

Наука

1

2014

уравнения жизненной силы: как математика не дает развиваться онкологическим заболеваниям 30 и увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур 22 лихорадка эбола: почему медицина не поспевала за эпидемией 15 телесериалы влияют на плодovitость женщин 29 предсказание погоды с точностью до 25 км 18 порча художественных ценностей в древнем новгороде и ее историческое значение 36 ожирение — это одиночество, которое приходится лечить хирургическим путем 32 вселенная на лабораторном столе 20



Министерство образования
и науки Российской
Федерации



01



02

Гигантская воронка (фото 01) неизвестного происхождения была обнаружена с вертолета в 30 километрах от Бованенковского газового месторождения. Наиболее вероятная причина ее появления — взрыв метана, высвободившегося из растаявшей вечной мерзлоты. Обычно углеводороды из земных недр не высвобождаются с такой пугающей легкостью. Например, для разработки труднодоступной нефти из баженовской свиты пробурить скважину (фото 02) недостаточно: необходимы высокие добывающие технологии (стр. 08)

Возобновлено издание журнала «Наука»



Министр образования и науки Дмитрий Ливанов (в центре), директор департамента информационной и региональной политики Министерства образования и науки Анна Усачева и директор департамента науки и технологий Министерства образования и науки Сергей Салихов обсуждают первый номер возобновленного журнала «Коммерсантъ наука» в большом зале редколлегии издательского дома «Коммерсантъ». Выпуск журнала осуществляется по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

Ученые отчитываются о работе по федеральной целевой программе

Шесть научных конференций проходят с 24 ноября по 3 декабря под патронажем Министерства образования и науки в Москве и Зеленограде — во исполнение федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». Представители научных коллективов, выигравших конкурсы Министерства образования и науки и получивших субсидии на ведение разработок по какому-либо из обозначенных в целевой программе направлений, имеют ежегодную возможность отчитаться о проделанной работе и рассказать о коммерческих перспективах.

Приоритетные направления развития российской науки разработаны в соответствии с постановлением правительства России от 21 мая 2013 года; каждая конференция посвящена отдельной теме — «Науки о жизни», «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», «Транспортные и космические системы», «Индустрия наносистем», «Рациональное природопользование», «Информационно-телекоммуникационные системы». Целевая программа делится на два этапа, первый — 2014–2017 годы, второй — 2018–2020 годы.

Финансирование — 239 062 621 тыс. рублей, в том числе 197 682 426 тыс. из федерального бюджета. К 2018 году наукоемкое производство в России, в соответствии с программой, должно достичь 12 млрд рублей, в 2019 году — не менее 26 млрд, в 2020 году — не менее 37 млрд рублей.

Конференции проходят в Медицинском научно-образовательном центре МГУ имени М. В. Ломоносова (МНОЦ МГУ), Московском государственном машиностроительном университете (МАМИ), Российском государственном университете нефти и газа им. И. М. Губкина, Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС» и в Национальном исследовательском университете «МИЭТ» в Зеленограде.

МИСиС проводит конференцию «Индустрия наносистем»: технологии диагностики наноматериалов и наноустройств, микросистемной техники, компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий, когнитивные технологии.

МНОЦ МГУ и Институт биохимии им. А.Н. Баха принимают конференцию по приоритетному направлению «Науки о жизни». Основные темы: научно-технологическое развитие здравоохранения, онкогеномика,

постгеномная медицина, биоинженерные препараты, нейронаука, биосенсоры, агробиотехнологии.

В МАМИ — две конференции: «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» и «Транспортные и космические системы». Первая рассматривает технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную, транспортировки, распределения и использования энергии. Вторая — перспективные транспортные системы и новую космическую технику.

В Университете нефти и газа — конференция «Рациональное природопользование»: технологии экологического мониторинга и прогнозирования, предотвращения и ликвидации загрязнения, технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых.

Конференция в зеленоградском МИЭТе посвящена доступу к широкополосным мультимедийным услугам, технологиям и программному обеспечению распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем, навигационным системам.

ТЕКСТ

Константин Куцылло

	эпидемиология
5–6	Мир в лихорадочном состоянии: почему врачи не сразу справились с распространением вируса Эбола

события

	энергосбережение
7	Рациональное коммунальное хозяйство: небольшое беспроводное устройство позволяет следить за расходами на тепло

	геофизика
8–10	Баженовская свита: самые крупные в мире запасы нефти в мире, которые можно разработать только сообща

технологии

	биохимия
12–13	Имплантированные источники энергии: для работы кардиостимулятора достаточно будет капли крови

	генетика
14–15	Лучше, чем витамин А: мутант хламидомонады — суперпродуцент дзета-каротина

	горное дело
16	Электромагниты измельчают: запатентован простой способ резко увеличить КПД шаровых мельниц

исследования

	климатология
18–19	Климат — это не погода: каких ресурсов требует предсказание будущего

	физика
20–21	Квантовый симулятор: в лаборатории можно изготовить то, чего нельзя измерить в природе

	агрохимия
22–24	Точное земледелие: либо стратегическое управление севооборотом, либо сверхсовременные сельскохозяйственные машины

живое

	генетика
26–27	Импортозамещение крупного рогатого скота: как создать высокопродуктивное племенное стадо

	генетика
27–28	Трансгенные козы из Белоруссии: человеческий лактоферрин поможет создать совершенный заменитель материнского молока

	экономика
29	Глядя в телевизор: есть ли связь между деторождением и сериалами и стоит ли смотреть боевики малолетним преступникам

	прикладная математика
30–31	Контролируемое отравление: злокачественные опухоли станут всего лишь хроническими болезнями

	медицина
32–34	Три метода против лишнего веса: как заставить болезненного толстяка есть меньше

35	гуманитарии
----	-------------

	археология
36–38	Хулиганство восьмисотлетней давности: древнерусская живопись, исцарапанная древнерусской графикой

	лингвистика
39	Распознать по голосу: Яндекс.Диктовка работает, если ее как следует приручить

	лингвистика
40	Записки умирающего: почему следует сохранять языки народов Крайнего Севера

	филология
41	Развлечения позапрошлого века: русский лубок был гораздо популярнее Пушкина и Толстого

традиции

	популяризация
44–45	Прекрасная физическая форма: научно-фантастическая жизнь Якова Исидоровича Перельмана

appendix

	история
46–47	Академик Юрий Пивоваров: Россия — страна европейской культуры с восточной политической традицией

«Коммерсантъ Наука»
1/2014, 01.12.2014

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

Президент
ИД Коммерсантъ
Владимир Желонкин

Генеральный директор
ИД Коммерсантъ
Павел Филенков

руководитель службы
«издательский синдикат»
Алексей Харнас

главный редактор
Андрей Витальевич
Михеенков

редакция
Мария Бурас,
Яна Миронцева,
Александр Свиридов,
Татьяна Феоктистова

арт-дирекция
Наталья Жукова
Иван Васин
Иван Величко

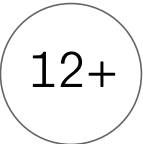
дизайн
Александр Кольцов
Екатерина Даугель-Дауге
Мила Силенина

тираж
44 500 экз.
цена свободная

адрес редакции
125080, Москва,
ул. Врубеля, 4

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

Зарегистрировано
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

Нынешняя вспышка лихорадки Эбола необычна: она распространилась очень широко и застала мир врасплох

TASS



01

TASS

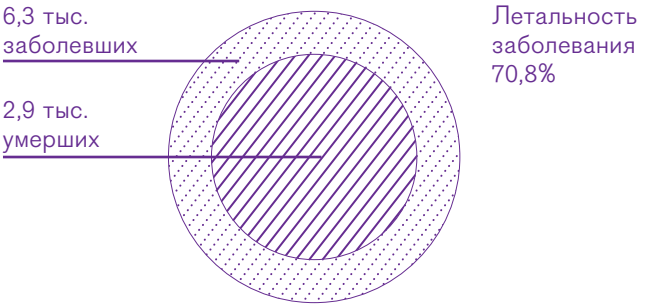


02

Главное оружие против распространения Эболы — карантин. 01 В Сьерра-Леоне изолировано уже более миллиона человек, некоторые из них, к сожалению, заболевают, и их перевозят в больницы. 02 В Либерии эпидемия пошла на спад.

текст	Сергей Нетёсов доктор биологических наук, профессор Новосибирского государственного университета, член-корреспондент РАН
маргиналии	Хадия Улумбекова

тренд
Кривая заболеваемости лихорадкой Эбола начала загибаться вниз, с облегчением сказал генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун в конце ноября, хотя в некоторых странах, например в Мали, власти по-прежнему не успевают за болезнью. Но генеральный директор Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) Маргарет Чен продолжала беспокоиться: проблески надежды есть, но есть и новые случаи лихорадки Эбола, надо быть бдительными. По данным ВОЗ на конец ноября, число инфицированных достигло 14 тысяч. Вакцина против лихорадки Эбола будет готова к середине 2015 года.



Геморрагическая лихорадка Эбола известна эпидемиологам и вирусологам уже почти сорок лет, и они считали, что неплохо ее изучили. Но то, что произошло в этом году, в привычную картину не укладывается: эпидемия возникла в неожиданном месте и поразила неожиданно много людей.

Как начиналась эпидемия

Год назад, 2 декабря 2013 года, в гвинейской деревне Мелианду заболел двухлетний мальчик Эмиль Оуамоуно. Лихорадка, диарея с кровью, тошнота. Через двое суток он умер. 13 декабря умерла мать ребенка. 25 декабря заболела его трехлетняя сестра, которая умерла 29 декабря. Бабушка ребенка и няня умерли 1 января и 2 февраля соответственно. При похоронах бабушки ребенка заразились пришедшие на похороны жители соседней деревни Дава, от которых заразились жители деревни Гбанду и города Гекеду. В городе заразился медицинский работник. Его перевели в больницу в городе

Масента, где он умер, перед этим заразив тамошнего врача. Врач умер, успев заразить двоих своих братьев. Те тоже умерли, но второй брат перед заболеванием уехал в город Кисидугу.

Так началась эпидемия лихорадки Эбола, которая с декабря 2013 года до середины ноября 2014 года унесла жизни более 4 тысяч человек и напугала сегодня весь мир. Где и как заразилась ее первая жертва — маленький Эмиль Оуамоуно, так и не было выяснено.

Как болели лихорадкой Эбола раньше

Возбудитель лихорадки — вирус Эбола впервые был обнаружен в 1976 году во время вспышки болезни в районе реки Эбола в Заире и в соседнем Судане в деревне Нзара среди работников хлопкообрабатывающей фабрики. В Судане было зафиксировано 284 случая заражения, умер 151 человек. В Заире (сейчас Демократическая республика Конго) — 318, погибло 280 человек. Симптомы болезни и неотвратимость смерти повергали местных жителей в такой ужас, что они разбегалось из деревень. Из-за этого ликвидация эпидемии проходила намного медленнее, чем могла бы.

С тех пор Всемирная организация здравоохранения зафиксировала больше двух десятков вспышек этой инфекции — от небольших (до 10 заболевших) до значительных (от 150 до 425 больных). Их география ограничивалась странами тропической Центральной Африки, только раз в 1994 году болезнь проявила себя в Кот-д'Ивуаре. В 1996 году была отмечена небольшая вспышка в ЮАР, в Йоханнесбурге, но она явно носила не местный, а завозной характер — из той же Центральной Африки.

На этом фоне нынешняя эпидемия выглядит необычной и по масштабам, и по географии. Она возникла не в тропической Центральной Африке, а в Западной, где в основном пострадали Гвинея, Либерия и Сьерра-Леоне. Больные и умершие есть в Мали, США, Испании и, возможно, в других странах.

Где прячется вирус Эбола

Геморрагической лихорадкой, возбудитель которой получил в 1970-е годы название «вирус Эбола», в экваториальной Африке болели и раньше, правда, не в таких масштабах, как сейчас. Но ее исходный источник, природный резервуар, как его называют эпидемиологи, долгое время оставался для врачей загадкой.

При расследовании вспышки в Судане на хлопкообрабатывающей фабрике эпидемиологи обратили внимание на большое количество летучих мышей под крышей склада фабрики. Но лишь годы спустя, когда вспышки лихорадки Эбола участились, а с 2000 по 2005 год они случались в тропической Африке ежегодно, был организован ряд экспедиций для выявления природных хозяев вируса Эбола. Летучих мышей при этом обследовали с особым вниманием.

В результате вирус Эбола был найден у двух видов обезьян — западноафриканских шимпанзе (заразный для человека вирус Тай Форест) и яванских макак-крабедов (вирус Рестон, непатогенный для человека), филиппинских домашних свиней (вирус Рестон). Фрагменты генетического материала вируса Эбола выделили из тканей умерших западноафриканских равнинных горилл и центральноафриканских шимпанзе. И, что, пожалуй, наиболее важно, фрагменты



Как передается вирус Эбола

От человека к человеку вирус передается при попадании вирусосодержащих жидкостей от больных людей или инфицированных животных на слизистые оболочки или на микротравмы на коже. Вирус выделяется в течение трех недель с момента развития болезни. Врачами были задокументированы случаи заражения людей от шимпанзе и горилл.

Нередко отмечались случаи заражения медработников, которые шли на близкий контакт с пациентами без соблюдения должного уровня защиты или в условиях нехватки спецодежды, дезинфектантов или неправильной/недостаточной дезобработки при снятии спецодежды.



Первые симптомы лихорадки Эбола

- Инкубационный период — 4–21 день (чаще всего — от 4 до 7 дней) от заражения до начала лихорадки
- Лихорадка (повышение температуры) и озноб
- Слабость
- Воспаление слизистой оболочки носоглотки и лимфоидной ткани глотки (фарингит) и кашель
- Боли в мышцах (миалгия)
- Боли в животе, диарея (понос)

Схожесть этих симптомов с дизентерией и гриппом вводила в заблуждение врачей, не знающих об особенностях лихорадки Эбола.

вируса были выявлены у клинически здоровых летучих мышей разных видов.

Это означало, что летучие мыши могут быть носителями вируса без признаков заболевания, то есть хроническими носителями. А это и есть главное условие поддержания циркуляции вируса Эбола в природе. Если человек или человекообразные обезьяны не вступают в контакт с этими животными, то ничего и не происходит. Впрочем, все эти предположения надо еще окончательно доказать.

