наук, работает в ЦЭМИ РАН. Автор метода эллипсоидов и робастной оптимизации.



Джордж Бернард Данциг — 1914–2005, американский математик, автор симплекс-метода. Линейное программирование.



Леонид Генрихович Хачиян — 1952–2005, российский математик, доктор физико-математических наук. В 1989 году эмигрировал в США. Автор полиномиального алгоритма для задач линейного программирования.



исследования

чияна и Д. Юдина премией Фалкерсона (Fulkerson Prize) за статьи, в которых содержались результаты, позволившие получить полиномиальный алгоритм для задач линейного программирования.

В Штатах сразу же после появления информации об оптимальном методе развернулась работа по доведению алгоритмов «эллипсоидального типа» до программной реализации, способной соперничать с лучшими версиями симплекс-метода. Уже в новом тысячелетии были продемонстрированы примеры задач, для которых алгоритмы этого класса работают в сотни раз эффективнее стандартных реализаций симплекс-метода. А в американских учебниках по исследованию операций алгоритмы, основанные на методе эллипсоидов, без обиняков называют «методом Кармаркара» по имени американского математика, который усовершенствовал программную реализацию метода, изложенную в статье Хачияна.

Оптимальность vs робастность

В 1997 году А. С. Немировским сделан решающий шаг, который не удался его предшественникам (в том числе и нобелевскому лауреату Г. Саймону). Он впервые обнаружил, что задачи линейного программирования могут обладать особенностями, крайне неприятным для пользователя. Разница (даже в доли процента) между данными, которыми оперирует оптимальный алгоритм решения, и теми, которые будут иметь место в случае применения полученного решения, может привести к тому, что в большой доле задач полученное оптимальное решение окажется не только не оптимальным, но и вообще недопустимым, то есть будут нарушены заданные ограничения.

Следовательно, доверять оптимальному решению можно лишь, если заранее определить подверженность задачи «болезни неопределенности» — и найти «лекарство». Немировский предложил математически строгий способ, который обеспечивает надежность применения оптимального решения, назвав его «робастная оптимизация» (англ. *robust* — надежный, устойчивый, грубый). Этот способ менял и традиционную постановку задач линейного программирования, и алгоритм ее решения. Задача решалась при дополнительном условии, что все коэффициенты могут принимать любые значения из некоторого множества — множества неопределенности. Какими бы ни оказались коэффициенты, если они принадлежат множеству неопределенности, решение обязательно будет допустимым (точнее, робастно допустимым). Робастная оптимизация находит оптимальное решение только среди всех робастно допустимых решений.

Введение множества неопределенностей в стандартную задачу линейного программирования превращает ее в некоторое множество задач. А значит, стандартные методы решения задач линейного программирования непригодны. Но такая задача может быть решена как задача «выпуклой оптимизации», а для этого класса Немировским ранее уже были получены оптимальные алгоритмы решения (метод эллипсоидов). Это открывало дорогу для широкого применения методов робастной оптимизации в прикладных задачах. Сразу после опубликования первых результатов идеи робастности были подхвачены всеми, кто на практике или в теории занимался теорией оптимизации. Было ощущение, что именно такого подхода специалисты ожидали долгие годы.

Любой прикладник мечтает, чтобы полученное им решение обеспечивало максимум возможного в реальном мире. До сих пор математика предлагала ему этот реальный мир задать некоторым

Как можно ошибиться на 15%, сделав неверное допущение в 1%

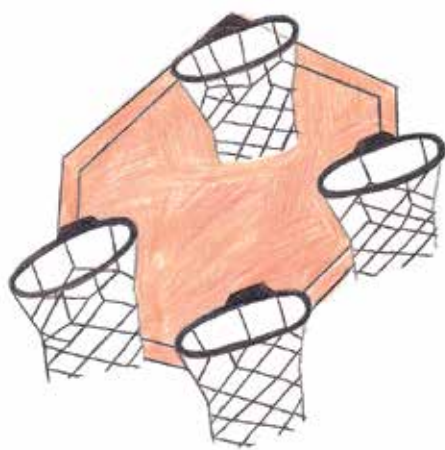
Одной из причин существенного влияния малых воздействий на результат являются «уравнения баланса», наиболее общий тип уравнений, как в экономике, так и во многих физических процессах.

Вот простой пример. Пусть работа автозавода описана линейной моделью, в которой показателем качества является годовая прибыль. Предположим, что в соответствующей модели оптимизации (в задаче линейного программирования) необходимо максимизировать прибыль. Среди различных линейных неравенств обязательно возникнет уравнение баланса следующего вида:

(количество проданных за год автомобилей) x (средняя цена одного проданного автомобиля) — (количество произведенных за год автомобилей) x (себестоимость производства одного автомобиля) ≤ годовой прибыли.

Предположим, за год было произведено 200 000 автомобилей и себестоимость производства каждого составляет 10 000 условных единиц. Анализ рынка показал, что можно будет продать не менее 180 000 автомобилей по цене 14 000. Таким образом, предполагаемая прибыль должна быть не меньше 180 000 × 14 000 – 200 000 × 10 000 = 5,2 × 10⁸ условных единиц. Теперь предположим, что в связи с неточностью экономических прогнозов реально было продано не 180 000 автомобилей, а 178 000 (разница чуть больше 1 %), а себестоимость каждого из реально произведенных составила 10 200 условных единиц (разница 2 %). Реальная прибыль составит 178 000 × 14 000 – 200 000 × 10 200 = 4,5 × 10⁸ условных единиц. Неточность в 1 – 2 процента в расчетных данных привела к ошибке в значении предполагаемой прибыли в 15 %. А ведь реальные расхождения данных, как правило, превышают один процент.

рис. [01] —————> Робастное решение —
всегда допустимое



Задача линейного программирования может быть представлена в виде многогранника ограничений. Область внутри многогранника — это множество допустимых решений, а вне его — область недопустимых решений, так как нарушаются условия задачи. Известно, что оптимальное решение всегда находится в одной из вершин многогранника, и симплекс-метод обходит вершины в поиске оптимального решения. Но малейшее отклонение от условий может допустимое решение превратить в недопустимое. В отличие от симплекса, робастное решение ищется как внутреннее и поэтому всегда остается допустимым, хотя может быть несколько хуже истинно оптимального решения.

вероятностным распределением и максимизировать ожидаемый результат. Хотя все понимали, что задание такого распределения в большинстве реальных ситуаций не более чем фикция. Робастная оптимизация гарантирует максимум возможного при самом неблагоприятном стечении обстоятельств. Если вдуматься, это единственное, на что можно всерьез рассчитывать в реальном мире, не будучи патологическим оптимистом. И хотя за все приходится платить, в данном случае природа оказалась «не злонамеренна» — плата за гарантированно допустимое решение вполне приемлема как по сложности алгоритма (он полиномиальный), так и по потере в качестве решения, которое во многих случаях лишь на единицы процентов хуже номинальных оптимальных решений.

Робастная оптимизация — наиболее последовательная из существующих сегодня методология преодоления неопределенности будущего. Признавая невозможность победить неопределенность, мы согласны платить, но платим справедливую цену.

Одним из первых больших проектов, в где была испробована робастная оптимизация, стал проект ЕС по оптимальному распределению водных ресурсов в крупных городах. Нужно было выбрать такой режим насосных станций, чтобы он обеспечил минимальную стоимость энергии и учел некоторые гидравлических ограничений (например, давление). Почти все данные в реальных гидравлических системах (истинные диаметры труб, электрические и гидравлические характеристики насосов, поведение потребителей) — это трудно измеряемые и предсказываемые величины.

Немировский считал, что решение можно найти с помощью точных методов робастной оптимизации. Дело в том, что многие практические задачи оптимизации обладают достаточно большим множеством «почти оптимальных» решений. Игнорируя неопределенность и решая задачу с номинальными данными, такие методы, как симплекс, получают в качестве решения граничную точку допустимого множества, которая часто становится недопустимой при возмущении данных. Робастные методы выбирают в допустимом множестве не граничное, а внутреннее решение, и, если множество «почти оптимальных» решений номинальной задачи достаточно массивно, близкое к оптимальному внутреннее решение всегда будет робастно допустимым [рис. 01].

Численное моделирование показало, что по затрачиваемой энергии метод вполне сопоставим с эвристическими подходами, но, в отличие от них, точно указывает, в каком интервале неопределенности исходных данных он робастно допустим. Задача оптимального распределения водных ресурсов — типичная задача управления любыми ресурсами: и распределение энергоресурсов в электрических сетях, и выбор оптимальных биржевых портфелей.

Область практического применения робастной оптимизации давно вышла за пределы линейного программирования и включает в себя, например, оптимизацию инженерных конструкций и нанопотонный инжиниринг. В 2003 году Institute for Operations Research and the Management Sciences за работы по робастной оптимизации наградил А.С. Немировского премией Дж. Неймана (John von Neumann Theory Prize).

Ориентация

по геофизическим полям обеспечивает автономность навигации боевого летательного аппарата

текст	Лев Августов
	кандидат технических наук, ОАО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро»
иллюстрации	Сергей Гудков
схема	Мила Силенина

Основным средством контроля пространственного положения боевой техники (наземной, воздушной, морской, космической) является инерциальная навигационная система (ИНС). Она контролирует координаты, скорость и угловое положение аппаратов относительно вертикали места. Одно из главных достоинств ИНС — это ее автономность. Недостаток — нарастающие со временем ошибки в определении навигационных параметров. Поэтому показания ИНС, как правило, корректируются по данным радионавигационных систем. Но автономность — очень важное для боевой техники качество — при этом теряется.

Поиск путей, позволяющих избавиться от нарастающих со временем ошибок, привел к идее использования информации о естественных физических полях Земли: ●поверхностных — рельеф земной поверхности, тепловой, оптический и радиолокационный контраст; ●пространственных — гравитационное и магнитное поля.

Идея не новая. Навигация по магнитному компасу известна давно. Да и в природе птицы, насекомые и животные

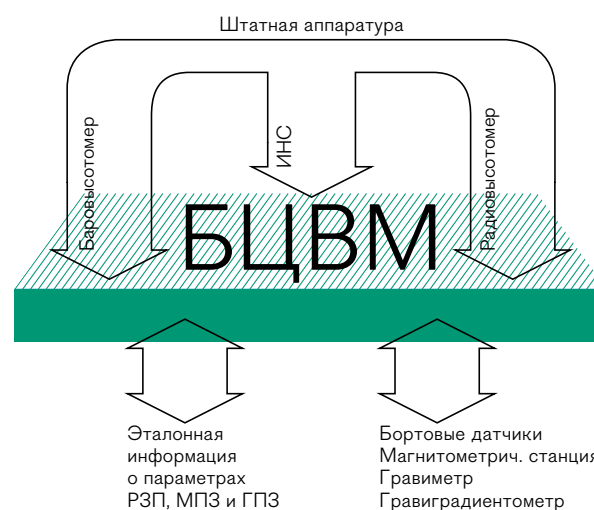
(наземные и морские) совершают длительные путешествия, руководствуясь генетическими данными о геофизических полях (ГФП). Голубь, увезенный за десятки и сотни километров, может вернуться в свою голубятню даже с закрытыми глазами. Механизм бионавигации пока в стадии изучения. Единственное, что удалось «подсмотреть», — это механизм ориентации на Северный полюс. В итоге появился географический компас. Пока что он не такой компактный, как магнитный, но более точный и надежный (ввиду дрейфа магнитных полюсов). В дальнейшем, по мере развития микромеханических и биотехнологий геокомпас может быть представлен как разновидность интегральных микросхем.

Теоретическое обоснование навигации с использованием данных о естественных ГФП было дано в 1963 году д.т. н. А.А. Красовским. Теория и практика таких систем были затем развиты его учениками.

В качестве полезной для навигации информации о параметрах ГФП А.А. Красовский предложил использовать их аномальные компоненты, связанные с особенностями местности. К таковым, в частности, относятся высота рельефа, границы раздела типов земной поверхности, значения производных гравитационного и магнитного потенциалов. Параметры ГФП представляются в виде суммы нормальной и аномальной компонент. Нормальная компонента описывается детерминированной функцией, аномальная — статистическими законами. Для рельефа нормальной компонентой является референц-эллипсоид (приближенная форма поверхности Земли), для гравитационного и магнитного полей — уравнения Лапласа. Аномальная часть характеризуется параметрами корреляционной функции — дисперсией и радиусом или интервалом корреляции поля. Отсюда произошло и название систем навигации — корреляционно-экстремальные навигационные системы (КЭНС). Слово «экстремальные» связано с методом распознавания измеренных датчиком значений ГФП.