Почему вирус Эбола трудно победить

Вирус Эбола вместе с открытым ранее вирусом Марбург относят к семейству филовирусов (от латинского filamentous — удлинённый). Их палочковидная форма уникальна для вирусов человека.

Такая форма возбудителя лихорадки Эбола осложняет выработку иммунного ответа организма. При удлинённой форме необходимо намного больше молекул антител для нейтрализации вириона, чем в случае его шарообразной формы. У филовирусов имеется липидная оболочка, которую они, как и все остальные липидсодержащие вирусы, заимствуют у клетки, в которой размножились. Имеется только один внешний белок оболочки — гликопротеин. Весь процесс размножения происходит в цитоплазме, не затрагивая клеточное ядро. И у этих вирусов имеется белок, мешающий действию интерферона. Так что у вирусов этого семейства есть способы противодействия иммунной системе человека.

В настоящее время выявлено пять видов вируса Эбола, которые отличаются друг от друга процентом летальности. Штаммы вида Заир, которые и циркулируют сейчас в Западной Африке, самые опасные — со смертностью до 80 %.

Следует отметить, что российские ученые немало потрудились и добились больших успехов в исследовании этого экзотического для нашей страны вируса. В частности, мы первыми секвенировали (прочитали) геном первого открытого филовируса — вируса Марбург, были одними из первых, кто секвенировал геном вируса Эбола.

Полученные результаты легли в основу всех современных методов детекции этого возбудителя на базе полимеразной цепной реакции. Российские исследователи также выявили ряд интересных особенностей этих вирусов, что отражено практически во всех современных руководствах и учебниках по вирусологии. И сейчас несколько ведущих российских ученых входят в состав ряда международных научных групп, в которых проводятся обсуждения ключевых вопросов изучения филовирусов и их классификации.

Когда появится вакцина от лихорадки Эбола

Первое поколение вакцин разрабатывали в 90-е годы прошлого века. Это были вакцины на основе очищенных и инактивированных вирусов. Такие вакцины получают из живых высокоочищенных вирусов, и поэтому их опасно недоинактивировать. В разных странах для инактивации вирусов использовались формалин и бета-пропиолактон. Это были химически инактивированные вакцины. К числу их недостатков относятся слабая иммуногенность и вследствие этого — недостаточная напряженность иммунитета.

Второе поколение вакцин — это живые вакцины на основе рекомбинантных

события



Чем лечат лихорадку Эбола

Лихорадка Эбола поражает сразу многие органы, поэтому крайне важно немедленно начать симптоматическую терапию: поддерживать электролитный и водно-солевой баланс и кормить парентерально.

Больных пытались лечить переливанием плазмы выздоровевших, наблюдалось улучшение, но таких препаратов чрезвычайно мало.

При лихорадке Эбола ни рекомбинантный человеческий альфа-интерферон, ни рекомбинантный человеческий гамма-интерферон, ни рекомбинантный человеческий антагонист фактора некроза опухолей, ни антагонист человеческого интерлейкина 1 четкого эффекта не дали.

Во время нынешней вспышки были испытаны или приняты к испытаниям новые препараты:

Zmapp — состоит из трех высокотитражных, высокоспецифичных к белкам вируса Эбола рекомбинантных моноклональных антител, выращенных в растениях табака. Спас двух американских добровольцев, заразившихся в Африке. Препарата мало: к концу года будет произведено только несколько сот доз.

Ингибиторы репликации вируса Эбола Favipiravir и Brincidofovir исходно разработаны для лечения других вирусных инфекций, но эффективны и против вируса Эбола.

Toremifene — ингибитор эстрогенового рецептора, применяется при некоторых видах рака. Эффективен против лихорадки Эбола за счет ингибирования входа вируса в клетки.

Препараты на основе Эбола-специфических малых интерферирующих РНК (канадская Tekmira Pharmaceuticals): ингибируют размножение вирусного генома в клетке. На больных пока не испытывались.

Прибор для очистки крови Hemopurifier — работает за счет сорбции на секретном связывающем вирусный гликопротеин белке. За 6,5 часов концентрация вируса в крови падает в несколько тысяч раз.

вирусов. Сейчас в открытых источниках имеется информация о разработке трех видов таких вакцин. Две разрабатываются в Новом Свете, третья в Европе.

Вакцина на основе аттенуированного рекомбинантного штамма вируса везикулярного стоматита (патогенен для лошади, для людей безвреден) разрабатывалась несколько лет во всемирно известной лаборатории особо опасных инфекций в канадском Виннипеге и получила название VSV-EBOV. Она уже прошла успешные испытания на животных.

Во-вторых, вакцина на основе рекомбинантных парамиксовирусов разрабатывается в также хорошо известной Галвестонской национальной лаборатории, Техас, США.

И третья вакцина швейцарско-итальянской компании Okeiros на основе рекомбинантного обезьяньего аденовируса 3-го типа, в генетический материал которого встроен ген поверхностного белка вируса Эбола. Доклинические испытания этой вакцины проведены в Институте Дженнера в Оксфорде. Испытания на обезьянах показали ее хорошую эффективность.

В СМИ также были сообщения о разработках нескольких типов вакцин против вируса Эбола в России. Но сколько-нибудь подробная информация о них пока не доступна.

Скоро начнутся клинические испытания первой фазы некоторых из этих вакцин на людях в Англии, США, Швейцарии и некоторых странах Африки. Можно предположить, что через 3–4 месяца начнутся клинические испытания уже второй фазы в Африке, где свирепствует лихорадка Эбола. Вакцинировать будут, конечно, только добровольцев, в первую очередь — медицинских работников и работников органов здравоохранения. И есть немалые надежды на то, что по крайней мере некоторые из этих препаратов окажутся эффективными и снизят угрозу распространения опаснейшей инфекции.

Сейчас уже вторая группа ученых и специалистов из России работает в Гвинее. Они анализируют пробы, обучают местных специалистов, расследуют эпидемические цепочки, разрабатывают инструкции и правила биобезопасности. Работают вместе с бригадами из других стран. Поэтому есть уверенность в том, что вспышка будет ликвидирована, а специалисты органов здравоохранения африканских стран получат новые знания и умения, которые помогут им в будущем подавлять такие вспышки в самом их начале.

Дешевые российские инновационные беспроводные счетчики позволяют жильцам сильно экономить

текст

Елена Краузова

иллюстрация

Хадия Улумбекова



Сергей Поляков
генеральный директор
ФС РМП НТС

Фонд содействия хорошо знаком с историей развития этого проекта. На нем мы совместно с Минобрнауки реализовали все стадии инновационного лифта по выводу Зеленоградского стартапа на рынок.

Базовые решения по проекту, технологии беспро-

водной передачи данных, интеллектуальные сенсоры, элементная база были разработаны при поддержке Минобрнауки в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники на 2008–2013 гг.». На следующей стадии инновационного лифта подключился Фонд, который в рамках наших программ «Энергосбережение» и «Умный дом» профинансировал пилотные проекты по внедрению системы в конкретных строительных проектах в различных регионах.

В этих проектах решения были адаптированы к особенностям типовых

проектов многоквартирных зданий. В различных регионах появились заинтересованные в продвижении этой разработки малые предприятия, которые стали опорными структурами динамично развивающейся сети продаж адаптированных решений в масштабах всей страны.

Фонд продолжает поддержку разработки уже следующих продуктов в области интеллектуальной тепловой автоматики и энергосбережения; уже сформированная сеть продаж позволит им сразу выйти на рынок.

Проект инновационных российских счетчиков был предложен вниманию Владимира Путина 17–18 ноября на «Форуме действий», организованном Общероссийским общественным движением «Народный фронт «За Россию».

В России, по подсчетам Московской объединенной энергетической компании (МОЭК), энергоэффективность оставляет желать лучшего: многоквартирные дома потребляют около 600 кВт. ч/кв.м в год, односемейные — 800. Причем, по данным Росстата, 60–65 % коммунальных платежей приходится на отопление. Новые технологии сохранения тепла помогут значительно сократить энергопотери.

Федеральный закон ФЗ-261, введенный в ноябре 2009 года, обязал всех владельцев российской жилплощади оснастить свое жилье датчиками потребления тепла. В реализации законодательных инициатив по энергосбережению акцент нужно сделать не на общедомовой, а на индивидуальный учет, считают в Зеленоградском инновационно-технологическом центре (ОАО «ЗИТЦ») и Московском государственном институте электронной техники (МИЭТ): статистика собственного теплоснабжения скорее будет стимулировать владельцев квартир экономить, чем общедомовая. Поэтому они — при поддержке Минобрнауки и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (ФС РМП НТС) — разработали систему индивидуального учета теплоэнергоресурсов на основе беспроводных технологий.

На базе ОАО «ЗИТЦ» уже открыто массовое производство всей электроники системы, причем масштаб производства и льготы, полученные ОАО «ЗИТЦ» как резидентом технико-внедренческой зоны «Зеленоград», позволили сделать ее вдвое дешевле зарубежных аналогов.

Разработанная интеллектуальная система представлена на рынке под двумя брендами: «Энергоресурс» и «СКТВ» («Система коммерческого учета тепла и воды»). Работает она так: беспроводные датчики температуры, установленные на отопительном стояке и в приборах учета расхода воды в квартире, передают данные в диспетчерский центр управляющей компании или ТСЖ. К системе могут быть подключены и электросчетчики. Система может распознать выход из строя квартирных датчиков, несанкционированное вмешательство в их работу, автоматически подключать новые устройства при их замене. Аналитический модуль зафиксировывает аварии и нештатные потери энергии, в том числе в местах общего пользования (подъезды, лестничные клетки), а также скорректирует неправильные настройки общедомовой системы отопления, из-за которых квартиры недополучают тепло. В квартире же можно установить монитор, куда будет загружаться информация о параметрах индивидуального энергопотребления (как в единицах измерения энергоресурсов, так и, для наглядности, в денежном выражении: в систему заносятся тарифы). «Квартирный монитор станет хорошим помощником для каждого жителя в экономии на услугах поставщиков энергоресурсов», — говорит Дмитрий Рыгалин, руководитель проекта.

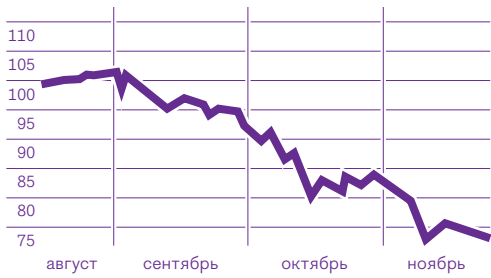
Подключенный к системе терморегулятор позволит задавать температуру в помещении на конкретный срок, запрограммировать смену параметров в зависимости от времени суток и дня недели.

Разработанные системы еще в 2008 году при поддержке Минобрнауки были протестированы в двух домах в Челябинске, а после этого и в других регионах России. «Пилоты», по словам разработчиков, доказали возможность экономии тепла в 30 % — за счет того, что владельцы квартир сами ими управляли.

Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере профинансирует пилотную апробацию зеленоградских систем в рамках программ «Энергосбережение» и «Умный дом». Но уже сейчас дочерние предприятия «ЗИТЦ» и НИУ МИЭТ выиграли несколько контрактов Минобрнауки, а департамент градостроительной политики Москвы включил системы «Энергоресурс» и СКТВ в реестр новой техники по Москве.

Разрабатывать баженовскую свиту сложно, но можно. Для этого нефтяникам нужно не разъединяться, а объединяться

тренд
27 ноября в Вене прошла конференция Организации стран-экспортеров нефти, на долю которых приходится треть мировой добычи. Ведущие нефтяные страны должны были решить, сокращать ли добычу, чтобы цены на нефть повысились, или не делать этого и бороться за долю рынка—в том числе со сланцевыми проектами в США. Сланцевая нефть совершила переворот на рынке. Всего семь лет назад цена барреля приближалась к 150 долларам, сегодня она почти вдвое дешевле. В России сложно поддающиеся оценке, но точно гигантские запасы трудноизвлекаемой нефти, в том числе и в так называемой баженовской свите. Но пока цены низки, разговор о разработке месторождений такого типа носят теоретический характер.



Добыча в основной нефтедобывающей провинции страны—Западной Сибири, начиная с 2008 г., ежегодно падает в среднем на 0,6 %. За прошлый год Россия добыла 523,5 млн тонн нефти и, судя по всему, уперлась в потолок. Впрочем, ресурсы у нас есть: страна обладает огромными «нетрадиционными» запасами в Западной Сибири—прежде всего это ачимовская, тюменская, баженовская свиты. Последняя наиболее перспективна.



Антон Грызлов
PhD, руководитель департамента разведки и Добычи трудноизвлекаемых углеводородов Инжинирингового центра МФТИ по трудноизвлекаемым полезным ископаемым

Классическая добыча углеводородов из сланцевых месторождений основывается на объединении технологий горизонтального бурения (что позволяет повысить контакт скважины и продуктивных зон) и многостадийного гидроразрыва пласта

(повышения проницаемости пласта с помощью искусственно созданных трещин). Именно этот подход был использован в США для разработки нетрадиционных месторождений и лежит в основе так называемой «сланцевой революции». Существуют также альтернативные технологии, основанные на закачке теплоносителя в пласт (пар, вода), вследствие чего происходит его прогрев, сопровождающийся увеличением мобильности углеводородов. Отдельно следует отметить термогазовый метод, который основан на закачке воздуха в пласт и его трансформации в эффективные вытесняющие агенты за счет внутрипластовых окислительных процессов.

Интерес к разработке трудноизвлекаемых запасов углеводородов в России, а именно, к баженовской свите, возник сравнительно давно. Однако технологий, которые могли бы обеспечить эффективную разработку данного месторождения в настоящее время не существует. Непосредственное использование технологии многостадийного гидроразрыва пласта затруднительно из-за глубокого залегания, что предполагает обеспечение более высокого давления гидроразрыва пласта, а также из-за общей неоднородности баженовской свиты. Попытки прямого переноса (или переноса с минимальной адаптацией) таких технологий на баженов-

скую свиту не приводят к успеху: получаемый коэффициент извлечения нефти составляет всего 3–5 %, меньше чем для зарубежных сланцевых месторождений. Для проведения разработки баженовской свиты необходимо проведение комплексных геологических, литолого-петрофизических, геохимических, геофизических исследований с фокусом на изучение характеристик, имеющих наиболее важное значение для решения задач разведки и добычи. Другая составляющая—это то, чем наш центр занимается при поддержке Министерства образования и науки и «Газпром нефти»: построение математических моделей пластовых процессов (гидродинамических,

геомеханических, сейсмо-акустических, электромагнитных и других) и их реализация в виде соответствующих компьютерных симуляторов, необходимых для задания значений параметров математических моделей залежи и проведения расчетов. Наконец, изучение и обобщение зарубежного опыта в данной области во взаимодействии с ведущими специалистами из лидирующих университетов и технологических компаний должно стать основой для создания новых отечественных технологий разведки и добычи углеводородов баженовской свиты.



Анатолий Дмитриевский
академик, директор Института нефти и газа РАН

Первые притоки из баженовской свиты были получены в 1968 году. Последующее изучение показало крайне неравномерное распределение скоплений нефти, очаговые распределения крайне разнообразны. И при освоении ресурсов баженовской свиты довольно затруднительно подобрать универсальную технологию, которая была бы эффективна во

всех зонах накопления нефти. Со времени открытия этого месторождения применялись самые разнообразные технологии. В первые периоды использовалась закачка воды в пласты, она оказалась неприемлемой. Затем стали применяться различные модификации тепловых методов. Технологии, которые используют американцы при добыче сланцевой нефти, пока что тоже не показали себя эффективными при разработке баженовской свиты. И поэтому мы сейчас идем по своему, российскому пути. В последнее время активизировались работы по освоению ресурсов баженовской свиты. Это вызвано тем, что правительство России

ввело льготы на освоение месторождений с подобными геологическими и геологопромысловыми параметрами. Среди используемых методов пока что наиболее эффективен метод, применяемый компанией «РИТЭК»: газохимическое воздействие на продуктивные пласты. Кроме того, Институт проблем нефти и газа при поддержке Министерства образования и науки ведет исследования в области разработки месторождения с использованием закачки широких фракций легких углеводородов, когда компоненты нефти, в различной степени связанные с матрицей породы, за счет процессов самоорганизации откликаются на воздействие той или иной разновидности реагента.

В регионе распространения этой свиты уже есть вся необходимая нефтедобывающая инфраструктура, поскольку она расположена прямо на территории разрабатываемых месторождений.

Аналитики The Economist Intelligence Unit отмечают: к концу десятилетия баженовская свита сможет давать дополнительные 1–2 млн баррелей в день, обеспечив устойчивый общий уровень производства нефти в стране до 10 млн баррелей в сутки без выхода на новые территории добычи.

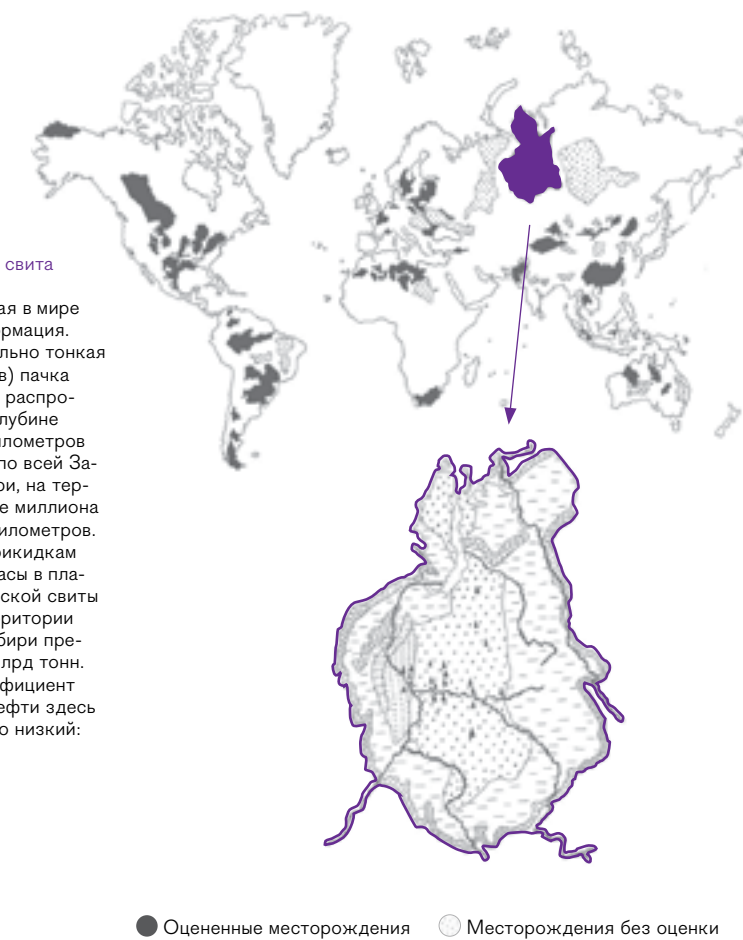
Не известно сколько, но много

Первый вопрос при освоении баженовской свиты—оценка запасов. Они колеблются, мягко говоря, в очень широком диапазоне: от 600 млн до 174 млрд тонн нефти. С одной стороны, даже середина этого промежутка—больше, чем суммарные начальные геологические запасы легкой нефти всех известных нефтегазоносных провинций России вместе взятых. С другой—в отношении 80 % извлекаемой нефти баженовского комплекса пока что корректней говорить не о запасах, а о ресурсах, поскольку даже установление их точного географического местонахождения требует геолого-разведочных работ.

Руководитель группы исследований продуктивности сланцевых формаций ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ВНИГНИ) Варвара Немова рассказывает, что в баженовской свите существует два типа коллекторов. Первый—в нефтематеринских—тонкослоистых глинисто-кремнистых породах, аномально обогащенных органическим веществом и генерирующих

Баженовская свита

Самая большая в мире сланцевая формация. Эта сравнительно тонкая (20–30 метров) пачка горных пород распространена на глубине более двух километров практически по всей Западной Сибири, на территории более миллиона квадратных километров. По смелым прикидкам геологов, запасы в пластах баженовской свиты только на территории Западной Сибири превышают 140 млрд тонн. Однако коэффициент извлечения нефти здесь пока довольно низкий: около 6–7 %





FOTOBANK / Getty images

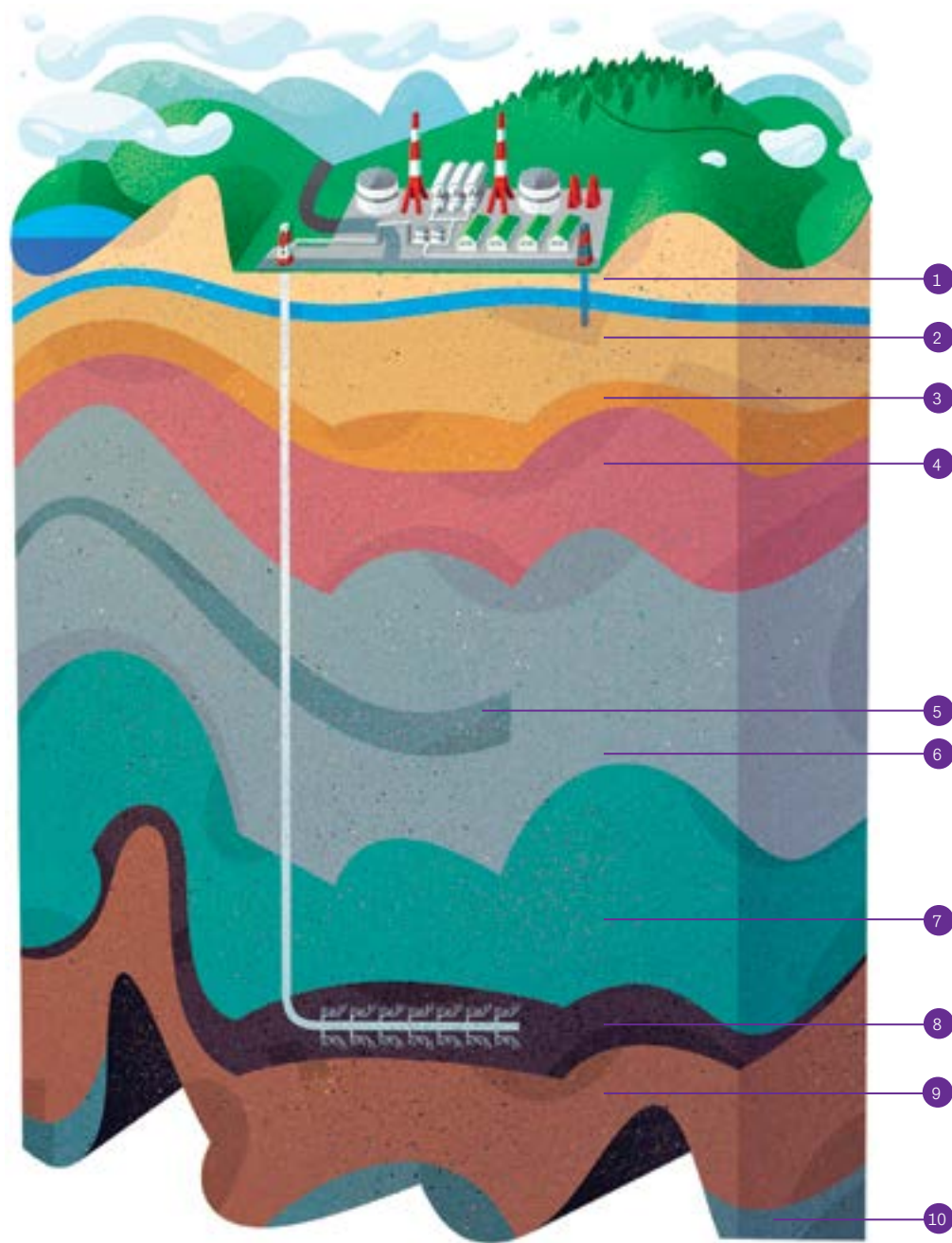
01



Corbis All Over Press

02

01 В 1968 году на Салымском месторождении во время углубления разведочной скважины произошло неконтролируемое фонтанирование скважины нефтью, из-за чего буровая загорелась. Скорость выброса достигала 700 тонн/сутки. Фактическое пластовое давление превысило ожидаемое почти в два раза. Новая разведочная скважина в августе 1969 года прошла ачимовскую толщу, и, когда забой достиг середины баженовской свиты, возник мощный фонтан в 300–400 тонн нефти в сутки. В 1974 году началась опытно-промышленная эксплуатация на участке Салымского месторождения. Из 72 пробуренных скважин 11 оказались «сухими», 25 скважин были выведены из разработки с накопленной добычей менее 1 тыс. тонн, и только в 19 скважинах накопленная добыча превысила 20 тыс. тонн. 02 Первая горизонтальная скважина на месторождении Баккен в штате Северная Дакота была пробурена в 1987 году компанией «Меридиан Ойл». «Отцом» Баккена называют Дика Финдли, который выдвинул простую и вместе с тем гениальную теорию: если в доломит пробурить скважину и создать систему трещин в правильном направлении, то он станет резервуаром для нефти. «Баккеновский» подход к разработке месторождения заключается в том, чтобы вскрывать средний слой горизонтальными скважинами длиной 5000–10000 футов (1524–3048 м), а затем последовательными секциями выполнять гидроразрыв пластов. В 2008 году добыча нефти в Северной Дакоте достигла уровня 150 тыс. баррелей (23,8 тыс. м³) в сутки. В 2012 году штат уже добывал 768 тыс. баррелей (122,1 тыс. м³) в день из более чем 3000 работающих скважин. Таким образом, всего за четыре года прирост добычи составил 412 %.



Где лежит баженовская свита
(геохронология)

1	Четвертичный период и неоген
2	Ипрский ярус эоцена — Рюпельский ярус олигоцена (палеоген)
3	Танетский ярус — монский ярус палеоцена (палеоген)
4	Датский ярус палеоцена (палеоген) — Туронский ярус верхнего мела (меловой период)
5	Альбский ярус нижнего мела (меловой период)
6	Сеноманский ярус верхнего мела — верхний Аптский ярус нижнего мела (меловой период)
7	Нижний Аптский ярус — верхний Валанжинский ярус нижнего мела (меловой период)
8	Баженовская свита
9	Нижний Валанжинский ярус нижнего мела (меловой период) — верхний Титонский ярус верхней юры (юрский период)
10	Абалакская свита

детальные представления о литологической изменчивости отложений, строении коллекторов и отличии вмещающих пород и пород, содержащих коллекторы на конкретном месторождении. Вплоть до конца прошлого века, во времена «большой западносибирской нефти», низкодебитные пласты не изучались должным образом. В скважинах выполнялся минимальный комплекс геофизических исследований, как правило, невысокого качества. Поэтому сегодня мы и имеем не один десяток зачастую диаметрально противоположных геологических моделей строения баженовской свиты.

Но в последние годы ситуация изменилась: сразу несколько добывающих компаний приступили к целенаправленному изучению баженовской свиты — «Сургутнефтегаз», «Лукойл», «Ритэк», «Роснефть» и «Газпром нефть». Издешь Варвара Немова обращает внимание на еще одну проблему: каждая компания тщательно оберегает получаемые ей результаты, они не готовы ими делиться: «Понятно, что это их коммерческие интересы, но в плане изучения свиты и продвижения в разработке месторождений это скорее минус, чем плюс». Поэтому сейчас выдвигаются идеи о создании государством полигонов, на которых любая компания могла бы тестировать свои технологии.

«Какой шельф и сланцы?

У нас даже для производства бензина все присадки импортные»

Впрочем, оптимизм отечественных ученых разделяют далеко не все. «Годы высоких цен на нефть привели нас к такой парадигме, — говорит ведущий специалист энергетического департамента Института энергетики и финансов Юрий Рыков, — если у нас чего-то нет, мы просто это купим. И поэтому у нас в принципе отсутствует практика долгосрочных проектов: если приходишь к компании с разработкой, которая даст результат через 10 лет, тебя никто даже слушать не будет, всем нужен эффект в течение 1–2 лет. Вот и получилось, что сейчас, когда на собрании в Минэнерго нефтяников попросили представить планы продолжения работ по трудноизвлекаемым запасам, те заявляют: «Какой шельф и сланцы? У нас даже для производства бензина все присадки импортные».