Датчики поверхностных полей могут снимать информацию с точки, линии или кадра в зависимости от условий применения. Датчики пространственных полей регистрируют их параметры только в месте нахождения датчика.

рис. [01] —————> Структура корреляционно-экстремальной навигационной системы



ИНС — инерциальная навигационная система, БЦВМ — бортовая цифровая вычислительная машина, РЗП — рельеф земной поверхности, МПЗ — магнитное поле Земли, ГПЗ — гравитационное поле Земли

рис. 02 —————> Как работает КЭНС

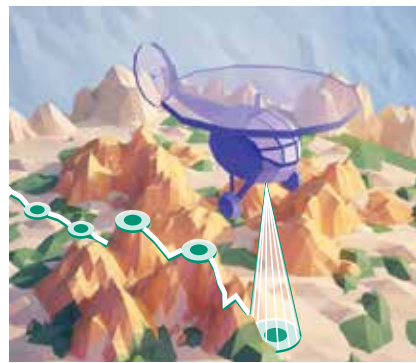
Корреляционно-экстремальная навигация, наведение

Геофизические поля:

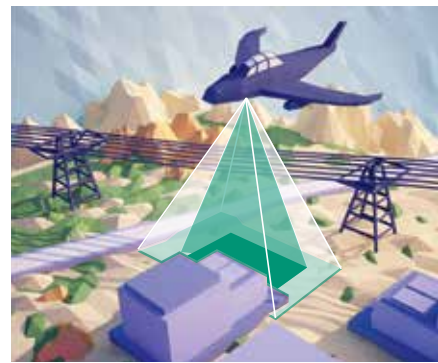
рельеф, оптическое, магнитное, радиотепловое, радиолокационное, гравитационное

Точность автономной навигации:

суша — 5–50 м
море — <200 м



точечное зондирование



кадровое зондирование



Автоматический заход на посадку и посадка на малооборудованном аэродроме

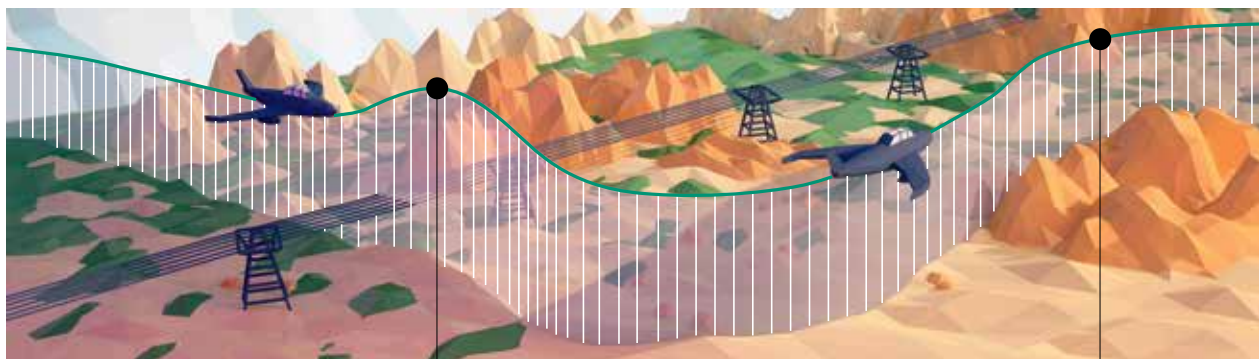
Достоинства:

всепогодность, круглосуточность

Маловысотный полет в автоматическом режиме

Достоинства:

всепогодность, круглосуточность



облет

обход

При точечном зондировании поля решение о местоположении принимается после прохождения определенного интервала, величина которого зависит от точности картографирования и бортовых измерений. При кадровом зондировании решение может быть принято практически сразу после завершения наблюдения.

Пространственные поля являются глобальными, и в этом их привлекательность. Степень картографической изученности гравитационного и магнитного полей приближается к 100%, но детальность и информативность аномальных компонент пока что существенно отличаются от района к району. Соответственно, точность навигации колеблется от десятков до сотен метров.

С поверхностными полями проблем с картографированием практически нет. Большое количество картографических спутников разных стран оперативно снимают земную поверхность с разрешением не хуже одного метра в оптическом и радиодиапазонах. Достижимая точность навигации по поверхностным полям составляет первые десятки и единицы метров.

Каким образом осуществляется определение местоположения в КЭНС?

Структура КЭНС в общем виде представлена на рис. 01, принцип работы поясняется на рис. 02. В момент измерения параметров поля фиксируются координаты предполагаемого местоположения по данным ИНС и вероятная ошибка в определении координат (синс). Область вероятного поло-

жения формируется в виде круга (или прямоугольника) радиусом не менее 3σ и с центром в точке предполагаемого по данным ИНС положения. Эталонные значения поля в области вероятного положения извлекаются из бортовой памяти и сравниваются с измеренным значением определенным образом. Результаты сравнения накапливаются на интервале наблюдения, и координаты точки, в которой разница между измеренными и эталонными значениями будет минимальна, принимаются за истинные.

Освоенными на текущий момент можно считать КЭНС по вертикальным профилям рельефа местности (маршрутная навигация) и наведение по оптическому контрасту в районе цели.

В комплексах радиоэлектронного оборудования пилотируемых и беспилотных боевых летательных аппаратов внедряются режим маловысотного полета с облетом и обходом препятствий, режим предупреждения столкновения с земной поверхностью.

Освоение КЭНС по пространственным геофизическим полям планируется в перспективных разработках боевой техники. Однако в целом внедрение КЭНС явно недостаточно, если учесть их преимущества по сравнению со спутниковыми навигационными системами (СНС).

Корреляционно-экстремальные навигационные системы по пространственным и поверхностным геофизическим полям и эталонам целей являются по существу

единственной альтернативой СНС. Обладая в большинстве применений практически равными с СНС потенциальными возможностями в отношении точности, универсальности, способности интеграции с другими системами, невысокой стоимости аппаратуры пользователей, КЭНС превосходят СНС по ряду других принципиально важных показателей.

В отличие от СНС, КЭНС:

- ориентируются относительно реальной поверхности Земли, а не виртуального референц-эллипсоида;
- почти не занимают места в эфире, воздушном, наземном, морском и космическом пространствах;
- обеспечивают высокоточную автономную навигацию как в воздушной, так и в морской среде;
- обладают высокой или полной помехоустойчивостью и скрытностью функционирования;
- не нуждаются в затратах на эксплуатацию и восстановление навигационных полей;
- не оказывают негативного влияния на экологическую обстановку;
- способны обеспечить весьма высокие боевую устойчивость и надежность.

Александр Аркадьевич Красовский (1921–2003) — доктор технических наук, начальник кафедры «Пилотажно-навигационные комплексы» ВВИА им. Н. Е. Жуковского, академик РАН (1992 г.), Герой социалистического труда (1981 г.), лауреат Госпремии СССР (1976 г.).



Школа анализа данных «Яндекса» стала участником коллаборации большого эксперимента LHCb ЦЕРН

текст	Андрей Устюжанин кандидат физико-математических наук, руководитель совместных проектов «Яндекса» и ЦЕРН
фотография	Иван Ерофеев
маргиналии	Александр Кольцов



Школа анализа данных «Яндекса» стала участником коллаборации большого эксперимента LHCb ЦЕРН (CERN). Школа будет помогать ученым в обработке данных и проводить исследования на стыке физики и компьютерных наук в рамках эксперимента LHCb — одного из главных экспериментов на Большом адронном коллайдере. Это первый случай, когда членом коллаборации становится частный университет, созданный по инициативе коммерческой компании, при этом не специализирующийся на физике. До этого в коллаборацию входили исключительно университеты, где ведутся исследования в области физики: МГУ, Массачусетский технологический институт, Оксфордский университет и другие.

Сегодня много говорят о применении технологий big data в медицине, экономике и других областях. История с физиками — интереснейший пример того, как может работать «магия» алгоритмов.

Представьте себе, что ребенку подарили интересную игрушку. Какое-то время он увлеченно играет, а потом ему становится интересно, что внутри, как она устроена. У всех свои игрушки, и чем они интереснее устроены, тем сложнее их разобрать. В мире физики игрушки, пожалуй, одни из самых сложных — связанные с нашей физической реальностью. В физике частиц, которой занимаются на Большом адронном коллайдере, объектом исследования являются элементарные частицы. А точнее, законы и модели, которые описывают их поведение: распады, взаимодействия и т. д.

Одним из способов изучения частиц является столкновение разогнанных до огромных скоростей частиц друг с другом. В результате таких столкновений высвобождается чрезвычайно большое количество энергии, которая может превратиться в другие виды частиц. На Большом адронном коллайдере протоны разгоняются почти до скорости света по двум противоположным круговым траекториям и соударяются в четырех точках кольца коллайдера — четырех детекторах больших экспериментов. Каждый эксперимент хорош в наблюдении определенного вида распадов частиц.

Эксперимент LHCb, к работе над которым подключаются студенты и исследователи ШАД, построен так, чтобы хорошо «видеть» распады частиц, появляющихся после столкновения протонов и летящих под небольшим углом вдоль оси их столкновения. Эта особенность позволяет, например, хорошо изучить законы взаимодействия В-мезонов. Одна из загадок, которую можно решить, наблюдая за частицами, — нарушение симметрии в законах для материи и антиматерии. В частности, интересный вопрос заключается в том, почему окружающая нас видимая Вселенная почти целиком состоит из материи? В поисках ответов на такие загадки физики не смотрят за каждым отдельным столкновением частиц, они ищут закономерности, проявляющиеся при наблюдении большого количества столкновений, — статистические закономерности, расщепления физически-значимых величин.

Коллайдер — это лишь начальное звено большого конвейера по обработке данных, за ним находится онлайн-ферма, которая отсеивает данные об интересных столкновениях от явного шума. Интересные данные, которые составляют сотые доли процента от всех наблюдаемых столкновений, сохраняются в дата-центрах грида (WLCG — Worldwide LHC Computing Grid) и проходят последующую обработку; только после всех предварительных этапов данные становятся доступны физикам коллаборации для предметного исследования. Каждое зарегистрированное соударение протонов в коллайдере называется событием, их могут исследовать участники коллаборации.

Один из классов задач, которые решаются на LHCb, — поиск редких распадов. Сложность этой задачи обусловлена необходимостью учета большого количества неопределенностей и одновременно требованием высокой точности получаемого ответа.

Поиск определенного вида событий похож на поиск иголки в стоге сена. Задача усложняется, т.к. каждое событие описывается десятками разных признаков, для которых очень сложно выделить объем пространства с наилучшим соотношением сигнал/шум. Для решения таких задач в других областях науки хорошо

Образование ШАД «Яндекса»

Школа анализа данных (ШАД) — одна из самых известных в России магистратур по computer science и анализу данных. Ее хорошо знают студенты и выпускники МГУ, МФТИ, Высшей школы экономики и др. Для тех, кто интересуется прикладной computer science, ШАД — трамплин в ведущие IT-компании и науку. В ШАД обычно идут после бакалавриата, в течение двух лет студенты изучают машинное обучение, алгоритмы и структуры данных, информационный поиск, компьютерную лингвистику и другие разделы компьютерных наук. «Яндексу» удалось собрать в одном месте ведущих разработчиков и исследователей, которые сформировали свою собственную программу обучения, востребованную индустрией. В итоге за 7 лет существования школа подготовила более 320 специалистов по computer science, работающих в «Яндексе», Google, ABBYY и других компаниях. Часть выпускников остается в науке.



зарекомендовали себя методы машинного обучения, такие, например, как классификация, которые могут это сделать гораздо лучше и точнее, чем человек. Такие подходы могут здорово сократить время накопления данных, а каждый год работы коллайдера — это примерно 1 миллиард евро для налогоплательщиков.

ШАДовцы помогут физикам в решении инженерных задач, для которых не нужно модельных данных, и задач не про физику: хранение данных, обнаружение и предсказание аномалий в работе детектора.

Доступ к данным эксперимента LHCb имеют исключительно участники коллаборации. Коллаборация — это как живой организм, состоящий из различных органов. Каждый орган поддерживает функциональность всего организма: служба IT, отвечающая за хранение и выполнение пользовательских запросов, группа поддержки детектора, группа онлайн-обработки, группа офлайн-обработки и другие. В них протекают довольно сложные процессы, замешанные на личных амбициях, национальных особенностях и групповой динамике. Описать этот организм можно лишь схематично.



Для лучшего понимания работы коллаборации есть неплохая иллюстрация-игра, построенная по принципу известной игры cookie-clicker: [particle-clicker: web.cern.ch/particle-clicker/](http://particle-clicker.web.cern.ch/particle-clicker/)

Формально коллаборация состоит из 60–70 групп по 5–15 человек из различных институтов всего мира. Каждая группа одновременно может вести работу по нескольким вспомогательным задачам и получает возможность проводить физические исследования с использованием данных эксперимента.