Да, у нас есть хорошие ученые, но у нас нет системы. Мы можем предложить идеи, но, чтобы довести их до серийного высококачественного образца, нужны современные технологии, нужен инжиниринг. Ведь это не просто поставить модельку на столе — буровую, из которой течет нефть. Нужно же проводить эксперименты, калибровать, а для этого нужна продвинутая техника, специалисты, причем специалисты действительно профессиональные, отобранные по работоспособности, по совместимости, а не набранные по знакомству. А всего этого у нас нет, и в мгновение ока этого не построить».

Юрий Рыков в своем пессимизме не одинок, значение иностранного оборудования для российской нефтегазовой отрасли признают многие аналитики по нефти и газу российских банков и инвестиционных компаний — импортозависимость при разработке трудноизвлекаемых запасов составляет в среднем 60 %, а шельфовых — все 80–90%.

Так что если прорыв и возможен, то он должен происходить при непосредственном участии государства, которое и объединит усилия нефтяников, и заставит их делиться разработками, и построит эффективную работающую систему.

огромное количество нефти. Как добывать эту нефть, пока что не знает никто в мире, и в ближайшее время, по мнению Немовой, без серьезных инвестиций эти технологии вряд ли появятся. Второй тип коллекторов содержится в карбонатных и кремневых прослоях, разбросанных по разрезу баженовской свиты. Академик Алексей Конторович считает, что в этих прослоях сосредоточено не более 10% нефти баженовской свиты. Тем не менее до сих пор удается добывать нефть только из них.

Но и здесь нас поджидает большая группа проблем. Она связана с невозможностью экстраполяции результатов: отложения в разных точках ведут себя совершенно по-разному. К примеру, «Сургутнефтегаз», который проявляет наибольшую активность в разработке баженовской свиты, в течение 30 лет пробурил на него более 600 скважин. 37 % скважин оказались «сухими», в 63 % получены притоки нефти (максимальные — до 300 тонн в сутки).

Как отмечают эксперты «Салым Петролеум Девелопмент» (СПД, совместное предприятие «Газпром нефти» и Shell), если во всем мире сланцевые формации изучались с позиций разработки технологий стимуляции притоков, то отечественные ученые почти все усилия сосредоточили на разработке технологий прогноза высокопродуктивных зон, где нефть потом добывалась традиционным вертикальным способом. Но этот путь оказался не слишком эффективным: почти за 50 лет таким образом удалось получить всего около 11 млн тонн нефти.



Несмотря на свое название, «сланцевая нефть» добывается не из сланцев, а из прослоев известняка и песчаника, находящихся внутри сланцевой формации. Эти породы обладают низкими коллекторскими свойствами, но с помощью технологии массивного гидроразрыва пластов в них создается дополнительная система трещин, что делает прослой доломитов и песчаников проницаемыми настолько, чтобы обеспечить извлечение нефти.

Второй путь — применение технологий стимуляции притоков нефти: бурение горизонтальных скважин с множественными гидроразрывами пласта. Подобная методика широко используется в США для добычи сланцевой нефти и газа из пластов — возможных аналогов баженовской свиты. Основная задача гидроразрыва — обеспечение интенсивного растрескивания пласта, создание обширной зоны искусственной трещиноватости, позволяющей существенно увеличить зону дренирования скважины. Эксперты «Салым Петролеум Девелопмент» нашли на Верхнем Салыме свиту — аналог американского среднего Баккена, — 8-метровый пласт, залегающий в середине баженовской свиты. Таким образом, на Верхнем Салыме есть все предпосылки для разработки баженовской свиты в соответствии с североамериканским опытом, с поправками на особенности баженовской свиты. Но черносланцевые формации Северной Америки содержат единый продуктивный пласт толщиной в десятки метров, а в отложениях баженовской свиты коллекторы связаны с разобщенными слоями суммарной толщиной всего 3–8 метров».

Каждой скважине — индивидуальный подход

Но и это еще не все. Поскольку для качественного моделирования строения отложений баженовской и других свит нельзя использовать экстраполяцию, необходимы тщательные керновые исследования. На основе изучения керна можно получить

Свита — естественный, генетически целостный комплекс отложений, отвечающий определенному этапу развития данного региона. Основной принцип при ее выделении — генетический — цикл седиментации. В одну свиту не следует объединять морские и континентальные образования. Отложения, рассматриваемые в ранге свиты, могут: а) быть однородными в литологическом отношении; б) представлять собой определенное чередование нескольких типов пород; в) объединяться каким-нибудь дополнительным признаком (окраска, характерные включения, одинаковая косая слоистость и т. п.). Иногда в качестве свиты может быть рассмотрена часть мощной однородной толщи, ограниченная характерными маркирующими или фаунистическими горизонтами.



01

Прочность клеевого соединения повышается, если исходную композицию самоклеящихся пленок модифицировать добавлением детонационных наноалмазов

«Швейная промышленность», 2014 г., №3

Профилированные кристаллы сапфира упрощают и удешевляют производство защитных экранов для мобильных устройств

«Научное приборостроение», 2014 г., №3

Проблемы существующих протоколов маршрутизации в телекоммуникационных сетях можно решить методами неклассической алгебры

«Телекоммуникации», 2014 г., №10

Один вложенный в добычу попутного нефтяного газа рубль может принести отдачу в 10 – 40-кратном размере

«Бурение и нефть», 2014 г., №9

Технология получения высокосортного оксида кремния из угольной золы позволяет не только расширить сырьевую базу кремнезема, но и значительно улучшить экологическую обстановку (01)

«Обогащение руд», 2014 г., №5

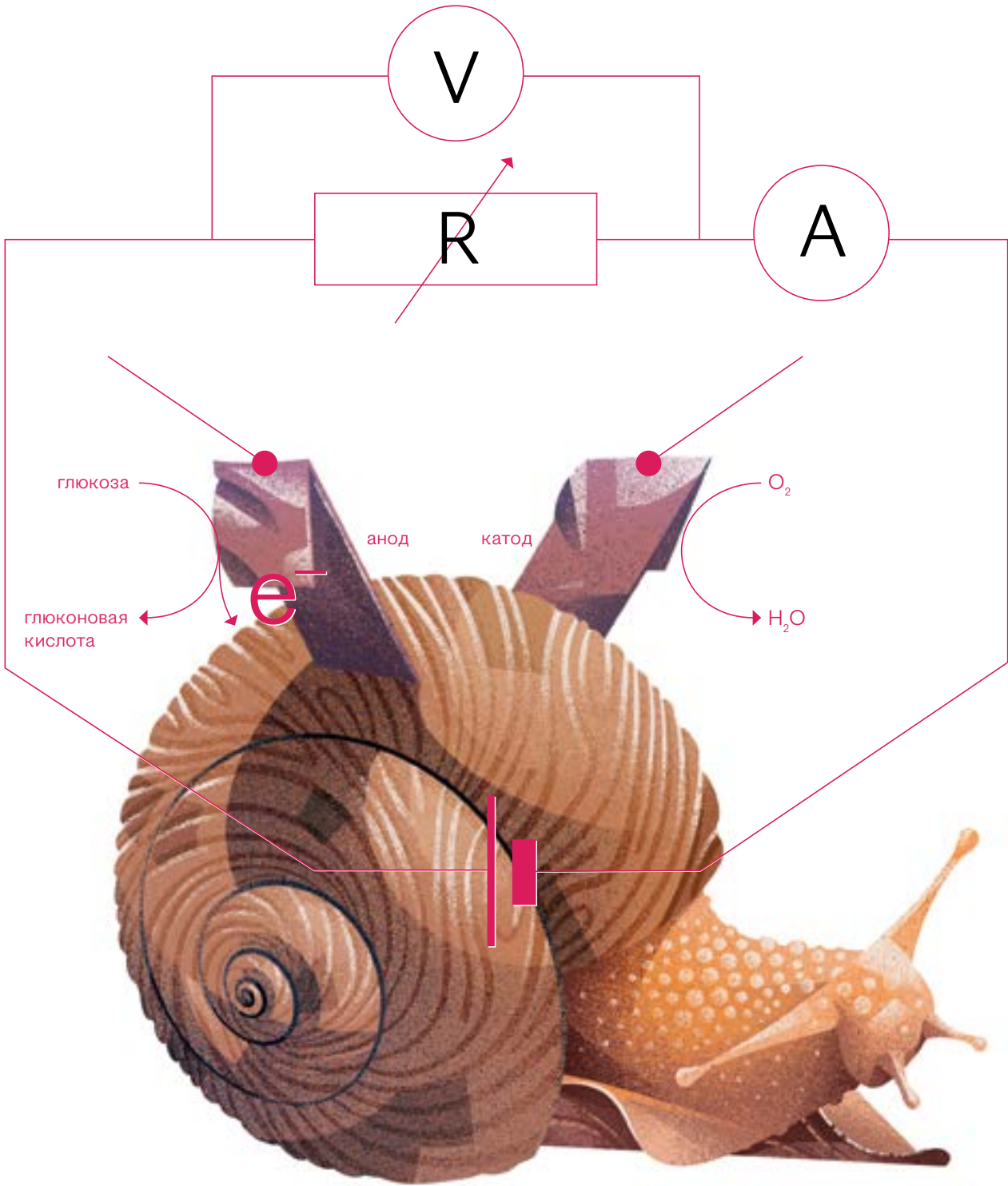
Основная причина появления трудноизвлекаемых запасов Ново-Пурпейского месторождения — неучет неоднородности строения коллектора

«Нефтепромысловое дело», 2014 г., №10

Предложен новый метод решения задачи пониженной частоты выдачи выходных данных волоконно-оптического гироскопа — с помощью каскада фильтров с конечной импульсной характеристикой

«Гирокопия и навигация», 2014 г., №3

Энергию для имплантированных кардиостимуляторов и инсулиновых помп можно будет получать прямо из крови человека



Живое электричество

Топливный элемент — химический источник тока: химическая энергия топлива превращается в электрическую энергию. Биотопливный элемент — источник тока, в котором химическая энергия органического топлива (сахара, спирты, красители) превращается в электрическую. Биотопливные элементы относятся к микроваттным источникам электрической энергии: они генерируют от 10⁻⁷ Вт до 10⁻³ Вт.

Естественные биотопливные элементы есть в большинстве клеток — это митохондрии. С помощью ферментов они переводят продукт метаболизма глюкозы, пировиноградную кислоту, в универсальное клеточное горючее, аденозинтрифосфат, но небольшая часть химической энергии превращается в электрическую. Другим источником химической энергии для митохондрий служат триглицериды — продукты метаболизма жирных кислот

текст	Анатолий Решетилов доктор химических наук Раиф Василов доктор биологических наук
схема	Александр Костенко
маргиналии	Тимофей Яржомбек
	Отдел нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных (НБИКС) наук и технологий (Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»), ФГБУН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН;

1990-е

Производство простейших биотопливных элементов размером в единицы и даже десятки кубических сантиметров. В Великобритании их даже покупали школы для лабораторных занятий.

1999

Отец биосенсорики Исао Карубе предложил новую концепцию биотопливных элементов. Разработанная им микросхема размером ~ 50 x 50 мм² содержит 25 одиночных биотопливных элементов, включенных последовательно. Их работа основана на ферменте глюкозооксидазе, то есть они сжигают глюкозу; планировалось, что суммарно развиваемая мощность будет составлять единицы ватт.

Задача, которая сегодня стоит перед биохимиками, — имплантируемый биотопливный элемент для медицинского использования. Сейчас для питания вживленных устройств — кардиостимуляторов, микродозаторов, биосенсоров — используются разного рода батарейки, которые требуют периодической замены, а это пусть небольшое, но все-таки оперативное вмешательство. Появление источника питания, который черплет энергию непосредственно из человеческого организма, позволило бы избежать этих вмешательств.

В самом деле, глюкоза, которая входит в состав крови, служит естественным топливом для множества ферментов, а микроваттные биотопливные элементы вполне способны выработать достаточно энергии, чтобы обеспечить потребности вживленных устройств, тем более что многие из них работают в периодическом режиме — включаются по необходимости.

Для создания таких биотопливных элементов была принята следующая идеология. Они функционируют без применения медиаторов, а значит, и без ионселективной мембраны: медиаторы — вредные для организма вещества, в то же время уже хорошо известно, как обеспечить перенос заряда с субстрата на электрод без медиаторов. Они используют в качестве топлива глюкозу, универсальное биотопливо. Для иммобилизации фермента применяются наноматериалы различных типов — одно- и многостенные нанотрубки, графитовые волокна, наночастицы металлов, графеноподобные структуры и пр., чтобы конструировать электроды микроразмеров. Ферменты в анодном отделении — пирролохинолинион-зависимая (PQQ-зависимая) глюкозодегидрогеназа или целлобиозодегидрогеназа — с ними проще всего получить прямой (безмедиаторный) транспорт электронов, а фермент в катодном отделении — лакказы или билирубиноксаза.

Значительные успехи в создании таких биотопливных элементов показали две группы исследователей. Одна, под ру-



Родом из Италии

Возникновение электрического тока при контакте разных металлов и электролита было открыто итальянским физиологом из Болоньи Луиджи Гальвани в 1786 году. В честь Гальвани химический источник электрического тока называется гальваническим элементом. Топливный элемент — разновидность гальванического, с той только разницей, что вещества для электрохимической реакции не содержатся в самом элементе, а приходят извне — следовательно, работает такой элемент неопределенно долго, покуда в него поступают реагенты.

ководством Даниэля Шерсона (Университет Кейс-Вестерн) работала с тараканами, другая — под руководством Евгения Каца (Университет Кларксона) — с улитками и омарами. У тех и у других беспозвоночных — открытая система кровообращения: роль крови у них играет гемолимфа, она не заключена в сосуды, а свободно течет по организму, снабжая его питательными веществами и кислородом. Открытое кровообращение позволяет сравнительно просто имплантировать компоненты биотопливной ячейки, не нанося серьезных повреждений животному.

Группа Евгения Каца первой имплантировала безмембранные биотопливные ячейки из двух электродов (анодный катализатор — PQQ-зависимая глюкозодегидрогеназа и катодный катализатор — кислородвосстанавливающая лакказа ковалентно привязаны к углеродным нанотрубкам). И улитки (см. схему на стр. 12), и омары находились в состоянии свободно живущего организма; имплантированные топливные элементы проработали более двух недель без признаков видимой инактивации ферментов. Биотопливный элемент в омаре при напряжении 0,54 В развивал мощность 0,64 мВт/см², внутреннее сопротивление было 500 Ом.

У тараканов, с которыми работала группа Даниэля Шерсона, основной сахар гемолимфы — трегалоза, дисахарид; сложность в том, что не существует фермента, окисляющего этот дисахарид. Чтобы биотопливный элемент заработал, исследователи использовали биферментный электрод, включающий трегалозу (гидролазу, расщепляющую трегалазу на две глюкозные молекулы) и глюкозооксидазу. Передача электрона с фермента на электрод происходила при участии медиатора, использующего иммобилизованный бипиридиновый осмиевый комплекс. В этом исследовании катод на основе билирубиноксаза вообще не имплантировали в животное.

Как сказано выше, PQQ-зависимые дегидрогеназы — это ферменты, для которых проще всего осуществляется прямой,

безмедиаторный перенос электронов. В мире спектр предлагаемых к продаже PQQ-зависимых дегидрогеназ совсем невелик, а стоимость, напротив, высока.

Авторам этого материала пришли в голову две идеи.

Первая. Выполнить тестовые эксперименты и оценить рабочие параметры следующей комбинации: PQQ-зависимая дегидрогеназа, иммобилизованная на электроде из наноматериала (терморасширенный графит) в качестве анода. Достижение состояло в том, что авторы научились получать интегральные комплексы PQQ-зависимых дегидрогеназ из бактериальных клеток, а затем нашли способ иммобилизации ферментного препарата. Исследование показало, что в данной композиции наблюдается безмедиаторный, прямой перенос электрона при окислении этилового спирта.

Авторы не нашли описаний таких исследований, проводимых ранее в мире.

Вторая идея. Известно, что биотопливные элементы развивают мощность в единицы микроватт с квадратного сантиметра электрода. Те способы, которые использовала группа Евгения Каца, — частный случай накопления энергии при подключении конденсатора высокой емкости к батарее биотопливных элементов. Авторам этот способ не показался элегантным, и был найден иной путь: к биотопливным элементам подключается электронная схема — конвертер, производящий трансформацию постоянного тока. Такая же электронная схема эффективно использовалась при обработке выходного напряжения от фотоэлемента, солнечной батареи и т. д. — но с микроваттными источниками энергии прежде ее никто в мире не комбинировал. Авторы показали, что напряжение биотопливного элемента, равное 0,4–0,5 В, комбинированная система поднимает за нескольких минут до 3,1 В и сохраняет на сберегающем конденсаторе. Это, по мнению авторов, реальный шаг к практическому применению биотопливного элемента в качестве имплантированного источника питания.



2000

Гастроробот (по имени Ням-Ням) Стюарта Уилкинсона. Обьедки с человеческого стола поступают в реактор, работающий как биотопливный элемент на микробных клетках. Таким машинам предполагалось придать значительную самостоятельность, они должны были работать по принципу «запустил и забыл».



2011

Гасфил Джастин с коллегами по Питтсбургскому университету выполнил разработку биотопливного элемента на лейкоцитах крови — они были иммобилизованы на графитовых нитях. Биотопливный элемент осуществлял конверсию метаболической активности лейкоцитов человека в электрический ток при окислении препарата игепала. Это стартовый эксперимент, еще не подразумевавший имплантации.



2012

Магнус Фальк из Университета Мальмё представил биотопливный элемент, встроенный в контактную линзу. Элемент не содержал разделительной мембраны и работал на глюкозе из слезы. В электродах использовались наночастицы золота, биомодифицированные целлобиозодегидрогеназой (анод) и билирубиноксазой (катод). Напряжение холостого хода составляло 0,57 В, удельная мощность — 1 мкВт/см², время полужизни — 20 час. Мощности этого биотопливного элемента должно было хватить на питание встроенного устройства, например глюкозного биосенсора.



2013

Виктор Андоралов из Института физической химии и электрохимии в том же Университете Мальмё имплантировал микросхему, которая запитывалась от входящего в ее состав биотопливного элемента, в мозг крысы — микросхема исследовала функции мозга. Анод — на основе целлобиозодегидрогеназы, катод — на основе билирубиноксазы, удельная мощность — 0,4 В.



2013

Джо Ванг из Калифорнийского университета создал биотопливный элемент, который наносится на кожу человека как временная татуировка и работает на лактате, содержащемся в поте. Электроды изготовлены по новой схеме: анод содержит лактатоксидазу, закрепленную в сложной композиции на графитовом электроде.

Мутант хламидомонады — суперпродуцент дзета-каротина

текст	Владимир Ладыгин
	доктор биологических наук,
	ведущий научный сотрудник Института
	фундаментальных проблем биологии РАН (Пущино)
иллюстрация	Александр Костенко
маргиналии	Тимофей Яржомбек

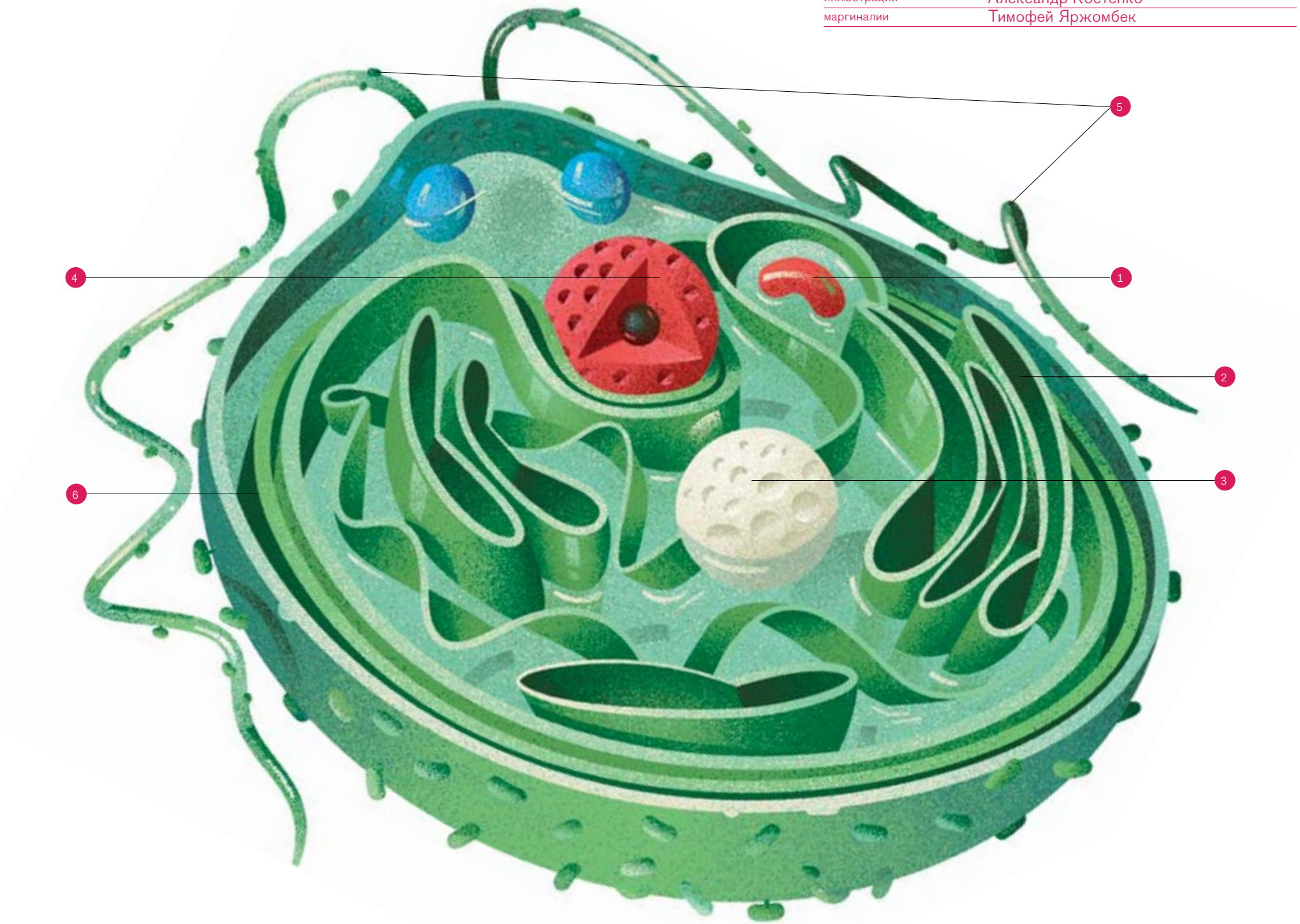


Рисунок клетки исходного дикого типа хламидомонады в продольном разрезе

1	Митохондрия — двумембранная органелла, электростанция клетки. Ее основная функция — окисление органических соединений и использование высвободившейся энергии для синтеза универсального горючего, аденозинтрифосфата. Несет также наследственную информацию	3	Глазное пятно (стигма) — небольшая пигментированная светочувствительная область. Содержит один или несколько (чаще два-три) рядов круглых плотно упакованных липидных глобул	5	Жгутики — поверхностная структура у многих клеток; служит для движения в жидкой среде или по поверхности твёрдых сред. Жгутики эукариот имеют толщину до 200 нм и длину до 200 мкм, они могут самостоятельно изгибаться по всей длине.
2	Пиреноид — дифференцированная область внутри хлоропласта. Место, где клетка запасает фермент рибулозобисфосфаткарбоксилазу; центр синтеза сахаров с помощью этого фермента. Вокруг пиреноида откладываются и запасные продукты (крахмал)	4	Ядро — важнейшая органелла эукариотической клетки; содержит генетическую информацию (в форме ДНК). Хранит, передает и использует наследственной информацию; обеспечивает синтез белков. В ядре роисходит редупликация) — удвоение молекул ДНК — и транскрипция, то есть синтез РНК на молекуле ДНК	6	Хлоропласт — зеленый пластид, встречаются в клетках фотосинтезирующих эукариот. С их помощью происходит фотосинтез. Хлоропласты содержат хлорофилл. Двумембранные органеллы. Содержат хлоропластные РНК, пластидную ДНК, рибосомы, крахмальные зерна.

Одноклеточные зеленые водоросли уже несколько десятилетий используются в фотобиотехнологии как источник биомассы и физиологически активных соединений — белков, липидов, пигментов и витаминов. Особый интерес представляет одноклеточная зеленая водоросль хламидомонада (*Chlamydomonas reinhardtii* dang.) — продуцент биологически активных соединений, в частности каротиноидов. Ценность хламидомонады как продуцента каротинов состоит в высоком содержании пигментов на единицу сырой биомассы: две трети клетки — хлоропласт (см. рисунок).

Сейчас в фотобиотехнологии в большей степени распространен каротиноид бета-каротин. Его получают как из клеток зеленых водорослей (*Chlorella*, *Scenedemus*), так и из высших растений (морковь и др.). Некоторые исследования показывают, что дзета-каротин может быть более эффективным, чем бета-каротин. С бета-каротином сложностей нет, а естественных продуцентов дзета-каротина в природе нет — его можно получить только с помощью искусственного мутагенеза, блокировав цепь биосинтеза каротиноидов на уровне дзета-каротина.

Такой мутант хламидомонады и получен автором — воздействием γ -излучения на клетки исходного дикого типа (авторское свидетельство № 1289064). Он не имеет аналогов в мире. Мутант высокостабилен, доля дзета-каротина составляет 38 % от суммы каротинов, у него высокая продуктивность. Известные дзета-каротиновые



Дзета лучше бета

Важное преимущество дзета-каротина перед бета-каротином (предшественником витамина А) в том, что он не обладает провитаминной активностью и потому не вызывает отрицательных эффектов в высокой концентрации. Кроме того, дзета-каротин легче проникает в клетки и ткани животных и человека.

мутанты высших растений накапливают максимум 5 % дзета-каротина, и они, как правило, летальные.

Состав

Каротиноиды исследовали методом тонкослойной хроматографии. Клетки исходного, дикого типа хламидомонады накапливали 17–23 % каротинов от суммарного содержания всех каротиноидов: альфа-каротина — 4–7 %, бета-каротина — 93–96 %. В клетках мутанта доля каротинов составляла 31–38 % всех каротиноидов. Мутант утратил способность синтезировать альфа-каротин и накапливал 40–47 % бета-каротина, 17–22 % бета-зеакаротина и 33–41 % дзета-каротина.

Помимо каротинов в клетках хламидомонады накапливалось шесть основных ксантофиллов, четыре из них — виолаксантин, антраксантин, зеаксантин и нексантин — производные бета-каротина, а два — лютеин и лороксантин — производные альфа-каротина. Анализ ксантофиллов показал, что в клетках исходного дикого типа их около 80 %, а в клетках мутанта — около 65 % суммарного содержания каротиноидов. В клетках исходного дикого типа присутствовало 52 % производных бета-каротина и 48 % — альфа-каротина, в клетках мутанта — только производные бета-каротина.

Продуктивность

При культивировании в жидкой среде (содержащей ацетат натрия) выход сырой биомассы составлял 5–10 г/л. Когда концентрация солей была увеличена в 5 раз,

ТЕХНОЛОГИИ



Каротиноиды используются:

— в пищевой промышленности — для окрашивания в желтый и оранжевый цвет кондитерских изделий, масел, напитков, зерновых завтраков и т. д.

— в медицине и фармакологии — в составе препаратов, имеющих антиоксидантное, радиопротекторное, антимуtagenное, иммуномодулирующее, антиканцерогенное и антиинфекционное действие.

Каротиноиды лютеин и зеаксантин играют особую роль в профилактике возрастной потери зрения. Дзета-каротин может иметь более высокую, чем бета-каротин, эффективность в противоопухолевой терапии.

то время одного клеточного деления сократилось с 10–12 до 6 часов, выход биомассы удвоился, а содержание хлорофиллов, каротинов и ксантофиллов в пересчете на клетку практически не изменилось.

Накопление максимального количества биомассы и пигментов как в клетках исходного дикого типа, так и в клетках мутанта, наблюдалось в условиях длительного культивирования в ацетатной среде при освещенности 15 тыс. люкс. Клетки стационарной фазы роста отбирали через 5–6 суток, когда они достигали максимального размера и практически прекращали деление. Сухая биомасса клеток исходного дикого типа достигала 70 мкг, а мутанта — 57 мкг на 10 млн клеток.