ШАД взяла на себя несколько больших задач: поддержку системы поиска событий LHCb по набору критериев, предоставление доступа к технологиям построения классификаторов, разработку системы проведения воспроизводимых экспериментов, оптимизацию стоимости хранения данных за счет предсказания популярности отдельных файлов, мониторинг работы LHCb-детектора и системы онлайн-обработки событий LHCb-детектора.

Наша группа, так же, как и группы физиков, получает возможность проводить исследования на данных эксперимента. В открытый доступ для всех данные попадают через несколько лет, для участников коллаборации — сразу же. С вступлением в коллаборацию мы можем готовить научные статьи вместе с физиками из ЦЕРН, другими университетами или самостоятельно.

исследования

ЦЕРН (CERN) — это крупнейший в мире научно-исследовательский центр в области исследования фундаментальных свойств материи (ФСМ). Российская наука имеет большой авторитет и традиции в области ФСМ, что позволяет российским ученым быть участниками в коллаборациях таких масштабных экспериментов, как ATLAS, CMS, ALICE и LHCb, реализуемых на Большом адронном коллайдере, созданном в ЦЕРН.

Координацию деятельности, связанной с научно-техническим сотрудничеством российских ученых и специалистов в ЦЕРН, осуществляет Минобрнауки России. До настоящего времени в коллаборацию входили исключительно научные организации, в которых проводятся исследования в области ФСМ: МГУ, ОИЯИ и другие.

Сейчас создан прецедент, когда членом коллаборации становится частный университет, созданный по инициативе коммерческой компании, при этом не специализирующейся на физике. Так, школа анализа данных «Яндекса» стала участником коллаборации эксперимента LHCb. Школа будет помогать ученым в обработке данных и проводить исследования на стыке физики и компьютерных наук.



Что такое LHCb

LHCb (Large Hadron Collider beauty experiment) — один из четырех основных детекторов на Большом адронном коллайдере Европейского центра ядерных исследований (CERN). Цель проводимого эксперимента — исследование асимметрии материи и антиматерии во взаимодействиях b-кварков (b от английского beauty, по-русски их называют «прекрасные»). Для поддержки эксперимента значим не только сам аппаратный комплекс, но и инфраструктура, ответственная за фильтрацию, хранение и обработку накопленных данных. От качества работы этой инфраструктуры зависит точность получаемых физических результатов.

В первое время, когда мы только начали общаться, мы не очень хорошо понимали, как устроена жизнь и где находятся границы территорий, через которые не принято переступать. Это становилось предметом непонимания и даже ревности. Каждая институтская группа формирует для себя план на год по физическим исследованиям: описываются темы и определяются ответственные за развитие этих тем. Как правило, физические интересы различных институтов пересекаются, и это повод для создания малой исследовательской группы внутри коллаборации по работе над одной задачей. Например, анализ распада $B_s \rightarrow 2\mu$ или $t \rightarrow 3\mu$. Внутри малой исследовательской группы физики распределяют обязанности между собой: подготовка данных, предвыборка данных, генерация данных на симуляторе, обучение классификаторов, расчет статистических неточностей и т.д. Работа над таким анализом может пройти относительно быстро — за полгода, после чего формируется внутренний документ, содержащий подробное описание проделанных шагов анализа, и если он утверждается внутренними рецензентами (что может занять от трех до шести месяцев), то по мотивам этого документа пишется статья в научный журнал (например, Physical Review Letters).

Сейчас мы понимаем эти принципы лучше и нашли свою нишу для исследовательских работ. Например, это такие задачи, как поиск распадов по общему шаблону — малоизученная область, в которой методы машинного обучения без учителя (unsupervised learning) могут показать себя с наилучшей стороны.

Наше отличие от физиков заключается еще и в том, что нам может быть интересно решение вспомогательных инженерных задач с научной точки зрения: мы можем писать статьи по этим темам, защищать магистерские и кандидатские диссертации, в то время как для физиков научный интерес представляют исключительно физические задачи.

Меня часто спрашивают: как могут изменить мир наблюдения за бегущими по трубе частицами? В перспективе, например, мы можем узнать о новых видах энергии. Напомню, что именно благодаря физикам в нашей жизни появилась всемирная паутина www, жидкокристаллический дисплей, ориентация космических спутников по квазарам, лечение онкологии с помощью пучка протонов и многое другое. Есть отличная книга «Пинбол-эффект» Джеймса Берка, в которой автор рассматривает влияние самых неожиданных факторов, например таких, как улучшенная парусность пассажирских судов XVIII века, на глобально заметные явления, такие как изобретение транзисторов или атомной бомбы.

Мы не можем прогнозировать разнообразие технологий, которые появятся спустя десятилетия благодаря сделанным сегодня научным открытиям. Сейчас активно исследуется вопрос темной материи и темной энергии. Кто знает, быть может, мы научимся использовать их в нашей повседневной жизни, если разгадаем их загадку.

←
Сотрудники «Яндекса» и Школы анализа данных, группа совместных проектов с ЦЕРН



Мегагрант превращает хорошую идею в хорошую лабораторию

подготовил
иллюстрации

Петр Харатьян
Виктор Меламед



Дмитрий Анатольевич Функ
«Человек в меняющемся мире. Проблемы идентичности и социальной адаптации в истории и современности» — Томский государственный университет и Институт этнологии и антропологии РАН



Сергей Анатольевич Лукьянов
«Научная лаборатория флуоресцентного биоимиджинга» — Нижегородская государственная медицинская академия и Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ИБХ)



Алексей Юрьевич Виноградов
«Физика прочности и интеллектуальных диагностических систем» — Тольяттинский государственный университет

Наш проект начался летом 2013 года. Предметом исследования стал феномен социальной адаптации. Мы пытаемся понять, как человек встраивается в то окружение, в котором он оказывается. Это, в частности, применимо к мигрантам: как эти люди должны встраиваться в понимающее общество, как понимающее общество должно относиться к ним.

Когда мы затевали проект, у нас была задача создать лабораторию в университете, который уже имеет традиции таких исследований. Мы выбрали Томский. Наша лаборатория социально-антропологических исследований должна была быть конкурентоспособной в мире. И благодаря мегагранту мы смогли создать огромный научный центр — более 60 сотрудников. Там мы занимались актуальными социально-антропологическими темами. Кроме социальной адаптации, это, например, феномен «ресурсного проклятья» — безумно важная проблема, на примере России она особенно заметна. Это явление заключается в следующем: если в стране много нефти, газа и прочего, то все должно быть хорошо. Но это далеко не всегда так — это и есть ресурсное проклятье; мы пытаемся понять, как рождаются, как должны урегуливаться конфликты в треугольнике: государство — добывающие компании — аборигенная община (то есть то население, которое издавна проживало на территории, на которой нефтяники решили пробурить скважину). В нашей лаборатории изучалось еще одно интересное направление — археологическое наследие, феномен «кладоискательства и черной археологии». Это очень важные явления, к которым государство оказалось не готово, не смогло взять их под свой контроль или, по крайней мере, объяснить их. Мы пытаемся работать в этом направлении и с помощью 3D-технологий. Они пока что не очень широко используются в нашей стране для сохранения археологического наследия. Это чрезвычайно перспективное направление, и, с моей точки зрения, Томский университет лидирует в его развитии, во многом благодаря мегагранту.

Мегагрант помог нам создать научный центр с необходимым оборудованием, обеспечить выезды на конференции и так далее. Это все важно, но самое важное — научить людей работать так, чтобы результаты их труда оказались востребованы на научном рынке. Мы организовывали международные конференции, курсы преподавателей из ведущих университетов и институтов мира, образовательные поездки наших студентов в эти университеты, а также долгосрочные экспедиции, что, наверное, и является основной пользой от мегагранта.

В Институте биоорганической химии мы уже много лет изучаем структуры и функции геномов, а также свойства флуоресцентных белков. В конце 90-х годов в нашей лаборатории были открыты новые флуоресцентные белки, которые могут изменять окраску. Это открытие позволило усовершенствовать технологии прижизненного мечения клеток и работать с целыми живыми организмами. Открылась возможность метить клетки одновременно разными цветами флуоресценции и наблюдать — посредством специальных биосенсоров — сразу за несколькими процессами, протекающими внутри меченых клеток живых организмов.

Получив мегагрант, мы начали сотрудничать с Еленой Загайновой, которая была тогда замдиректора НИИ прикладной и фундаментальной медицины при Нижегородской медакадемии. В ее лаборатории занимались онкологическими исследованиями и разработкой препаратов, влияющих на развитие опухолей. Совместная работа позволила нам, так сказать, усилить друг друга. Впоследствии мы стали не только метить и отслеживать раковые клетки, подсаживаемые экспериментальным животным, но и разрабатывать технологии, с помощью которых можно было бы уничтожать эти клетки. Мы стали создавать белки, выделяющие при возбуждении светом активные формы кислорода, который губит клетки опухоли. Этот проект можно назвать инфраструктурным, поскольку на его основе, вероятно, удастся изобрести новые и более эффективные методы лечения рака.

Благодаря мегагранту у нас появилась возможность создать совместно с Еленой Загайновой превосходно оборудованную лабораторию. Необходимая нам аппаратура стоила недешево — средства мегагранта позволили ее приобрести. К работе также необходимо было привлечь новые кадры. К нам потянулись блестяще подготовленные молодые ученые, которых мы, уже имея серьезное финансирование и уникальную лабораторию, смогли принять.

Но следует отметить, что создание нового научного центра, покупка оборудования и привлечение новых специалистов — это далеко не все, чем мы обязаны мегагранту. Получив его, мы почувствовали себя победителями! Мы осознали, что теперь имеем возможность раскрывать тот громадный потенциал, который заложен в наших научных проектах. Кроме того, наша работа положила начало дальнейшим исследованиям, стали появляться целые институты, применяющие и развивающие наши методы и технологии.

Мегагрант — субсидия, предоставляемая по результатам конкурсного отбора, проводимого Минобрнауки России в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. №220. Мегагранты направлены на создание и функционирование лабораторий под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях, государственных научных центрах РФ или учреждениях академий наук.

Мы получили мегагрант в 2010 году. До этого я много лет работал за границей, но не терял связи с коллегами. Когда проект мегагрантов появился, мы решили принять в нем участие. И грант стал удобным способом — не целью, а именно способом — возвращения. Кроме того, у нас появилось желание посмотреть на проблему с другой стороны, радикально изменить научные интересы и методику.

Мы узнали о получении мегагранта, когда я был еще за границей. Так что к моему возвращению мы успели подобрать прекрасных молодых специалистов. В общем, мы довольно мягко вскочили в этот процесс. Мы с моими коллегами, а также с целым множеством перспективных кадров, вчерашних студентов, образовали превосходный, устойчивый коллектив. Кстати, могу сказать с удовольствием, что от нас еще никто не ушел за все это время, хотя в последний год нас уже не поддерживал грант и мы существовали на собственные средства.

Мегагрант позволил создать новую лабораторию со свежими мыслями, с новыми возможностями. Основной же целью исследования было изучение разрушения материалов и конструкций, в первую очередь, техногенного характера — и их предотвращение. Существует два способа предотвращения: либо использовать новые материалы с иными свойствами сопротивления разрушению, либо использовать методы, которые предскажут появление разрушений. В нашей лаборатории изучались различные материалы, в основном металлического происхождения, но также и композитные материалы. Мы исследовали не только давно известные материалы, но и совершенно новые, которые в промышленности еще не использовались.

Средства мегагранта позволили создать отменно оснащенную лабораторию. Но дело не совсем в том, что у нас оборудование лучше и его больше, чем в других научных центрах, а в том, что нам удалось построить лабораторию с узнаваемым лицом. И Тольятти сейчас уже видится на мировой карте науки. Наша лаборатория похожа на лучшие лаборатории, в которых мне удалось побывать. Но мы, разумеется, не копируем их. И мы способны конкурировать с наиболее представительными из них. Оборудование — это не главное. Необходимо было вырастить молодых специалистов. Можно сказать, что это как раз наиболее приятный результат мегагранта: собрать и подготовить людей, которые пойдут за тобой и будут делать следующие шаги в развитии российской науки. В этом и был основной смысл всего проекта.

политология

Россия перестала восприниматься в США как страна придурков, алкоголиков и дикарей; стал возможен лозунг «Путина — в президенты». — «Политическая лингвистика», 2014, №3



ИТАР-ТАСС



музыковедение

Многочастные уникальные музыкальные композиции «Саратовские переборы» — феномен гармошечной культуры, рожденный коллективной формой музицирования. —

«Проблемы музыкальной науки», 2014, №4

правоведение

В сложившейся ситуации целесообразно ввести в законодательство понятие малозначительности коррупционного правонарушения. — «Актуальные проблемы российского права», 2015, №10

история

Многие должности, некогда появившиеся внутри Церкви, прочно вошли в государственную иерархию, а лица, их занимавшие, оказались приближенными эфиопского царя. — «Вестник Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета, серия филологическая», 2014, №5

искусствоведение

Нереализованные проекты памятников героям-панфиловцам, памятников защитникам Сталинграда и Москвы представляют собой первые шаги в становлении типологии мемориальных комплексов данной тематики. Это в основном колоссальные сооружения. — «Актуальные проблемы теории и истории

искусства», 2014, №3

Строгого определения, какие изменения следует считать реформой языка, а какие — нет, не существует

текст	Антон Сомин
	научный сотрудник Центра социолингвистики РАНХиГС
леттеринг	Света Муллари
маргиналии	Анна Кольцова

Общество консервативно. Мы ценим стабильность и не любим изменений — особенно когда эти изменения зовутся страшным словом «реформы». И неважно, какова область этих реформ: пенсионная, реформа образования или МВД. Неважно, проводят ли их абсолютно искренне для улучшения всего и вся или же лишь для того, чтобы скрыть результаты неумелого руководства. В лучшем случае они будут восприняты прохладно.

Из всего потока реформаторской деятельности особо выделяется одно направление — языковые реформы, или, как их нередко ошибочно называют, реформы языка. Интернет полон горестных стенаний о судьбах русского языка, в ходе всех реформ значительно «утратившего возможности передачи смысла и выразительности» и «упростившего многие правила» (и оттого, безусловно, деградировавшего). Об «уродующих русский язык большевиках-масонах», то и дело поминающих беса своей богохульной приставкой бес- («бессовестный — бес совестный, но у беса-то совести нет!» — волнуются на форумах). О «безжалостно выброшенной Лениным буквице ять» (и неважно, что Ленин тут ни при чем и что в половине случаев пишущие имеют в виду букву ь — «ер»).

«Тихо и неумолимо движется реформа русского языка», — переживала в начале 2000-х «Российская газета». Ее беспокойство разделяла «Литературная газета»: «До сих пор реформы были направлены на порчу графики и грамматики, а не на спасение языка». Лингвисты не соглашались: «Речи о реформе никогда и не велось, предлагалась лишь корректировка некоторых устаревших форм», — пояснял Александр Молдован, директор Института русского языка РАН, говоря о так и не воплотившемся в жизнь проекте изменений в русской орфографии, обсуждавшихся в начале 2000-х.

Так был ли мальчик (то есть реформа)? Ответ прост: строго научного определения того, какие изменения следует считать реформой, а какие для такого громкого названия слишком незначительны, нет. Просто все, кто недоволен изменениями, автоматически прикрепляют к ним «реформенный» ярлык, лингвисты же от него всеми силами открещиваются. В итоге проект изменений общество не приняло — а жаль,

он бы ликвидировал многие нелогичности в правилах орфографии.

Не проходит и десяти лет — просвещенная общественность снова в панике: на официальном уровне приняты безграмотные словари! Газеты пестрят заголовками: «Введение новых правил русского языка сделано в угоду неграмотности, считают специалисты», «Ошибки в русском языке узаконили», «Йогурт вам в вашу кофе»... Снова реформы? В отличие от предыдущего случая — даже близко нет. Если с орфографическими изменениями вопрос о том, как это называть, был скорее психологическим, чем лингвистическим, то в случае со словарями все «реформы» — просто миф, раздутый журналистами, поленившимися изучить источники.

В сентябре 2009 года вступил в силу приказ Минобрнауки, который утверждал в качестве официальных некоторые словари, вопреки слухам не содержащие ничего нового. «На допустимость в разговорной речи ударения *до́говор* и употребления слова *кофе* в среднем роде, на вариативность произношения *по сре́дам* — *по сре́дам* словари указывают в течение последних десяти и более лет», — писала «Грамота.ру». Допустимость — это совсем не то же, что обязательность, причем в разговорной, а не в официальной речи. Возмущивший же всех *йогурт* — это и вовсе норма начала XX века, которая по инерции кочует из словаря в словарь. Что же касается «в угоду неграмотности», то, как замечает «Грамота.ру», «главная особенность нормы — ее динамичность. Если в языке ничего не меняется, значит, язык этот мертв».

Многие другие популярные в обществе идеи о сущности языка тоже являются мифами: настоящий, хороший русский язык был раньше, а новое поколение при попустительстве лингвистов его испортило. Но и в XX, и в XIX, и в XVIII веке можно найти совершенно идентичные размышления о том, как плох нынешний язык и насколько лучше был язык предыдущих поколений: русский язык гибнет под напором заимствованных слов, а тут, вместо того чтобы с ними бороться, включают их в словари. Но русский язык на протяжении всей своей истории заимствовал массу слов (хлеб, деньги, юмор, тарелка, брюки, тетрадь...) и менее русским от этого не стал. И подобных заблуждений немало.

Так что слухи о портящих язык лингвистах-реформаторах сильно преувеличены. Лингвисты обычно предлагают изменения, обусловленные исключительно необходимостью обновить устаревшие нормы или уточнить и упростить отдельные сложные и нелогичные правила орфографии. Другое дело, когда язык сталкивается с политикой в разных ее проявлениях — будь то идеология, национальная идея или просто решения политиков, далеких от языковых проблем.

Буквы и эстетическое чувство

12 марта 2014 года Владимир Жириновский неожиданно решил заняться языкознанием. «Букву *ы* надо запретить в русском языке! Это от монгол к нам пришло, ни в одном европейском языке буквы *ы* нет. Гортанный звук, это звери так говорят: *ы-ы*. И — все, достаточно», — заявил он перед заседанием Госдумы. Обсуждать высказывание Жириновского неинтересно: и монголы тут не при чем, и во многих европейских языках этот звук есть — от других славянских до румынского и ирландского, да и вообще немало экспертов получило тогда свою минуту славы в газетах, раскритиковав это заявление со всех сторон. Пожалуй, разве что словацкие школьники были бы рады заполучить Владимира Вольфовича в свои предводители: в этом языке действительно звуки [и] и [ы] в абсолютном большинстве случаев совпали, а вот на письме *i* и *y* продолжают различаться (примерно как *e* и *ь* в русской дореволюционной орфографии), так что книжные магазины Братиславы забиты пособиями, помогающими справиться с этой бедой.

Важнее тут другое: смешение буквы и звука, письменности и фонетики — вообще очень распространенное заблуждение. Далеко не все осознают, что даже при большом желании мы можем вмешаться только во внешнюю оболочку языка — в его орфографию, которая когда-то была людьми же и создана. А вот внутренняя структура языка, в частности его фонетика, нашим желаниям не подвластна: язык меняется сам по себе.

Но с искушением отождествлять букву и звук порой не могут справиться даже лингвисты. В 1926 году в Минске прошла ака-



Помимо перевода языков народов СССР на кириллицу в 1930-х годах, реформаторы также пробовали вмешаться и во внутреннюю их структуру: всерьез считалось, что чем больше грамматика языка похожа на русскую, тем он совершеннее. Отмечены попытки развить прилагательные в тех языках, где они не выделялись как отдельная часть речи, приблизить порядок слов к русскому. В Марийской АО даже была создана комиссия «по разработке вопроса о марийских падежах».



Рассуждая о латинизации русского языка, Николай Яковлев, один из основных участников языкового строительства в СССР 1920-х годов, писал: «Территория русского алфавита представляет собою в настоящее время род клина, забитого между странами, где принят латинский алфавит Октябрьской революции, и странами Западной Европы, где мы имеем национально-буржуазные алфавиты на той же основе. Таким образом, на этапе строительства социализма существующий в СССР русский алфавит представляет собой безусловный анахронизм».

демическая конференция, посвященная ре-форме белорусской орфографии и алфави-та. В своем выступлении один из выдающихся белорусских лингвистов Язэп Лесик предла-гал избавить белорусский алфавит от букв э и ы (Владимир Вольфович порадовался бы) как от «не соответствующих звукам языка». «Буква э, — говорил он, — чисто русская бук-ва. Наш соответствующий звук более слабый, чем русское э. Перенося значение русской буквы в нашу азбуку, мы неправильно переда-ем на письме наш звук и этим портим образ написанного слова с этой буквой. В то же время для этого звука у нас есть своя буква, которая писалась раньше. Это та же самая буква, только поставленная наоборот, — е. У этой буквы более красивый внешний вид и она точнее передаст звук э; тогда каж-дый, и незнакомый с нашим письмом, легко поймет, что эта буква означает особый звук, не такой, как русское э». Легко увидеть, что уровень аргументации не сильно превосхо-дит логику Жириновского.

Предложение Лесика было от-клонено более здравомыслящими коллега-ми. А буквально два года спустя в полутора тысячах километров к югу «более красивый внешний вид» буквы таки сыграл свою исто-рическую роль.

В 20-е годы XX века первый пре-зидент Турции Мустафа Кемаль Ататюрк проводил многочисленные реформы. Одной из этих реформ стала реформа письменно-сти: было решено отказаться от использо-вавшейся до того времени арабской вязи и перейти на латинский алфавит. Переход на новую систему письма требовал обсуж-дения многих спорных аспектов соотноше-ния графики и фонетики. Одним из них был вопрос, как отображать мягкость некото-рых согласных перед задними гласными (а, о, и т. п.), что, правда, встречалось толь-ко в словах, заимствованных из арабского и персидского (вроде слова *гяур* ‘неверный’ или имени *Кязим*), каковых, впрочем, в турец-ком языке того времени было немало. Од-ной из популярных идей было использование буквы *k* для твердого [к] и *q* (которую турки на французский манер называли *кю*) для мяг-кого [к] — с чем были не согласны некоторые сторонники скорейшего «отуречивания» ара-бизмов. Подобные споры могли бы вестись долго, но на этот раз все разрешилось очень быстро. Вот как описывает судьбу буквы *q* в турецком алфавите Фалих Рыфкы Атай — журналист и писатель, принимавший участие в разработке нового алфавита:

«На собрании вечером того дня, когда я принес проект предложений для нового письма, Кязим-паша Эзалп пожа-ловался:

— Как я буду писать свое имя? У нас должна быть буква *q*.

Ататюрк ответил:
— Какая разница, одной буквой больше, одной меньше? Пусть будет.

Лишь стоило бы нам это сделать, как ни одно арабское слово так бы никогда и не «отуречилось». Но я ничего не сказал на собрании. На следующий день я пришел к Ататюрку и снова объяснил ему проблему.

Ататюрк не знал заглавных букв и писал вместо них обычные строчные, про-сто большего размера. Он взял лист бума-ги и написал первую букву своего имени — Кемаль — сначала с увеличенной *q*, а потом с увеличенной *k*. Первый вариант ему совер-шенно не понравился — так что в новом ал-фавите мы обошлись без *q*. Слава Богу, что он не знал заглавной Q, которая выглядит куда более впечатляюще, чем K!»



Общество так болез-ненно воспринимает языковые реформы, что верит даже самым невероятным слухам. В августе 2012 г. в интернете широко распространилась новость о том, что Институт лингвистики в Тарту (не существу-ющий на самом деле) объявил о возможном исключении русского языка из списка языков мира и признании его мертвым в следующем году. Выдуманная но-вость была перепечата-на сотни раз и вызвала тысячи возмущенных комментариев.

Нам чужого не надо

В феврале 2013 года все те же депутаты от партии ЛДПР внесли в Госдуму пуристический законопроект, запрещающий употребление иностранных слов в том слу-чае, если в русском языке есть их аналоги. Спустя полтора года профильный комитет Госдумы по культуре даже рекомендовал палате этот законопроект принять. И хотя 1 июля 2014 года он все же был отклонен, общественность всполошилась (и, в об-щем, не зря: продуманность законопроек-та была, мягко говоря, невелика). Выступая в поддержку предложения, Жириновский вспоминал тот же турецкий язык, который Ататюрк значительно очистил от арабизмов, зампред комитета Госдумы по культуре ре-жиссер Владимир Бортко ссылался на опыт французов, имеющих аналогичный закон.

Закон во Франции действи-тельно есть, но реализуется он на практике с переменным успехом. Не отстают на ниве языкового пуризма и иранские власти, пытающиеся бороться с потоком европе-измов: сайт Академии персидского языка и литературы даже дает возможность всем желающим предложить свою патриотич-ную замену западным варваризмам — вот только *пицца* все никак не уступит свое место в меню *эластичным лепешкам с на-чинкой*. Все-таки в наше время законода-тельно влиять на словарный состав языка достаточно трудно (хотя, как показывают лингвистические данные, *полиция* вытесняет *милицию* вполне уверенно — вопреки всем предсказаниям скептиков). Тем интереснее сравнить нашу ситуацию с теми странами, где повлиять на лексику тем или иным образом все же удалось.