Эти результаты позволили определить динамику накопления биомассы и показать, что ее достаточно, чтобы получать препараты дзета-каротина и оценить их эффективность для лечения онкологических заболеваний и для повышения стрессоустойчивости клеток животных и человека при воздействии γ -излучения и коротковолнового ультрафиолета. Анализ выживаемости клеток показал, что значительное накопление дзета-каротина в клетках мутанта повышало в 1,5 раза их устойчивость к действию γ -излучения и в 5–10 раз — к действию коротковолнового ультрафиолета (УФ-С). Если экспериментально подтвердится более высокая эффективность дзета-каротина при лечении раковых заболеваний, то можно рекомендовать мутант — суперпродуцент дзета-каротина для решения задач медицины и фармакологии.

горное дело

Использование электромагнитов позволяют увеличить КПД шаровых мельниц и снизить расход энергии

Мировой рынок размольного оборудования, по данным Gardner Business Media, к концу 2014 года составит больше \$ 520 млн. Один из главных сегментов на нем — рынок оборудования для горнообработывающей промышленности. До 70 % расходов на измельчение приходится на породу от 30–50 мм до 50 мкм, именно эту операцию выполняет самый распространенный вид оборудования для дробления — шаровые мельницы. Это горизонтальные цилиндры, внутри которых находятся мелющие тела, удары которых при вращении барабана разрушают породу. Устройство таких мельниц было описано еще в XVIII веке — и принцип в принципе не изменился, только мельницы увеличились в диаметре (до 22 м), а двигатель стал электрическим и неизмеримо более мощным. Барабан мельницы наполняется шарами (из стали или кусков горных пород), обычно мелющие тела занимают до 45 % объема цилиндра. Чаще всего шаровые мельницы используются для помола полезных ископаемых, а также строительных материалов — иногда до порошка.

Главная проблема шаровых мельниц — низкий КПД, не более 1–2 %, что определяет высокий расход

энергии (до 10–20 Квт/ч на тонну породы). Чтобы увеличить эффективность, совершенствуют все элементы шаровой мельницы (привод, систему смазки, электродвигатели, размер мелющих тел, наполненность барабана, скорость вращения), так как даже сокращение расходов на доли процента дает внушительный экономический эффект. Но проблема остается: около 30 % мелющих тел не участвуют в помолу — попадают в мертвую зону: большая доля ударов мелющих тел приходится на броню.

Коллектив авторов нового принципа работы шаровой мельницы возглавил Федор Борисков. В 1980-х годах он работал в Уральском научно-исследовательском и проектном институте медной промышленности и занимался процессами обогащения руд цветных металлов. Основные расходы при обработке руды определялись затратами на измельчение породы, исследователь удивился низким КПД устройств и разработал новый способ работы шаровых мельниц — механизм, который предполагал использование электромагнитов. Их действие должно было дополнить энергию гравитационного воздействия и энергию вращения традиционных мельниц, что устраня-

ло основной недостаток шаровой мельницы — баллистические ограничения на движение мелющих тел. Борисков поделился идеей с Валентином Чантурием (сегодня он директор Института проблем комплексного освоения недр РАН). Группа исследователей изготовила лабораторный образец диаметром 200 мм. За основу был взят обычный электродвигатель, обмотки которого выполняли роль электромагнитов. Была создана очень простая контактная система управления этими обмотками, обеспечивающая включение поля в нижнем сегменте и отключение при достижении заданного угла. Лабораторная модель Борискова потребляла вдвое меньше энергии, чем при работе в режиме классической шаровой мельницы.

После знакомства с работниками Уральского завода тяжёлого машиностроения Юрием Муйземнеком и Сергеем Червяковым Борисков запатентовал оптимальное расположение электромагнитов по винтовой линии — патент был оформлен в собственность УЗТМ. В 1990-х Борисков выступал с докладами о новом типе шаровой мельницы на конференциях, опубликовал много статей и работал над совершенствованием ее конструкции.

текст	Елена Краузова
иллюстрация	Мила Силенина



FOTOBANK / Getty images

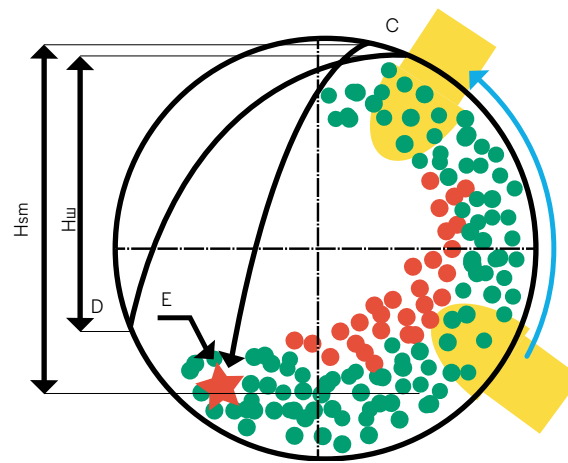
01

В 2005-м он зарегистрировал новый патент. Теперь исследователь предложил использовать не одну пару электромагнитов, а набор, расположенный в шахматном порядке. Борисков разработал способ размещения магнитов по винтовой линии со сдвигом по цилиндрической поверхности барабана. Также он рассчитал формулу соответствия диаметра барабана, скорости его вращения и углов срабатывания электромагнитов для максимально эффективного измельчения. Электромагнитная система по-прежнему базировалась на расположении магнитов друг напротив друга, но предусматривала, что систем может быть несколько. Борисков описал также порядок и длительность двух импульсов для магнитного поля каждого из магнитов, связав их с движением барабана (и самого электромагнита на нем). Принцип был основан на том, что длительность импульса магнитного поля должна была быть равна полуобороту цилиндра. Магнитное поле обеспечивало дополнительное ускорение шаров (дополнявшее ускорение, формируемое земным притяжением) и, соответственно, большую силу удара мелющего тела, а также последующий подъем шаров на оптимальную высоту. На все время полуоборота барабана, при котором магнитное поле перемещалось в нижнюю его половину, шары собирались в один комок, внутри которого оказывались зажаты частицы измельчаемого материала. Каждый из двух магнитных импульсов предполагалось разбить на два еще более коротких импульса, что позволило еще больше сократить энергопотребление мельницы.

В 2011 году Борисков познакомился с основателями петербургской компании «Бюро современных технологий» Андреем и Александром Смотрицкими. Смотрицкие поняли, что тренд интенсивного развития электроники поможет внедрению мельницы новой модели — он ожидал снижения себестоимости основных узлов системы и их совершенствование. Новая электроника, предположил Смотрицкий, позволит создать исполнительное устройство, которое бы управляло включением и выключением электромагнитов по заданному алгоритму, а также бесконтактное устройство для подачи электропитания на подвижный корпус мельницы.

Борисков подписал с «Бюро современных технологий» соглашение о передаче прав на изобретение. Компания стала призёром конкурса «Техностарт» — 2013, вышла в полуфинал конкурса CleanTechRussia-2014.

Принцип использования электромагнитов в конструкции мельницы дорабатывался. В 2013 г. был оформлен новый патент, в 2014 г. подана заявка РСТ. По словам Андрея Смотрицкого, сейчас компания готовит серию патентов, которые будут посвящены оригиналь-



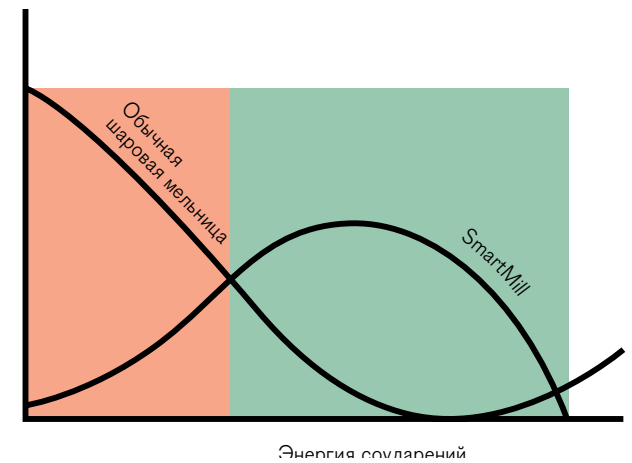
02

ным устройствам в конструкции мельницы нового типа, получившей имя SmartMill.

«В традиционной мельнице слой мелющих тел, прижатых к корпусу, имеет скорость вращения, близкую к скорости вращения корпуса, но несколько меньше, — объясняет Андрей Смотрицкий. — Самый внутренний слой мелющих тел под действием силы тяготения проскальзывает по слоям мелющих тел, как «с горки». Промежуточные слои имеют разные скорости друг относительно друга. Таким образом, все слои движутся друг относительно друга, практически не производя измельчения, но потребляя большую долю энергии. Более 30 % объема породы не участвует в измельчении. Мельница SmartMill с помощью магнитного поля прижимает слои мелющих тел друг к другу и исключает их проскальзывание в «мертвой зоне». Кроме того, магнитное поле помогает направить мелющие тела по оптимальной траектории движения, в результате возрастает высота падения и энергия удара».

В последней версии патента исследователи провели и математическое моделирование процессов в мельнице с электромагнитами, это дало возможность определить диапазон оптимального количества электромагнитов, расположенных в каждом сечении мельницы, — с учётом их стоимости. Считают сейчас авторы технологии, экономный и оптимальный вариант — три электромагнита на каждом сечении мельницы. Также исследователи пришли к концепции воздействия знакопеременного магнитного поля. К тому же, были точно определены углы срабатывания электромагнитов, что позволило еще сократить энергопотери мельницы новой

01 Так выглядит цех помола, в котором еще не работают современные умные мельницы. 02 Принципиальная схема работы шаровой мельницы нового поколения. 03 Различия в эффективности работы обычной и умной шаровых мельниц.



03

конструкции (чем больше время работы электромагнита, тем больше нужно энергии), а также был определен алгоритм работы электромагнитов в зависимости от размера мельницы и вида породы. Наконец, разработчики конкретизировали размеры и конструкцию основных деталей системы.

Одно из главных преимуществ изобретения Федора Борискова и «Бюро современных технологий» в том, что оборудовать системами электромагнитов и применить новый способ можно уже существующие мельницы. Нишей российского проекта станут шаровые мельницы, измельчающие материалы до 50 мкм, а также переоснащение старых производств. Мельницы зарубежных производителей Vertimill (Metso), Isamill (Xstrata Technology), обеспечивают экономию энергии на измельчение до 50 %, но имеют ряд недостатков, главные — дороговизна и необходимость переделывать инфраструктуру производства.

Наиболее эффективна технология SmartMill будет для измельчения магнитных руд (благодаря механизму прямого воздействия магнитного поля на породу). Сейчас проект нацелен в первую очередь на внедрение технологии в горно-обрабатывающей отрасли, также способ может быть использован в шаровых мельницах для цементной и угольной промышленности.

Основатели проекта не исключают, что найдут партнёра для производства. Стоимость SmartMill при той же производительности, по планам основателей за счёт новой технологии будет ниже как минимум на несколько миллионов рублей. Усовершенствованная мельница будет потреблять до 50 % меньше энергии.



01



02

Наилучшим индикатором активности электронов-убийц, парализующих работу спутников, может служить скорость солнечного ветра

«Солнечно-земная физика», том 23

Прогноз на 2023 год, данный министерством энергетики США, ведет к дальнейшему избыточному потреблению минерально-энергетических продуктов в мире и не может быть реализован в связи с существенными отклонениями от целей природного развития (02)

«Горный журнал», 2014 г., том 7

Анализ отчетов об исполнении финансовых бюджетов Пенсионного фонда России выявил серьезный дефицит информации об источниках финансирования фонда. Практически невозможно оценить уровень охвата пенсионным страхованием работающего населения и разграничить обязательства по пенсионному страхованию

«Народонаселение», 2014 г., № 2

Разница в теоретических подходах не позволяет научному сообществу прийти к единому мнению об эффективности Ассоциации стран Юго-Восточной Азии (АСЕАН) как организации (01)

«Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика», 2014 г., № 4

Сверхрешетка нового типа на основе графена образуется за счет периодической модуляции скорости Ферми — такая модуляция возможна в графене, осажденном на полосчатую подложку из материалов с существенно отличающимися значениями статической диэлектрической проницаемости

«Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики», 2014 г., № 5 – 6

Возможности климатических моделей небезграничны

Предсказание климата, включая последствия его изменений, — центральная задача науки о климате. Этой задаче подчинены все направления науки о климате — от анализа и интерпретации данных наблюдений за климатической системой до исследований ее чувствительности к внешним воздействиям и предсказуемости.

Поведение климатической системы определяется взаимодействием пяти компонентов — атмосферы, океана, криосферы*, биосферы и деятельного слоя суши**. Характерные времена релаксации этих компонентов к внешним воздействиям различаются на несколько порядков. Благодаря нелинейности процессов, присущих указанным средам, и многообразию возникающих обратных связей, в климатической системе возбуждаются собственные колебания с самыми разными временными масштабами. Чтобы понять и предсказать поведение столь сложной системы под влиянием внешних воздействий (как антропогенных, так и естественных), необходимо использовать физико-математические модели климатической системы, описывающие процессы в указанных средах с достаточной степенью достоверности и детализации.

Построение климатической модели начинается с определения системы уравнений, являющихся математическим описанием законов физики, действующих в климатической системе. Основные законы хорошо известны — это второй закон Ньютона, первое начало термодинамики, закон сохранения массы и др. Однако применительно к жидкостям, движущимся на сфере (а таковыми в допустимом приближении являются и атмосфера, и океан), математическая запись этих законов усложняется. Решить аналитически соответствующие дифференциальные уравнения в частных производных невозможно. Приходится прибегать к компьютерным вычислениям.

Задачу компьютеру можно облегчить разными способами, начиная с упрощения исходной системы уравнений (например, исключая процессы, которые в рамках поставленной задачи не важны), оптимизации вычислительных алгоритмов (допустим, уменьшая пространственное разрешение) и кончая совершенствованием компьютерной программы (учитывая количество процессоров конкретного компьютера, объем памяти и т. д.).