Первой из таких стран на ум при-ходит Исландия: исландский язык можно считать лидером европуризма. Вместо того чтобы заимствовать из других языков, ис-ландский язык обходится сложными сло-вами, составленными из исконных корней, а то и находит в чулане забытое словечко из средневековых саг, бережно оттирает его от пыли и заботливо указывает ему но-вый смысл жизни (*sími* ‘телефон’ во времена викингов был всего лишь ‘длинной нитью’).

Принципиальное же отличие исландской языковой ситуации от наших охранительных попыток в том, что у них тенденция борьбы с заимствованиями — это не спущенная сверху директива, а, на-против, общенародная идея, поддержанная властями (впрочем, чего еще можно было бы ожидать от общества, которое и конститу-цию создает методом краудсорсинга). Эту атмосферу сложно описать в двух словах, но, наверное, нетрудно почувствовать: для миниатюрной, но преисполненной собствен-ного достоинства нации, живущей в изоля-ции от всех на суровом северном острове, в стране, где до последнего времени было так мало чужих, что можно было спокойно оставлять не пристегнутыми велосипеды на улицах, и где саги шестивековой давности входят в топ самых читаемых литературных произведений, вполне естественно осоз-навать свой язык как один из важнейших элементов национальной идентичности и ревностно оберегать его от вторжений.

Нечто подобное происходило и в Чехии в XIX веке. Находившаяся несколько сотен лет в германоязычном мире, постепен-но терявшая национальное самосознание и язык, в конце XVIII века Чехия вместе с дру-гими славянскими народами вступила в пе-риод национального возрождения. Одним

гуманитарии

Избранные языковые реформы XIX–XXI вв.



Середина XIX в.

Норвежский язык

Лингвист Ивар Осен создает пуристи-ческую норму норвежского языка, основанную на диалектах, в качестве «истинно норвежской» альтернативы официальному стандарту, сформиро-ванному на основе датского языка. Сейчас эти два варианта называются *нюнорск* (или *нюношк*, досл. ‘новонор-вежский’) и *букмол* (досл. ‘книжный язык’) и являются официальными письменными стандартами норвеж-ского языка.



Конец XIX — середина XX в.

Иврит

Единственный в истории человечества пример возрождения мертвого языка. Превращение древнееврейского языка в современный разговорный связано с именем Элиэзера Бен-Йе-худы, сын которого стал первым носителем иврита как родного языка спустя более тысячи лет после его выхода из повседневного употребле-ния. Иврит стал официальным языком Британского мандата в Палестине в 1922 г. и теперь является госуда-рственным языком Израиля.



Середина 1920-х — начало 1930-х гг.

Языки СССР

Активный процесс языкового строи-тельства в СССР. Профессиональные лингвисты переводят на латиницу языки с уже существующей письмен-ностью на арабской основе (азер-байджанский, чеченский, адыгейский, таджикский) и некоторые кирилличе-ские (калмыцкий, коми и др.). С нуля создается письменность для беспись-менных языков (ненецкий, чукот-ский, хантыйский и др.). Всего было латинизировано около 70 языков СССР. В 1929 г. была даже создана комиссия по разработке вопроса о латинизации русского языка.



Конец 1930-х гг.

Языки СССР

В Советском Союзе меняется наци-ональная политика и начинается форсированный переход на кирил-лицу. Переход происходит в жесткие сроки, обычно не больше года. Новые алфавиты создаются децентрализо-вано, зачастую малокомпетентными местными властями. Об успешном завершении перехода языков СССР на кириллицу было объявлено в июне 1941 года, но и после этого многие алфавиты и правила орфографии еще не раз менялись.



1941 г.

Немецкий язык

Вопреки распространенной ассоциации готического шрифта с немецкими нацистами именно Мартин Борман 3 января 1941 г. подписал меморан-дум, предписывающий отказаться от готического шрифта в пользу ан-тиквы (т. е. современного начертания латиницы). В меморандуме указыва-ется на якобы еврейское происхож-дение готических букв, но историки считают, что возможной причиной отказа нацистов от готики (превоз-носившейся в 30-е годы как «истинно немецкое письмо») стала трудность ее понимания жителями будущих оккупированных территорий. Кроме того, против готического шрифта, как несовременного, высказывался Адольф Гитлер.



1950-е гг.

Английский язык

В 1950 г. знаменитый ирландский драматург Бернард Шоу завещал огромную сумму на создание и рас-пространение полностью фонетиче-ской орфографии для английского языка, не основанной на латинской графике. На конкурс было подано 467 вариантов, а победу в 1959 г. одержала система письма, созданная архитектором Кингсли Ридом. На ее основе было издано несколько книг, но широкого распространения «алфа-вит Шоу» не получил.



1951 г.

Норвежский язык

Норвежский парламент решил изме-нить систему числительных, заменив модель типа *seks og åtti*, досл. ‘шесть и восемьдесят’ (как в немецком язы-ке) на модель *åttiseks* ‘восемьдесят шесть’ (как, например, в шведском или русском). Утверждалось, что норвежцы скоро перейдут на новую систему, как более удобную, однако традиционная система до сих пор активно используется в быту.



Конец 1960-х — начало 1970-х гг.

Шведский язык

Du-reformen (досл. ‘Ты-реформа’) в Швеции, направленная на упрощение сложнейшей системы обращений. До реформы в большинстве ситуаций общения обратиться к собеседнику напрямую было невозможно: адресата требовалось называть в третьем лице (он/она), именую по титулу и фамилии. Реформа прошла на удивление быстро, и в современном шведском на *du* ‘ты’ нельзя обратиться разве что к членам королевской семьи.



1987 г.

Филипино (тагальский язык)

В названии официального языка Филиппин — пилипино — меняется первая буква: теперь он называется филипино. Почему?

С 1930-х годов в многоязычном филиппинском обществе стала продвигаться идея о создании общенационального языка. В качестве основы был взят один из крупнейших местных языков — тагальский. Этот выбор пришелся не по душе носителям других языков, и спустя 50 лет замена в названии звука *p* на *f* символизировала уход от тагальской основы: в тагальском звука *f* нет, тогда как во многих других филиппинских языках он встречается.



Конец 1980-х — начало 1990-х гг.

Языки стран бывшего СССР

В последние годы СССР и после его распада некоторые языки вновь переходят на латиницу. Первым в 1989 г. это сделал молдавский язык (хотя в непризнанном Приднестровье и сейчас в ходу кириллица). В 1991 г. латинскую графику начинает использовать азербайджанский язык, а с 1996-го — туркменский. Узбекский язык официально перешел на латиницу с 1995 г., однако кириллица до сих пор используется параллельно.



Начало 1990-х гг.

Сербскохорватский язык

После распада Югославии бывший сербскохорватский (или хорваткосербский, как его называли в Хорватии) язык распадается на три отдельных языка: сербский, хорватский и боснийский. Де-факто почти ничего не изменилось: в едином сербскохорватском языке и так официально существовали две равноправные нормы и две письменности: кириллическая и латинская.



Конец 1990-х — начало 2000-х

Татарский язык

В 1999 г. Татарстан также попытался перейти на латинскую письменность, приняв соответствующий закон, который вступил в силу в 2001-м. Однако спустя несколько месяцев Госдума внесла поправку в федеральный закон «О языках народов РФ», за-прещавшую государственным языкам республик РФ использовать что-либо, кроме кириллицы. И в 2004 г. Конституционный суд отменил закон о татарской латинице.



2007 г.

Черногорский язык

После распада в 2006 г. Государственного союза Сербии и Черногории официально появляется отдельный черногорский язык, ранее считавшийся диалектом сербского. Его орфография закрепляется только спустя два года после провозглашения черногорского языка в конституции: в алфавите появляются две новые буквы. Многие, однако, не используют их, предпочитая традиционную сербскую орфографию.



2010 г.

Белорусский язык

С 1 сентября начинают действовать новые правила орфографии. Реформа уточняет спорные случаи написания заимствований и ликвидирует часть исключений. Изменения затрагивают не очень много слов, но среди них оказывается и числительное-исключение *ляцьдзэсят* ‘50’, которое по новым правилам пишется как *ляцьдзясят*. Из-за этого приходится перевыпустить все купюры в 50 и 50000 белорусских рублей, хотя в обращении до сих пор встречаются «дореформенные».



2013 г.

Молдавский язык

Конституционный суд Молдовы признал государственным языком румынский, тем самым, по сути, отказав молдавскому в статусе языка. Эти языки действительно практически идентичны, но этот случай — редчайший пример добровольного понижения статуса языкового образования (гораздо чаще наоборот: бывшие диалекты «повышают» до языка).

из важнейших этапов этого периода стал обнаружение филологом Вацлавом Ганкой двух старинных манускриптов: Краледворской рукописи XIII века и Зеленогорской рукописи, созданной, ни много ни мало, на рубеже IX – X веков! Эти древние артефакты стали настоящей сенсацией, символом восстановления этнического самосознания, доказательством богатства истории чешского народа, глубочайшей литературной традиции и величия чешского языка.

Подлинность обеих рукописей была опровергнута только в конце XIX — начале XX веков: манускрипты оказались искусной подделкой Ганки, который сделал это, по-видимому, не из корыстных побуждений, а ради будущего своего языка и своей нации. И хотя величайшая чешская сенсация XIX века оказалась фальшивкой, своей цели Ганка все же достиг: рукописи сыграли одну из главных ролей в красивой истории воскрешения чешской самоидентичности и роста статуса чешского языка. В пылу сражений с немецким влиянием, когда немецкий язык изгоняли из высоких сфер, в перерожденном чешском досталось даже старым заимствованиям из классических языков: чехи не ходят в театры и библиотеки, не учатся в Институте чешской истории и слушают музыку только в неформальной обстановке — ведь для спектаклей есть *divadlo* (от слова *дивиться*), для книг — *knihovna*, изучать историю приходится в *Ústavu českých dějin* (ср. *деяния*), а на концертах обычно исполняют *hudbu* (тот же корень, что в *зудеть*).

Впрочем, из глубин *dějín* вернемся в наш век. Некоторым политикам в сфере лексикографии улыбалась бóльшая удача, чем членам партии ЛДПР. В 2002 году президент Туркменистана Сапармурат Ниязов, более известный как Туркменбаши — «глава туркмен», повторил опыт Великой французской революции, своим указом заменив все традиционные названия месяцев григорианского календаря на более актуальные: январь, например, стал месяцем *Türkmenbaşy*, апрель — *Gurbansoltan* (в честь матери президента), а сентябрь — *Ruhnama* (в честь написанной им книги). Дни недели также получили названия, составленные из тюркских корней (до того использовались персидские заимствования): *Başgün*, *Ýaşgün*, *Hoşgün* — ‘главный день’, ‘молодой день’, ‘благоприятный день’ ... При этом те же слова использовались даже в туркменских газетах на русском языке: «Подтверждением тому служит Указ главы государства о том, чтобы в первый Дынчгюн месяца Огуз отмечать национальный праздник — День работников текстильной промышленности Туркменистана». Впрочем, спустя два года после смерти Ниязова, в 2008 году, страна вернулась к прежним названиям. И хотя у месяцев старые названия восстановились ментально, новые дни недели успели крепко прижиться и заменились прежними далеко не сразу.

Вредительская грамматика и правописание

Наибольшее давление на язык оказывается в обществах, имеющих сильную государственную идеологию. В подобных системах формируется особое отношение к языку, а сам язык воспринимается как средство борьбы за достижение государственных идеалов. Процессы, происходящие в современном русском языке, описывает в своих работах известный лингвист Мак-

гуманитарии



Несогласие властей признать какой-либо язык в качестве официального нередко вызывает серьезные конфликты. Однако ситуация языкового равноправия тоже может привести к жертвам. 27 марта 2011 г. в районе бельгийской деревни Пекро произошло лобовое столкновение поездов, унесшее жизни 8 человек. Одной из причин катастрофы стал языковой барьер между франкоязычным диспетчером из Вавра и его нидерландоязычным коллегой из Лёвена. Французский и нидерландский являются официальными языками Бельгии, и, по уставу Бельгийских железных дорог, сотрудникам достаточно владеть любым из них.



Противники реформы русской орфографии 1918 г. в качестве одного из аргументов о ее вреде приводят искажение названия романа Льва Толстого «Война и мир». Утверждается, что изначально роман назывался «Война и миръ», где слово миръ означало «общество», — и это понимание было утрачено из-за отмены буквы і. На самом деле, это заблуждение: в прижизненном издании романа на обложке значится слово мирь, обозначающее «отсутствие войны».

сим Кронгауз, а мы в качестве примера рассмотрим борьбу на лингво-идеологическом фронте в советской Белоруссии 30-х годов.

В мае 1930 года ЦК Коммунистической партии Белоруссии выпустил секретную резолюцию «Выводы дискуссии о языкознании», в которой были сформулированы взгляды на развитие белорусского языка, ставшие каноническими почти на три десятилетия. Основной идеей стала борьба с «контрреволюционными национал-демократическими элементами», якобы использовавшими язык в своих антисоветских целях. В своей служебной записке на имя Сталина первый секретарь ЦК КПБ Пантелеймон Пономаренко докладывал о «создании вредительской грамматики и правописания», о «собственной выдумке новых слов» и «введении в литературный язык слов, записывавшихся от неграмотных стариков и старух и детей, не посещающих советскую школу». Особенно был возмущен Пономаренко фонетическим принципом письма (т. е. отображением на письме произношения, в первую очередь аканья), который он считал «искажением правописания в националистическом духе».

Письмо Пономаренко было написано в 1938 году, но живо отражает и настроения властей по отношению к белорусскому языку в начале 30-х, когда текущее положение дел требовало экстренного вмешательства и срочного принятия специальных мер. Меры не заставили себя ждать. В марте 1933 года замдиректора Института языкознания БАН Язэп Матюкевич, назначенный туда в 1930 году на место репрессированного Лесика (о котором шла речь выше), отчитывается об «очищении Академии наук от нацдемовских элементов, которые особенно много вредили на лингвистическом фронте» и докладывает о планируемой реформе белорусской орфографии, которая должна очистить язык от «всего того вредного, за что цеплялись нацдемы, проводя буржуазно-националистические тенденции».

Столь важное и ответственное дело, разумеется, нельзя было отдать на откуп каким-то языковедам. В мае того же года ЦК КПБ постановляет создать политическую комиссию по пересмотру русско-белорусского словаря и правил правописания белорусского языка. Комиссия тут же принимается за работу.

Новые правила, принятые спустя три месяца в целях, в том числе, «полного подчинения белорусского правописания задачам воспитания рабочих масс в духе пролетарского интернационализма», сильно приблизили белорусский язык к русскому. Несмотря на заявленную орфографическую направленность, реформа затрагивала и грамматику (между прочим, редчайший случай, возможный только благодаря близкому родству языков). Так, постановлением Совета народных комиссаров в язык вводились причастия, которые рекомендовалось использовать особенно в тех случаях, когда они «отмечают социальный смысл», например *пануючы класс* — ‘правящий класс’ или *эксплеатуемы класс* — ‘эксплуатируемый класс’. Отдельное поразительное правило вводило специальный список исключений, не подчиняющихся фонетическому принципу письма, — хотя обычно реформы направлены на ликвидацию исключений. Такой чести удостоились интернационально-революционные слова, которые следующие двадцать лет писались через *о* — *рэволюцыя* (но *эвалюцыя*), *комунізм* (но *каманда*), *пролетарый*

Дворцовая площадь Петербурга — редкий случай архитектурной гармонии

текст	Владимир Седов
	доктор искусствоведения, профессор

(но *пралет*). В связи с этим пришлось даже герб поменять: раньше там соединялись *пралятары*, а после 33-го года соединяться стали *пролетары*.

Приключения лозунга на гербе, правда, на этом не закончились. Русскоязычного секретаря ЦК КПБ Надежду Грекову возмущало, что в белорусском варианте лозунга слово *соединяйтесь* переводится глаголом *злучайцеся* (собственно, единственно возможным эквивалентом). Как человек, который подписывает директивы колхозам о начале «случной кампании для скота», она считала, что по отношению к пролетариату такой призыв звучит совершенно кощунственно. Был предпринят мозговой штурм, и развратное *злучайцеся* («соединяйтесь») заменили на близкое по смыслу, но более приятное по звучанию *яднайцеся* («объединяйтесь»). Слово *яднайцеся*, правда, тоже не очень устраивало Грекову, потому что теоретически могла возникнуть необходимость при печати перенести лозунг со строки на строку, и тогда при делении этого глагола могло бы оказаться, что пролетарии всех стран — *яд-*. И неважно, что *яд* по-белорусски будет *атрута*, а *е* в первом предударном слоге всегда превращается в *я* (*сястра, вясна*). Партия сказала: «Надо!» — и слово-исключение *еднайцеся* заняло свое место на гербе. Отменили оканье в «революционных словах» и *е* в *еднайцеся* только в 1958 году, но *злучайцеся* в лозунг так и не вернулось.

Кесарю кесарево

Итак, когда язык встречается с политикой, начинают твориться удивительные дела — когда однозначно вредные, когда спорные. Впрочем, даже подготовленные профессиональными лингвистами изменения могут оцениваться двояко: то, что лингвисты оценивают как замечательные и правильные решения, неспециалисты в силу привычки и консервативности порой воспринимают как абсолютное зло. Что касается рассуждений о порче языка лингвистами-реформаторами, важно понимать, что в нормальной ситуации реформированию поддаются только орфография и — несколько труднее — лексический состав языка, а если говорят о порче грамматики, то это уже заведомые заблуждения.

Лингвополитические события, о которых шла речь, все же особые случаи. И хотя в трудах Ленина можно найти рассуждения о заимствованиях, а труд товарища Сталина «Марксизм и вопросы языкознания» занимает первое место по количеству переводов на иностранные языки среди всех лингвистических книг, написанных по-русски, хочется все же верить, что вопросами языкознания будут заниматься лингвисты.

Арутюнова Е. В. Правда и мифы об изменениях в русской орфографии (на материале прессы 2000 – 2002 гг.) / Меди@альманах №2 (55), 2013

Працы Акадэмічнае канферэнцыі па рэформе беларускага правапісу і азбукі. Мінск, 1927

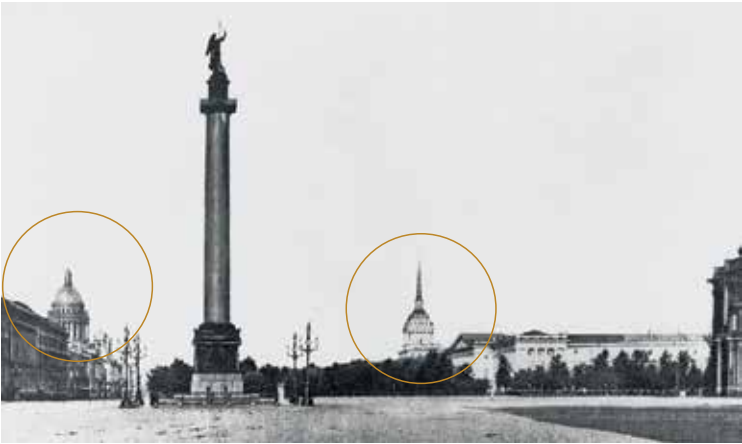
Lewis, Geoffrey L. The Turkish language reform: a catastrophic success. 1999

А. Калубовіч. Крокі гісторыі. Мінск, 1993



Барочный дворец мог бы подавить площадь, но ее размеры лишают его этой возможности. Генеральный штаб с его аркой и «полукругом» (который не совсем полукруг, а довольно плавная дуга) находится далеко. Колонна центрирует площадь, которая без нее была бы немного расплывчатой

Площадь с запада открывается в сторону Адмиралтейства (справа) и Исаакиевского собора (слева), эти далекие и близкие вертикали вступают в причудливые, но не противоречивые отношения с Александринским столпом



Арка Генерального штаба направлена строго на центр дворца, Арок даже две, что создает при постепенном приближении к площади со стороны Большой Морской впечатление все большей торжественности. Когда Монферран вписал в арку колонну, он сделал почти невозможное: колонна «уместилась» в арочный проем и встала перед дворцом так, что получилась новая и нерушимая целостность.

Само слово *ансамбль* («вместе» — фр.) предполагает наличие нескольких составляющих. У нас много всего разного называют ансамблем. Но это не значит, что скопления зданий и впрямь стали ансамблями. Искусствоведы осторожничают, а потому группу зданий часто называют просто комплексом.

Настоящих ансамблей, созданных одной волей или сложившихся в результате диалога нескольких волей, немного. И Дворцовая площадь, безусловно, является законченным ансамблем. У всех зданий здесь одна высота, заданная высотой Зимнего дворца. В результате площадь превращается в интерьер, хотя и без крыши. Дворец все равно главный, он массивный, пышный. Перед ним простирается обширная площадь, оканчивающаяся полукругом Генерального штаба, приглашающим смотреть на дворец и как будто расступающимся перед ним. В этом полукруге прорезана

арка, оканчивающая Большую Морскую улицу. Арка направлена на дворец. По сторонам у площади есть прорывы — улицы и площади, сообщающие ее с другими городскими пространствами. Центр выделен Александровской колонной. Итак, дворец, полукруг Генерального штаба, арка в нем, колонна посередине. Спокойный, ясный ансамбль, от которого захватывает дух. Это создали последовательно: Карло Бартоломео Растрелли (дворец, середина XVIII в.), Карл Росси (полукруг уже был, но его заполнил заново и создал триумфальную арку именно он, это первая треть XIX в.) и Огюст Монферран (колонна, 1830-е гг.). Сложение усилий было важно только сначала, потом уже, в эпоху Росси и Монферрана, ансамбль создавался как диалог, в котором учитывались «мнения» другого. Получилось пространство в состоянии устойчивого равновесия, которое в данном случае и есть гармония.

Институт на Ленинском проспекте готовит инженеров, министров и нобелевских лауреатов

текст

Федор Григорьев

кандидат химических наук

маргиналия

Анна Кольцова



ИТАР-ТАСС

01



02

В мае 2013 года в музее НИТУ «МИСиС» (Московского института стали и сплавов) отмечали полуторавековой юбилей первой плавки стали в мартеновской печи. Потомки Пьера Мартена, посетившие МИСиС вместе с представителями французского посольства, передали музею архивные документы знаменитого металлурга. В России печь нового типа построили в 1869 году, всего через пять лет после плавки Мартена. Передовая технология, позволившая получать литейную сталь в промышленных масштабах простым и недорогим способом, быстро распространилась в России. Это создало условия для стремительного роста сталелитейной промышленности в конце XIX века. Так, с 1897 по 1900 год производство чугуна и стали выросло пятикратно.

В условиях промышленного подъема, начавшегося с воцарением Александра III, особое значение приобретало горное дело — разведка и добыча полезных ископаемых. В Российской империи с конца XVIII века подготовкой кадров в этой области занимался петербургский Горный институт, одно из старейших в мире специализированных высших учебных заведений. В 1903 году горное отделение появилось и в Варшавском техническом университете, открытом Николаем II пятью годами ранее. С началом Первой мировой войны

из-за угрозы немецкого наступления университет спешно эвакуировали в Москву с планируемым переводом в другой город империи. Главными конкурентами за размещение у себя университета были Одесса и Нижний Новгород. Академической традиции, насчитывавшей в Одессе к тому моменту более полувека и связанной с местным университетом, Нижний Новгород противопоставил широкую общественную кампанию — в том числе и по сбору средств — и в итоге победил.

МГА

Революция внесла коррективы в судьбу Варшавского университета, переехавшего на Волгу. В 1918 году правительство большевиков принимает решение о переносе столицы в Москву. Ее роль образовательного и научного центра резко возрастает, особенно с учетом того значения, которое советские руководители придавали развитию тяжелой промышленности. Полезные ископаемые — необходимая ресурсная база такого развития. Их разведка и освоение, в частности месторождений Курской магнитной аномалии, становится одной из главных задач Московской горной академии (МГА), созданной в столице по инициативе заведующего горным отделом ВСНХ

Н.М. Федоровского и профессора кафедры минералогии Московского университета Д.Н. Артемьева — он и стал первым руководителем академии. Для усиления преподавательского состава в Москву из Нижнего Новгорода переводят горный факультет Нижегородского политехнического института, учрежденного на базе Варшавского университета.

Академии выделили здание бывшей усадьбы Лопухина, построенной в 1801–1802 годах. Многократно с тех пор перестроенное, оно до сих пор остается одним из основных учебных корпусов НИТУ «МИСиС». Занятия начались в начале 1919 г. на трех факультетах: геолого-разведочном, горно-рудничном и металлургическом. Главную речь на торжественном собрании студентов и преподавателей произнес профессор В.А. Обручев, известный не только как ученый, но и популяризатор науки, автор научно-фантастических романов «Плутония» и «Земля Санникова».