Очевидно, определение исходной системы уравнений — задача физика, разработка алгоритма — ответственность математика, а создание компьютерной программы — искусство программиста. По этой причине для создания климатической модели, проведения исследований с ее помощью и, главное, анализа результатов одного человека недостаточно. Моделирование климата — задача, с которой способна справиться лишь группа специалистов. По мере развития климатической модели возникает потребность во все новых специалистах — химиках, биологах и др. Так климатические модели превращаются, как сегодня принято говорить, в модели Земной системы.

Несмотря на бурное развитие вычислительной техники, потребность в пространственной детализации оценок будущих изменений климата, полученных с помощью глобальных моделей, вынуждает исследователей прибегать к использованию региональных климатических моделей. В таких моделях на границах региона задаются значения моделируемых величин, полученные с помощью глобальной модели, и производится их «пересчет» для этого региона с более высоким пространственным разрешением.

Помимо необходимости улучшения пространственного разрешения моделей, современные приоритеты развития моделирования климата связаны с включением дополнительных интерактивных компонентов. Кроме того, поскольку часть неопределенности будущих изменений климатической системы обусловлена ее собственной изменчивостью и не может быть устранена усовершенствованием моделей, необходимо исследовать эту неизбежную неопределенность в вероятностном пространстве. С этой целью необходимо проводить ансамблевые расчеты с варьированием как начальных состояний, так и модельных параметров. Воспроизведение экстремальных и редких явлений также требует массовых ансамблевых расчетов. Наконец, оценки будущих изменений некоторых «медленных» компонентов климатической системы, таких как ледниковые щиты, или климатических характеристик, таких как уровень океана, требуют проведения длительных численных экспериментов. Поэтому не вызывает со-

* **Криосфера** — компонент климатической системы, состоящий из всего снега, льда и мерзлого грунта (в том числе вечной мерзлоты) на поверхности Земли и океана и под ней.

** **Деятельный слой суши** (деятельная поверхность суши) — поверхность суши, участвующая в трансформации солнечной энергии, то есть воспринимающая и отдающая солнечную энергию.

текст	Владимир Катцов
	доктор физико-математических наук,
	Главная геофизическая обсерватория
	им. А.И. Воейкова, Росгидромет
картография	Люба Березина

мнений, что в обозримом будущем развитие высоких технологий и, прежде всего, компьютерной техники будет играть решающую роль в совершенствовании предсказания климата.

В отличие от численного прогноза погоды, постоянно сверяемого с фактическими данными, пригодность моделей для использования в расчетах будущих состояний климатической системы невозможно установить, анализируя собственно результаты этих расчетов. Но резонно предположить, что достоверность расчетов будущего климата подтверждается способностью модели воспроизводить современное состояние климатической системы, а также ее состояние в прошлом, в соответствии с имеющимися данными наблюдений. Если, помимо современного климата, модель воспроизводит состояния климатической системы в далеком прошлом (когда внешние воздействия сильно отличались от современных), а также известную эволюцию климатической системы (например, в течение XX и предыдущих веков), можно надеяться, что полученные с помощью этой модели оценки изменений климата при ожидаемых в будущем сценариях внешнего воздействия заслуживают доверия.

Сегодня во всем мире количество известных глобальных моделей составляет несколько десятков. И среди них нет модели, лучше прочих описывающей, например, современный климат. Обычно каждая модель хорошо воспроизводит лишь часть искомых климатических величин, в то время как остальная часть воспроизводится хуже. Наиболее высокую успешность, как правило, показывает «средняя» (по ансамблю) модель. Это связано с тем, что систематические ошибки отдельно взятых моделей не зависят друг от друга и при осреднении по ансамблю компенсируются.

На основе сценариев будущих эмиссий парниковых газов и аэрозолей с помощью современных моделей климата получены климатические сценарии. Но необходимо принимать во внимание, что важным источником неопределенности оценок изменения климата в ближайшие десятилетия является относительно малая величина антропогенного изменения климата на фоне естественной его изменчивости.

В Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова Росгидромета (ГГО) создана и применяется трехмерная модульная система вероятностного прогнозирования для получения количественных оценок последствий будущих климатических изменений на территории России и в регионах геополитических интересов РФ (Арктика, ближнее зарубежье). Она включает совместную глобальную модель климатической системы Земли, региональные климатические модели с пространственным разрешением 50 и 25 км, а также модели отдельных компонентов климатической системы для пространственно детализированных исследований (многолетнемерзлые грунты, речные системы, пограничный слой атмосферы).

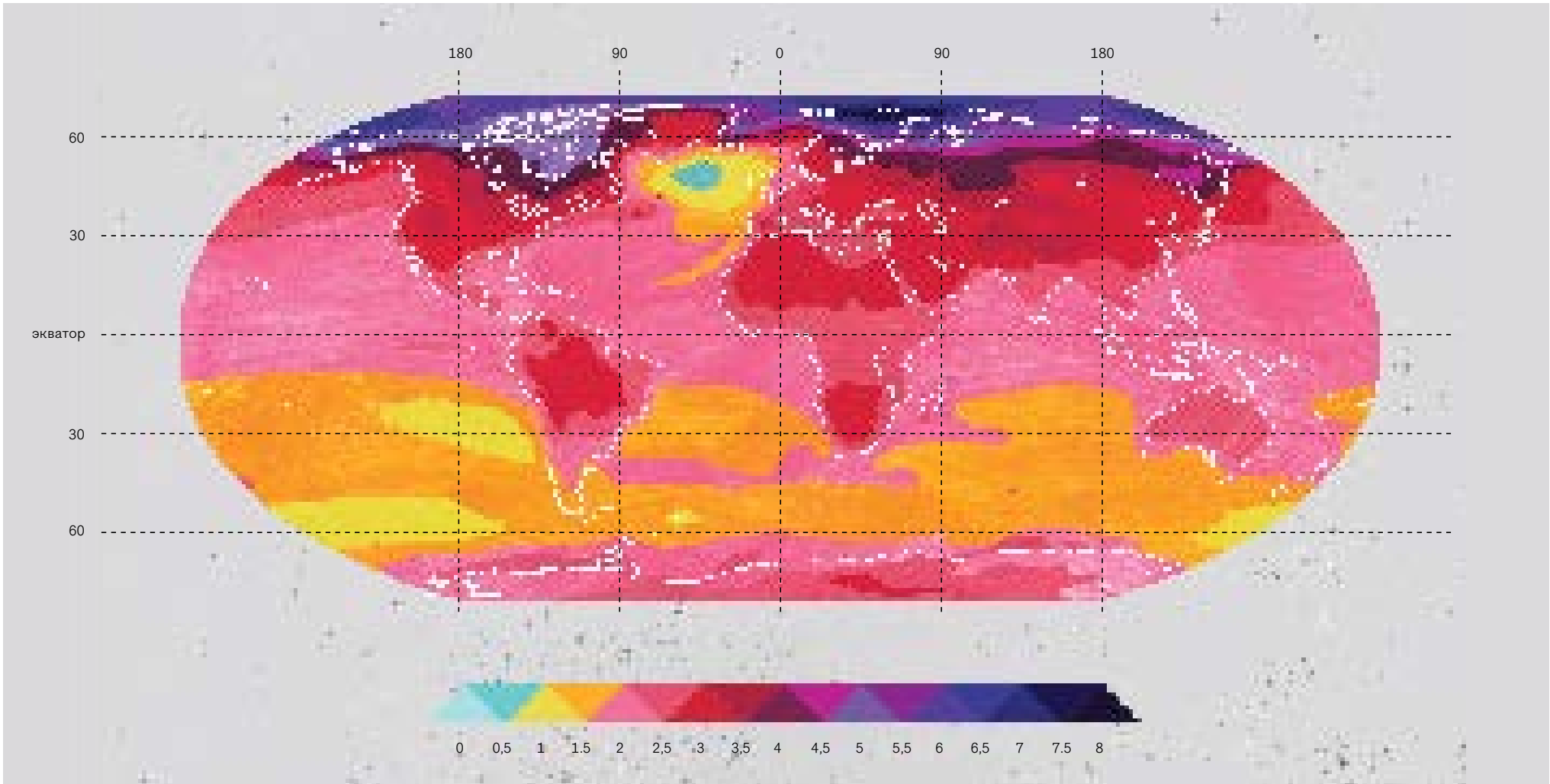
При всем огромном и далеко не исчерпанном потенциале климатических моделей их возможности не безграничны. На многие вопросы, связанные с предсказуемостью климатической системы, еще предстоит получить ответы. Не исключено, что мы недооцениваем роль каких-либо факторов в будущих изменениях климата, и на этом пути нас еще ждут сюрпризы. Тем не менее, несомненно, современные климатические модели отвечают наивысшему уровню знаний, накопленным человечеством за время исследований климатической системы, и им нет альтернативы в оценках возможных в будущем изменений климата.

Не путайте прогноз и сценарий

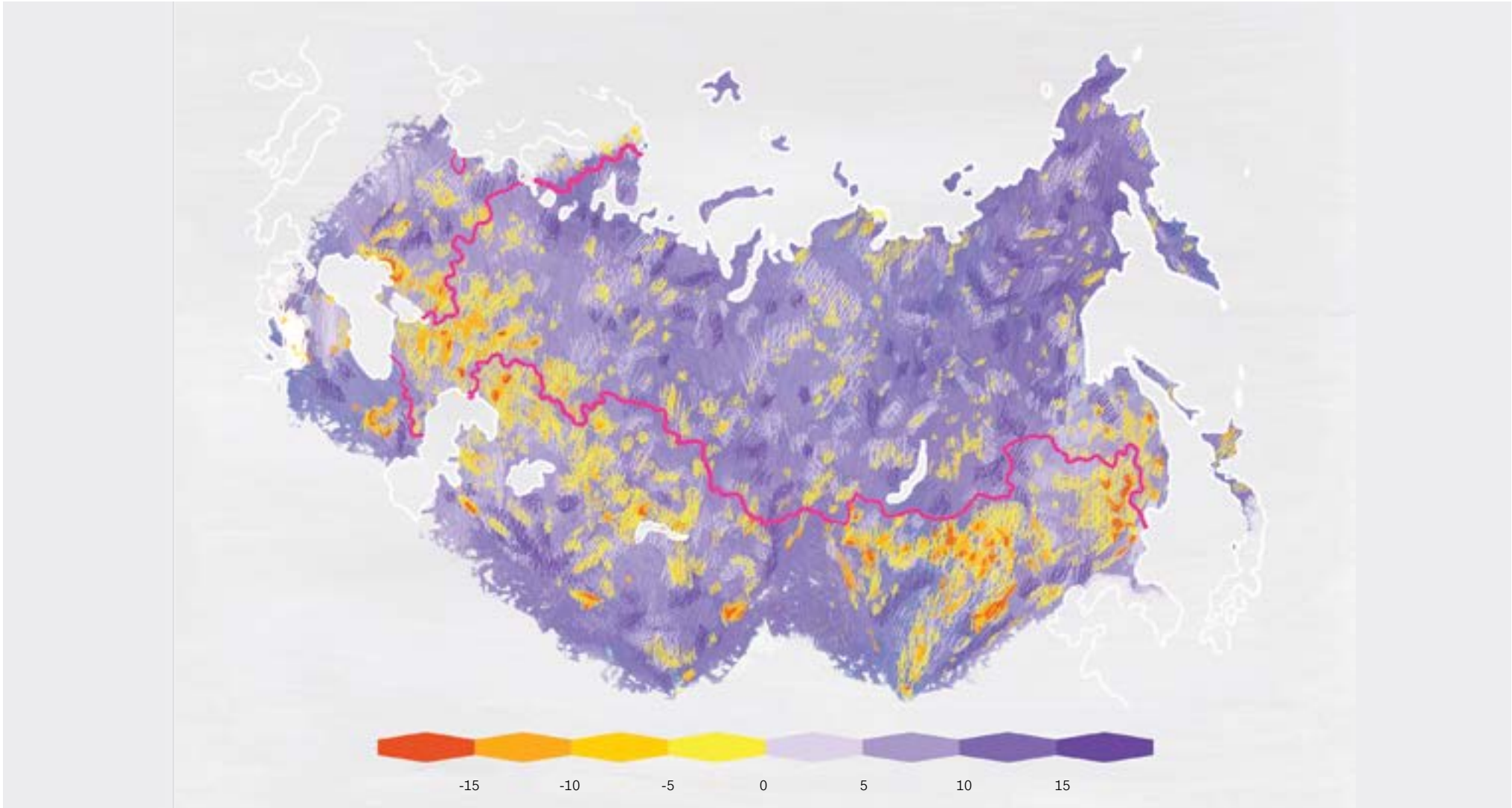
Под климатическим сценарием понимают правдоподобную (или вероятную) эволюцию климатической системы в будущем, которая согласуется с предположениями о будущих эмиссиях (со сценариями эмиссий) парниковых газов и других атмосферных примесей, например сульфатного аэрозоля, и с существующими представлениями о воздействии изменений концентрации этих примесей на климат. Соответственно, под сценарием изменения климата подразумевается разница между климатическим сценарием и современным состоянием климата. Поскольку сценарии эмиссий основываются на тех или иных предположениях о будущем экономическом, технологическом, демографическом и т. п. развитии человечества, климатические сценарии, равно как и сценарии изменения климата, следует рассматривать не как прогноз, но лишь как внутренне непротиворечивые картины возможных в будущем состояний климатической системы.

Не путайте климат с погодой

Климат — совокупность всех погодных условий на конкретной территории (область, регион, континент, Земля) за продолжительное время. Сложные нелинейные системы, в том числе климат, имеют ограниченную предсказуемость. Различают предсказуемость первого и второго рода. Предсказуемость первого рода определяется зависимостью эволюции системы от начального состояния. Предсказуемость второго рода определяет возможность статистического описания будущих состояний системы. В смысле предсказуемости различие между климатом и погодой (то есть между осредненным и неосредненным состояниями) принципиально. Атмосфера — наиболее неустойчивый и быстро меняющийся компонент климатической системы. Поэтому прогноз погоды, как правило, не превышает двух недель. Другие компоненты климатической системы меняются медленнее, их предсказуемость выше, но также ограничена во времени. Изменения климата, обусловленные внешними воздействиями, предсказуемы в широком временном диапазоне — от лет до столетий и более.