Открытию академии предшествовала рекламная кампания — в частности, объявление о наборе слушателей распространялось по армейской и партийной линиям, что дало результат: например, Донецкий губком партии направил на обучение целый отряд молодых горняков. Однако учебный процесс складывался непросто. Предпола-

01

Старое и новое здания МИСиС на Ленинском проспекте:
Бывшая усадьба Лопухина, построена в 1801–1802 годах, многократно перестраивалась (снимок 1918 года). Сейчас корпус А МИСиС
Главный корпус МИСиС (корпус Б), построен в 1977 году

02



галось, что поступающие в академию уже имеют базовые знания в области математики, физики, химии и черчения, и, исходя из этого, был установлен трехлетний срок обучения. Но необходимого количества абитуриентов не оказалось, так что при МГА пришлось открыть подготовительные курсы, а трехлетний срок обучения заменили стандартным пятилетним. Первый выпуск инженеров-металлургов состоялся только в 1924 году.

В 1920-х годах в учебной и научной деятельности МГА выделяется несколько направлений. Так, в 1928 году металлургический факультет разделяется на факультеты металлургии черных металлов и металлургии цветных металлов. Появление еще одного сильного и независимого направления связано с именем знаменитого организатора и ученого-нефтяника И. М. Губкина. По его инициативе в МГА была создана кафедра нефтяного дела, выпускающая инженеров-нефтяников.

МИС

Формирование независимых направлений сыграло свою роль на рубеже 1930-х годов, когда высшее образование в СССР подверглось серьезной реформе. Индустриализация требовала большого количества кадров широкого спектра

инженерно-технических специальностей. По замыслу реформаторов, их подготовкой должны были заниматься высшие учебные заведения, создаваемые на базе университетских факультетов и выделяемые в отдельные организации. Такую реформу провели и в МГА, разделив ее на несколько вузов. На базе факультета металлургии черных металлов был создан Московский институт стали (МИС), на базе факультета металлургии цветных металлов — Московский институт цветных металлов и золота, нефтяного факультета — Московский нефтяной институт. Правопреемником самой академии стал Московский горный институт.

Первым ректором МИС стал тридцатидвухлетний Авраамий Завенягин, выпускник МГА, инженер-металлург и организатор промышленности, впоследствии — один из знаменитых «красных директоров» сталинского времени, руководитель Магнитогорского металлургического комбината, начальник строительства Норильского горно-металлургического комбината, а после войны — заместитель Берии по атомному проекту. Однако работа Завенягина на новой должности продолжалась всего несколько недель — его назначают директором создаваемого в Ленинграде Государственного института по проектированию металлургических заводов.

Период становления института — 1930-е годы — характеризуется частой сменой руководства. С началом войны работа выпускников МИС приобретает оборонное значение, инженеры-металлурги получают бронь от призыва в армию, снятую только в начале 1950-х. В 1948 году к двум факультетам МИС — металлургии и технологическому — добавляется физико-химический, что в значительной степени обусловлено требованиями оборонной промышленности, испытывающей потребность в новых марках стали — в частности, устойчивой к радиационному воздействию. В институте начинают обучение иностранные студенты из Восточной Европы, Азии, Африки.

МИСиС

В 1950-е и 1960-е годы тематика научной и учебной деятельности МИС (с 1962 года — МИСиС) расширяется. В 1962 году в институте открывается факультет полупроводниковых материалов и приборов — для подготовки специалистов в области электронной техники, обладающих фундаментальными знаниями в области материаловедения. В 1967 году создается кафедра инженерной кибернетики. Ее задача заключалась в обучении принципам использования прикладной математики и вычислительной техники в металлургии. Впервые в СССР в МИСиС студентов стали обучать работе на ЭВМ с первого курса, была изменена система математической подготовки с тем, чтобы студенты умели применять численные методы для оптимизации инженерных расчетов. В 1970-е годы создается информационно-вычислительный центр, оснащенный наиболее современными на тот момент отечественными ЭВМ Единой Серии (ЕС). С 1983 года МИСиС участвовал в программе обучения преподавателей средней и высшей школы работе на новом к тому времени классе вычислительных машин — мини-ЭВМ.

МИСиС и его выпускники традиционно активны в развитии высшего образования в национальном масштабе. Вячеслав Елютин, окончивший в 1930 году тогда еще

С 1975 по 1990 год кафедру теоретической физики МИСиС возглавлял известный советский (сейчас — американский) физик, ученик Льва Ландау, **Алексей Абрикосов**. В 2003 году он — совместно с В.Л Гинзбургом и Э. Леггетом — был удостоен Нобелевской премии за исследование сверхпроводников (теория вихревой решетки Абрикосова).



традиции

МГА, и ректор МИС с 1945 года, в 1951 году становится заместителем министра высшего образования СССР, а с 1954 по 1985 год возглавляет Министерство высшего, а затем высшего и специального образования. Дмитрий Ливанов, также выпускник МИСиС, возглавляет Министерство образования и науки России с 2012 года.

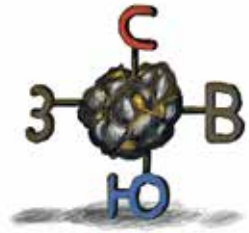
Одна из наиболее ярких страниц научной жизни МИСиС связана с именем Алексея Абрикосова — советского физика, получившего Нобелевскую премию за теорию вихрей сверхпроводящего тока в сверхпроводниках второго рода. В МИСиС Алексей Абрикосов с 1975 по 1990 год заведовал кафедрой теоретической физики, созданной еще в 1961 году, первой в технических вузах. Блестящий теоретик, соавтор «Методов квантовой теории поля в статистической физике» (знаменитой книги АГД — по фамилиям трех авторов), он не в меньшей степени интересовался и экспериментом (сдавая Ландау теоретический минимум, имел смелость заявить, что хочет стать экспериментатором). В МИСиС ему удалось совместить и то, и другое. На основе прочитанных на кафедре лекций Абрикосов написал монографию «Основы теории металлов», изданную в 1987 году в СССР и переведенную на английский язык. В составе кафедры при активном участии Л.Г. Асламазова, сотрудника Института теоретической физики им. Ландау, приглашенного Абрикосовым в МИСиС, создается экспериментальная Лаборатория синтеза новых материалов.

С 1992 года Абрикосов работает в Аргоннской лаборатории (США), а кафедру теоретической физики вплоть до 2009 года возглавляет профессор Ю.Х. Векилов, создавший научную школу в области зонных расчетов. С 2009 года кафедрой заведует ученик А.А. Абрикосова профессор С.И. Мухин, работающий также и в Лейденском университете. Кафедре удается поддерживать высокий уровень исследований в области теоретической физики, о чем говорит востребованность ее выпускников в ведущих университетах мира.

Сейчас НИТУ «МИСиС» — технический университет, готовящий специалистов не только по традиционными горным и металлургическим специальностям, но и в области экологических технологий, управления промышленными предприятиями, развития и поддержки информационных бизнес-систем. В 2012 году Московский горный институт — правопреемник МГА, реформированной в 1930 году, — вошел в состав университета.

Статус национального исследовательского университета подразумевает и научную работу на мировом уровне. С 2014 года в МИСиС работает профессор Дмитрий Гольдберг — выпускник института 1983 года, а ныне один из самых цитируемых в мире ученых в области материаловедения. В возглавляемой им лаборатории «Неорганические наноматериалы» ставят целью создание материала прочнее стали и столь же легкого, как алюминий. Добиться результата ученые и студенты собираются за счет упрочнения материала нанотрубками нитрида бора. Широко известны в мире и имена таких мисисовских исследователей, как Алексей Устинов, Игорь Абрикосов, Александр Мукасян, Юрий Эстрин и многих других.

В 2014 году НИТУ «МИСиС» вошел в топ-100 лучших университетов по версии QS (Quacquarelli Symonds) для стран БРИКС.



Курская магнитная аномалия

Хотя необычное поведение магнитной стрелки под Курском было известно давно, систематическое исследование аномалии началось только в конце XIX века. В 1898 году директор Парижской геомагнитной обсерватории профессор Муро провел магнитные съемки в районе КМА, а его помощник, Э. Е. Лейст, проанализировав результаты, пришел к выводу о правильности предположений о гигантском месторождении железной руды в регионе. Но пробное бурение оказалось неудачным: вплоть до указанной Лейстом глубины в 200 метров руды не обнаружили. Геологи вообще считали маловероятным существование крупного месторождения в тех местах.

Экспедицию Лейста свернули, однако ученый не отказался от идеи и на протяжении четырнадцати лет в период отпусков на собственные средства проводил съемку, чтобы очертить контуры месторождения. Результаты докладывались в Московском обществе испытателей природы, в трудах которого и публиковались. Со временем Лейст преодолел скептицизм коллег. В 1916 году он возглавляет созданную по его инициативе Геофизическую комиссию, а в 1918-м становится консультантом Наркомпроса по геофизике.

Летом 1918 года Лейст уезжает на лечение в Германию, захватив материалы исследований. После смерти Лейста немцы предложили советскому правительству выкупить их, однако оно предпочло организовать новую экспедицию под руководством ученых из Академии наук и МГУ. В 1923 году из скважины у села Лозовка с глубины около 170 метров подняли первые образцы железной руды. А там, где Лейст пробурил первую скважину, руда залегала на глубине 220 метров — ученый ошибся совсем немного.

Промышленная разработка месторождений КМА началась в конце пятидесятых годов. Сейчас по объему разведанных запасов — 30 миллиардов тонн — оно является одним из крупнейших в мире.

Все программы исследования космоса так или иначе посвящены поискам внеземной жизни

Насколько современная российская наука о космосе стала преемницей советской — и русского космизма с его религиозно-философской версией освоения космоса?

Надо сказать, что труды Циолковского, освещающие его философскую теорию (во многом опирающуюся на идеи Николая Федорова, первого русского космиста), в советское время не печатались. Научное сообщество и публика знали только его технические работы. «Научная этика» Циолковского предполагала, что заниматься освоением космоса нужно, в первую очередь, для расселения воскресшего человечества — как практик Циолковский задался этим вопросом, как и Федоров, размышляя о будущем. «Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и временем сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство», — одна из самых известных цитат Циолковского. Но мало кто знает, что эта фраза имеет для него более глубокий смысл, чем просто утверждение широких возможностей пилотируемой космонавтики. Циолковский действительно придумал ракетные поезда, вывел формулу для определения скорости летательного аппарата под воздействием ракетного двигателя (хотя на самом деле она стала частным случаем уравнения Мещерского), обосновал применение реактивных аппаратов для межпланетных исследований.

Но им двигали при этом другие соображения — в каком-то смысле улучшения человечества. И все же я думаю, что именно благодаря таким людям, которые опирались пусть даже на ложные, как мы сейчас понимаем, послышки, Россия и оказалась в ряду космических держав. А дальше книги Циолковского прочел Сергей Королев, который вряд ли знал про теорию воскрешения, увлекся, стал переписываться с автором. И вот уже выросло новое поколение людей — практиков, не абстрактно мечтавших о ракетоплавании, а взявшихся за конструирование летательных аппаратов. Именно потому, что духовную почву для изучения космоса заложили такие люди, как Циолковский и Федоров, СССР, в 1920-е и 1930-е годы не самая продвинутая в техническом смысле страна, стала первой космической державой. Сейчас можно услышать много насмешек в адрес утопичных идей русских космистов, но мы должны уважать их как предвестников советской космической эры.

Кстати, часто забывают о другом русском космисте — Александре Чижевском. Он во многом способствовал известности Циолковского, а сам за-

нимался теорией солнечных циклов. Не зная физики процессов влияния Солнца на Землю, Чижевский предположил (в своей книге «Земное эхо солнечных бурь»), что 11-летний цикл солнечной активности отражается в периодичности изменений климата Земли и даже истории человечества. В книге у него есть интересные графики, которые показывают, например, как периоды солнечной активности накладываются на социальные потрясения и даже на изменения популяций грызунов и число изнасилований и немотивированных убийств во Франции. Конечно, то, что социальные процессы объяснялись таким образом, противоречило марксистской философии, Чижевский был репрессирован, самые плодотворные годы жизни провел в ссылке, а вернувшись в Москву в 1950-е годы, как бывший репрессированный не смог начать работать с Королевым, который его очень ценил. Фактически Чижевский предвосхитил открытие солнечного ветра, существование которого было доказано лишь с началом работы первых спутников.

Преемственность идей — от Федорова к Циолковскому, от Циолковского к Чижевскому — очевидна, и мы видим, как философия космизма удалялась от мистицизма, уступая место конкретике. Русский космизм в каком-то смысле сродни путешествию Колумба, который, намереваясь доплыть до Индии, открыл Америку.

Кстати, не только из ложных посылок, но и из ошибок вырастают большие результаты. Из мемуаров Сахарова и Чертока, например, следует, что Сахаров оказался одним из первых инициаторов запуска спутника. Проведя расчет веса термоядерного заряда, необходимого для доставки в США, Сахаров получил огромные цифры, и группа Королева занялась конструированием межконтинентальной баллистической ракеты, которая была бы рассчитана на столь большую массу головной части. Именно тогда Королев придумал принцип «семерки» (Р-7), многоступенчатой ракеты, у которой центральный блок (вторая ступень)

ответы	Лев Зеленый
	академик,
	директор Института космических исследований РАН
вопросы	Елена Краузова
фотографии	Иван Ерофеев



был дополнен четырьмя боковыми блоками (первая ступень). Но к тому времени, когда работа была завершена, Сахаров подкорректировал расчеты — оказалось, что масса заряда может быть и не такой большой. А Р-7, как выяснилось, может не только доставить «полезную нагрузку» до другого континента, но и, развив первую космическую скорость, вывести небольшой груз — несколько сотен килограммов — на околоземную орбиту. О запуске спутника в проекте — изначально исключительно военном — не шло и речи. Королев смог добиться разрешения на использование двух ракет Р-7 для запуска первых искусственных спутников Земли. Так и получилось, что просчеты Сахарова оказались причиной первенства СССР.

В годы советской космической эры освоение Вселенной воспринималось как одна из важнейших задач человечества. Сейчас у многих вызывает сомнения сама идея масштабного освоения космоса...

Если проследить достижения технологического развития в каждом веке, то выяснится, что самыми высокими темпами прогресса человеческой цивилизации был ознаменован XIX век, хотя мы и привыкли воспринимать как самое быстрое время развития технологий век двадцатый. Вся вторая половина XX века при этом прошла для человечества под знаменем освоения космоса. Во многом это было обусловлено гонкой между СССР и США, поэтому исследования Вселенной воспринимались зачастую в «спортивном» ключе. Обычные люди смотрели на достижения отечественной космонавтики как на победы своих соотечественников в Олимпийских играх или как мы сейчас смотрим на игру нашей национальной сборной по футболу — было важно, чтобы «мы были первыми», о высоких же целях космической науки, прикладных применениях этих технологий задумывались меньше. А ведь именно в то время сделаны открытия, заставившие ученых совершенно иначе посмотреть на Вселенную: различные особенности активности Солнца, реликтовое излучение, а еще гамма-всплески, которые открыли перед нами мистирию Вселенной — смерть массивных звезд, столкновения черных дыр.

Космические технологии уже давно пронизывают нашу жизнь, а мы не всегда отдаем себе в этом отчет. Подключая спутниковое телевидение, пользуясь GPS-навигаторами или слушая прогнозы погоды, большинство людей не осознает, что пользуется результатами космических открытий. Люди привыкли к космосу. И это во многом связано с тем, что закончился романтический период увлечения космосом. У людей появились другие, более практические и более близкие к их повседневным проблемам интересы.

И пожалуй, это хорошо. Мы будем видеть все больше сугубо практических применений космических технологий. Это происходит уже сейчас. Например, дистанционное зондирование Земли позволяет вести наблюдение за биологическими, экологическими и другими процессами. Представьте себе: благодаря наблюдению из космоса, можно предсказать волну распространения вредителей на полях пшеницы или выявить заболевание культур, следить за созреванием посевов, контролировать загрязненность поверхностных вод и территорий. Во время сильнейших лесных пожаров в Сибири и Якутии в 2012 году по данным космической съемки удалось выяснить, что пораженные огнем территории намного больше тех, о которых говорилось в официальных отчетах местных властей. Площади, охваченные лесными пожарами, оказались столь велики, что съемки с самолетов было недостаточно — нужны были данные из космоса. Постепенно самые сложные технологии, ставшие результатом космических открытий, войдут в нашу жизнь — настолько прочно и органично, что мы не будем их замечать, как сейчас вряд ли кто-то задумывается о пути GPS-сигнала, строя маршрут в приложении смартфона.

Космические исследования часто называют драйвером для развития многих научных отраслей...

Конечно, освоение космоса останется огромным источником знаний для многих других наук. Например, для того, чтобы изучать поведение вещества и излучения при высоких энергиях, человечество строит ускорители, разгоняет частицы. А ведь в космосе все те же процессы уже идут, во Вселенной мы можем найти самые экстремальные состояния вещества. Взрывы сверхновых дают нам информацию о том, что происходит с мельчайшими частицами в условиях, которые невозможно смоделировать на Земле. В космосе скорость наблюдаемых частиц на 5–10 порядков больше, чем в любых ускорителях частиц на Земле. Физика термоядерных реакций получила огромный толчок благодаря изучению реакций на Солнце. Исторически время создания водородных бомб совпало со временем изучения звезд — и не случайно. Сейчас идет работа по воспроизведению на Земле того типа реакции синтеза, который — теперь мы это точно установили — идет на самой близкой к нам звезде. Если мы повторим процессы, идущие внутри Солнца, — получим доступ к новому типу энергии. Самые новые открытия о Вселенной — например, темная материя — ждут своих «земных» следствий.

Другой пример знаний, пришедших в физику из космических исследований, — открытие гелия. Он был обнаружен на Солнце исследователями Жансеном и Локьером. Опять же, задумываемся ли мы о космических исследованиях, держа в руке воздушный шарик с гелием?

Каким наукам, кроме физики в первую очередь, наука о космосе «представляет» знания?

Прорывным направлением становится астробиология. Все программы исследования космоса — страшно подумать — так или иначе посвящены поиску следов жизни. Например, Россия участвует в совместной с Европейским кос-

мическим агентством программе «ЭкзоМарс» — она предполагает изучение распределения водяного льда в грунте Марса в 2016 году и поиск следов жизни с помощью марсохода в 2018 году. Исследователи планируют искать жидкую воду и жизнь на спутнике Юпитера — Европе, а также на спутнике Сатурна — Титане. Все эти миссии преследуют одну цель: выяснить, существует ли во Вселенной иной генетический код, отличный от генетического кода, присущего всему живому на Земле? Если окажется, что способ кодирования аминокислотной последовательности белков в цепочке нуклеотидов, известный нам, не уникален, это станет колоссальнейшим открытием. Поэтому наука о космосе так пристально изучает потенциальные места присутствия иного механизма воспроизводства жизни — даже если он будет обнаружен в примитивных организмах или в мертвых. Кстати, этим же обусловлен пристальный интерес ученых к кометам — они, как «споры» Вселенной, могут переносить следы жизни от планеты к планете.

Как-то я рассказывал по телевидению, что, если мы найдем другой генетический код, это станет ударом по креационистским религиозным концепциям. На следующий день мне позвонил один из представителей Церкви и спросил: «Почему вы так считаете? Бог не должен создавать части Вселенной по одному чертежу. Вы недооцениваете его мудрости». Открытия, которые докажут или опровергнут существование иного способа «кодировки» живого, могут последовать уже совсем скоро, в ближайшие 5–7 лет.

А как вы оцениваете перспективы частного космоса?

Я уверен, что фундаментальные исследования космоса никогда и нигде не будут проводиться на частные деньги. Я бы вообще не разделял науку о космосе на фундаментальную и прикладную: любое фундаментальное исследование даст практический результат; вопрос только в сроке, который может затянуться на десятилетия. Сомневаюсь, что кто-то из коммерсантов готов ждать так долго. Потому вряд ли частный капитал будет финансировать изучение черных дыр или реликтового излучения — если мы говорим о частном космосе как о бизнесе, а не о безвозмездной поддержке исследователей. Что касается практических внедрений — да, здесь частные компании могут эффективно работать. То же зондирование Земли, подготовка снимков стали огромным рынком, и в России есть такие компании. Мощные компании в США, которые уже проводят запуски на МКС, — им можно только пожелать удачи.

Тот самый соревновательный принцип освоения космоса, о котором вы говорили, сейчас остается актуальным?

Космические исследования позволили перевести военную агрессию в русло мирного соревнования. Сегодня изучение космоса стало международным, произошла конвергенция интересов разных стран. Мы все время жалуемся, что у России нет своих удачных запусков, но российские приборы, например, установлены на аппаратах наших зарубежных коллег для изучения Марса, Луны, Венеры. А в проекте «Интербол», направленном для изучения взаимодействия магнитосферы Земли и солнечного ветра с помощью системы спутников, в 1990-х принимали участие 18 стран. И этот курс на сотрудничество не исключает личных амбиций самих ученых стать первыми. Сейчас, когда идут сведения с «Розетты» — зонда, впервые совершившего посадку на комету, — в научные журналы льется поток исследований на основе полученных данных: всем важно первыми опубликовать, застолбить место для себя как для автора, впервые обосновавшего ту или иную мысль. Так что если «соревновательность» между странами в эпоху координации усилий видна не так отчетливо, то конкуренция между людьми как главный мотив для работы ученых никуда не уйдет.

Какова ниша России в освоении космоса?

Во многом то, чем сильна Россия в космических исследованиях, определяется исторически. Советская космическая программа была известна своими технологиями посадки на небесные тела. Именно аппараты СССР впервые совершили посадку на Венеру, мы впервые провели посадку на Марс и на Луну, сделали много посадок на Луну, с которой трижды доставляли грунт. В наших международных проектах мы продолжим это направление: две посадки на Луну в ближайшем десятилетии, а в проекте «ЭкзоМарс» Россия взяла одну из самых сложных задач: создание посадочной платформы, которая должна будет опустить комплекс научной аппаратуры и марсоход (его делают коллеги из Европейского космического агентства) на поверхность Марса. Другая ниша, где у Советского Союза и России есть большой опыт, — исследования магнитосферы Земли, в частности ее радиационных поясов, областей повышенной концентрации высокоэнергичных частиц. Там, на расстоянии 50–60 тыс. км от поверхности Земли, происходят разнообразные физические явления, определяющие космическую погоду на Земле. Именно на их изучение был направлен проект «Интербол», о котором я упоминал и который длился около 8 лет, а сейчас мы хотим сделать проект в его продолжение — под названием «Резонанс». Он предполагает измерения волновых процессов и частиц в малых масштабах (несколько километров) и в больших (тысячи километров), за счет запуска двух небольших и двух крупных спутников. И еще одно направление, в котором первенство России не вызывает сомнений, — это медико-биологические исследования. Ни у одной другой страны нет такого опыта изучения жизни космонавтов в долговременных полетах и опыта сохранения работоспособности человека после почти полугодовых полетов. Как известно, первые космонавты, выходя из капсулы, не могли пройти и короткого расстояния даже после 2–3 недель полета. Сейчас мы научились поддерживать работоспособность космонавтов после длительных перелетов, и, кстати, многие методики космической медицины нашли применение в «земной».



Лев Зеленый:

Я преподаю в МФТИ и на протяжении многих лет видел, что студенты, приехавшие в Москву, куда старательнее и талантливее москвичей. Местные ребята были «подпорчены» капитализмом — охотнее шли в экономисты, в менеджеры. Но ведь тот, кто переехал, по окончании института сталкивался с проблемой: где жить? Так что им мы помогали найти работу по профилю — у друзей и коллег. Но после кризиса 2008–2009 гг. ситуация изменилась: последние пять лет я вижу очень много усердных молодых людей и из Москвы.

Сам я смотрел на звезды последний раз в Планетарии. Я не астроном, я изучаю данные со спутников. И здесь возникает совсем другое чувство, которое, думаю, известно всем, кто занимается наукой. Когда вдруг видишь, как из хаоса разрозненных данных выстраивается модель, рождается концепция, и объясняешь те вещи, которые раньше казались необъяснимыми, — это высшее счастье исследователя.

Я очень люблю книгу Станислава Лема «Возвращение со звезд». Роман описывает возвращение астронавта на Землю почти через 130 лет. Земля становится для главного героя, Эла Брегга, и его команды совершенно чужой — люди считают полеты в космос неоправданным риском. Так и произойдет: в какой-то момент ажиотаж вокруг пилотируемых полетов стихнет, человечество смирится с тем, что во Вселенной (и даже в Солнечной системе) есть границы, которые человек объективно не сможет пересечь. Например, у Юпитера или Сатурна настолько сильные радиационные пояса, что высокий уровень «захваченной» магнитным полем радиации делает невозможным полет туда человека. Думаю, освоение космоса будет идти с помощью роботов. Мы будем смотреть красивые картинки, анализировать возрастающий объем данных о Вселенной, но увлечение космосом — возвышенное, мечтательное и восторженное, которое было связано именно с идеей расширения присутствия человека в галактиках, космическими путешествиями, — пройдет. До конца XXI века мы, скорее всего, станем свидетелями полета человека к Марсу, увидим создание обитаемых станций на Луне — но потом окажется, что лететь дальше некуда.