01



02

01 Географическое распределение среднегодового приземного потепления в конце XXI века. Приведены результаты осреднения расчетов с помощью ансамбля из 21 климатической модели (модели CMIP5) для сценария RCP4.5. Показаны изменения температуры к 2080–2099 гг. по отношению к периоду 1980–1999 гг. Модели CMIP5 и сценарии семейства RCP использованы (и подробно описаны) в последнем — Пятом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (2013, 2014 гг.) 02 Ожидаемые к середине XXI века изменения (%) экстремальных летних осадков (выше 95-й процентиля), полученные с помощью региональной климатической модели ГГО им. А. И. Воейкова, две расчетные области которой обеспечивают покрытие всей территории Российской Федерации с горизонтальным разрешением 25 км.

Квантового компьютера, который обещает перевернуть науку, пока нет. Но ученые придумали ему временную замену — квантовый симулятор

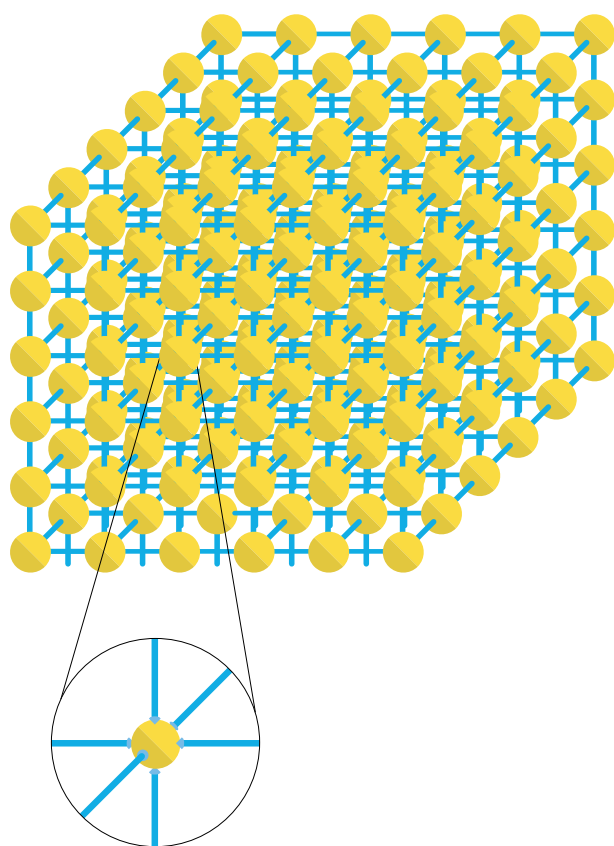
текст

Андрей Михеенков

доктор физико-математических наук

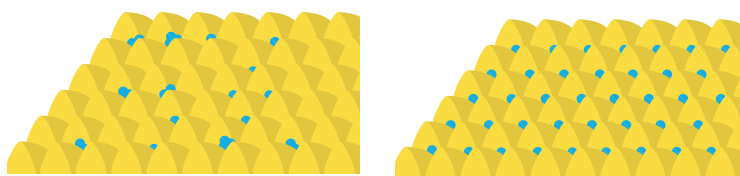
графика

Мила Силенина



Кристалл из лазерных лучей

Лазерные лучи толкают холодные атомы в перекрестья решетки. Получается искусственный кристалл. Но, в отличие от природного, его свойства легко регулировать.



Яйца-бозоны и яйца-фермионы

Профиль эффективного потенциала в лазерной ловушке похож на коробки для яиц. Там, где атомы-яйца лежат как попало, — это сверхтекучая фаза, где по одному в ячейке — моттовский диэлектрик. Правда, для этого яйца должны быть бозонами, у фермионов другая история.

Квантовый компьютер и квантовый симулятор

Идея квантового симулятора произошла от идеи квантового компьютера, а идея квантового компьютера — от американского физика Ричарда Фейнмана и российского математика Юрия Манина. В самом начале 80-х годов прошлого века Манин предложил теорию квантовых вычислений, а Фейнман — умозрительную конструкцию будущего квантового компьютера, то есть компьютера, построенного из квантовых деталей.

Дело в том, что нынешние, классические компьютеры уже не устраивают физиков и химиков. Закон Мура, гласящий, что быстродействие компьютеров удваивается каждые два года, еще работает и какое-то время будет работать. Так что лет через 10 компьютеры будут побыстрее нынешних. И только потом уткнутся в принципиальные ограничения по быстродействию (скорость срабатывания элементов чипа и скорость передачи сигнала по цепи). То же самое можно сказать и про объем памяти компьютера. Но всего этого мало, и будет мало всегда.

Простейший пример — набор квантовых двухуровневых частиц. Это, в частности, стрелки, которые могут смотреть вверх или вниз (на квантовом языке это спин $\frac{1}{2}$), или частицы, у которых только два уровня энергии. Забудем пока о времени счета. Чтобы просто зафиксировать состояние одной такой частицы, нужны две ячейки памяти (или вверх, или вниз), двух частиц — 4 ячейки, трех — 8. Для N двухуровневых частиц нужно 2^N ячеек памяти. Уже для пары сотен частиц в классическом компьютере нужно больше информационного места, чем занимает все знание, накопленное человечеством за его историю. А квантовому компьютеру потребуется та же пара сотен квантовых ячеек памяти (это, конечно, в идеале, на самом деле больше).

Общий вывод науки о квантовых и классических компьютерах таков: с ростом размера изучаемой системы потребность в ресурсах у классического компьютера растет экспоненциально (а это катастрофа), у квантового — степенным образом, то есть гораздо медленнее. На нынешних классических компьютерах удастся точно следить за поведением двух-трех десятков квантовых частиц. Будущее развитие увеличит это число в лучшем случае в разы. Но столь малое число не позволяет судить об обычных макроскопических телах. Потенциальный же квантовый компьютер обещает сделать это возможным. То есть будет возможно без всяких предположений и приближений просчитывать свойства любого вещества, в том числе органического, предсказывать химические реакции и так далее. Но это еще только в будущем, а изучать большие квантовые системы физики и химики хотят уже сейчас. Тут-то и возникла идея квантового симулятора.

Не всякая модель достойна называться симулятором

Вообще вопрос о моделировании/симулировании не так прост и для классических, неклассических явлений. Даже при сравнении почти одинаковых вещей нужно быть осторожным. Вот, скажем, российский самолет Sukhoi Superjet испытан над Жуковским, а его бразильский конкурент Embraer — над городом Сан-Жозе-душ-Кампуш. Один полетел выше и быстрее, другой ниже и медленней. Но для сравнения этого мало.

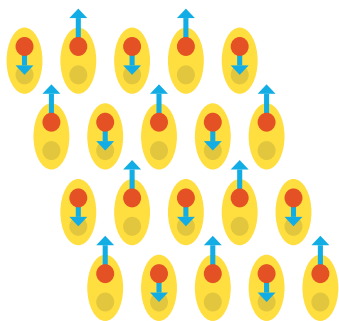
Воздух в бразильском штате Сан-Паулу совсем не такой, как в Подмоскowie. Температура, давление и плотность меняются у них с высотой по-разному. Именно поэтому все летные испытания пересчитываются на так называемую Международную стандартную атмосферу — раз навсегда установленный условный закон изменения параметров воздуха с высотой. И только тогда их можно сравнивать.

Еще сложнее сравнивать что-то одно с чем-то другим. Например, вы построили модель, игрушечный домик из палочек. Если его увеличить в сто раз, он сломается. Вес строительных деталей растет с увеличением размера гораздо быстрее, чем их прочность. Обезьяна Кинг-Конг вне Голливуда жить не может — у нее кости треснут.

Так что не всякую модель можно назвать симулятором. Для этого нужно быть уверенным, что и симулятор, и то, что он симулирует, описываются одинаковыми (или, по крайней мере, очень близкими) математическими уравнениями. Поиск таких одинаковых или близких — квантовых — уравнений и составляет содержание нынешнего этапа науки о квантовых симуляторах.

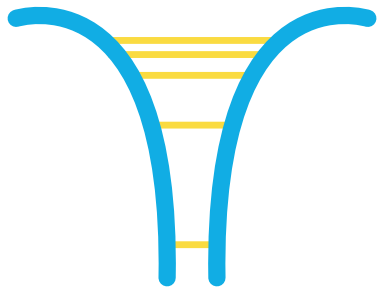
Задача, как правило, ставится следующим образом. Есть интересующая нас «плохая» квантовая система. Плохой она бывает в двух смыслах. Она может быть недоступна (почти недоступна) для измерения. Вот, например, черная дыра. С вольтметром к ней не подберешься. Или система доступна для измерения, но, как говорят, неконтролируема. То есть мы не можем менять ее параметры в широких пределах — какая есть, такая есть. А обычно именно свобода изменения параметров необходима для проверки работоспособности теории, правильности наших представлений. Бывают, конечно, и оба дефекта сразу: система, плохая во всех отношениях.

И есть «хорошая» квантовая система. Она и доступна, и контролируема. То есть мы можем в ней все измерить и можем крутить ручки, меняя параметры в широких пределах. Если мы теперь сумеем доказать, что плохая и хорошая описываются одинаковыми (близкими) уравнениями, то вторая и будет симулятором. Иногда это бывает готовая, природная система, но чаще ее надо специально изготовить. Тогда по свойствам хорошей системы можно судить о плохой.



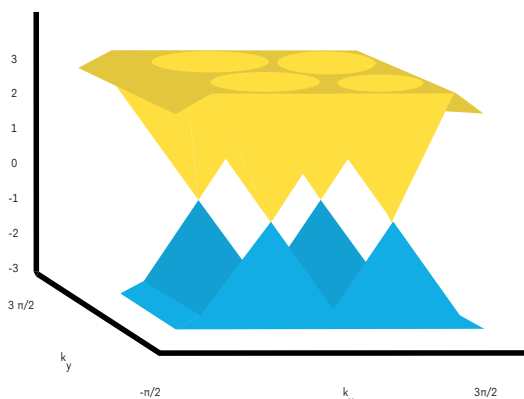
Еще одна степень свободы

Можно настроить лазеры так, чтобы в перекрестьях образовался потенциал с двумя ямами. Тогда, кроме спина атома, возникает еще одна степень свободы, за которую отвечает выбор атомом одной из ям. Такая конструкция позволяет симулировать, например, спин-орбитальные модели.



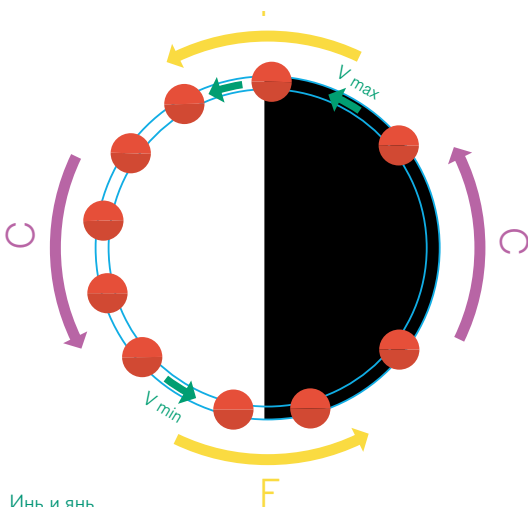
Маленькая дырка — искусственный атом

Энергия электрона в поле атомного ядра может принимать только некоторые значения, спектр атомных электронов дискретен. В маленькой дырочке — квантовой точке (quantum dot) спектр электрона из-за квантовых ограничений тоже дискретен. Такие искусственные атомы могут использоваться, например, для моделирования химических реакций.



Теория относительности на малых скоростях

Изменяя параметры лазерной ловушки, можно добиться того, чтобы спектр ферми-атомов в ней был таким же, как у релятивистских (то есть двигающихся почти со скоростью света) частиц.



Инь и янь

Это не детский волчок, а лабораторный симулятор важнейшего космологического эффекта, излучения Хокинга. Темная половина круга симулирует черную дыру.

Фактически свободы выбора симулятора даже больше. Уравнения не обязательно должны быть одинаковыми. Достаточно, чтобы они переходили друг в друга под действием известного преобразования. В этом случае, преобразовывая измеренные свойства симулятора, получаем свойства симулируемой системы.

Само по себе это все не ново. Поиск аналогий, «что на что похоже», сопровождает науку с античности, а квантовую науку — с момента ее появления. Но только в нынешнем веке, с развитием квантовой теории и, главное, хитроумной техники изготовления симуляторов, эта идея превратилась в отдельное стремительно растущее направление исследований.

Не тот Хаббард

В физике твердого тела есть знаменитая модель Хаббарда. Это не тот Хаббард, о котором вы подумали. Не Рон — создатель сайентологии, несмотря на название, к науке отношения не имеющей, — а Джон. В начале 1960-х годов Джон Хаббард, работавший тогда в британском ядерном центре Harwell, опубликовал несколько статей, в которых предложил способ учета взаимодействия между электронами в твердом теле. До того, а часто и после, теоретики умели учитывать лишь бледную тень взаимодействия, потому что задача это непростая. Правда, еще до войны Семен Шубин и Сергей Вонсовский в Свердловске придумали очень похожий способ, и уральские физики до сих пор пытаются восстановить приоритет. Но безуспешно, во всем мире это модель Хаббарда.

В модели Хаббарда два параметра. Один из них — t — отвечает за прыжки электронов от атома к атому, а другой — U — за взаимодействие двух электронов, оказавшихся рядом. За прошедшие полвека создано уже несколько конкурирующих теорий модели Хаббарда. Все они рассматривают в первую очередь так называемый предел сильной корреляции, когда $U \gg t$. Противоположный предел $U \ll t$ не так интересен, а случай, когда U и t сравнимы, слишком сложен.

Но истина, как выражаются журналисты, когда не знают, чью сторону принять, лежит где-то посередине. В большинстве экспериментов хаббардовская буква U не настолько мала, чтобы ею можно было пренебречь, но и не настолько велика, чтобы уверенно считать $U \gg t$. Поэтому при сравнении теорий с экспериментом нельзя сказать, то ли теория плохая, то ли U не слишком велика. Вот тут-то и нужен квантовый симулятор.

Атомы думают, что они электроны

В начале 1990-х годов возникла и стала быстро развиваться новая ветвь физики — изучение ультрахолодных атомов в ловушках. Дело в том, что квантовые эффекты тем сильнее, чем ниже температура. А чтобы их измерить, нужно атомы поймать. Поэтому физики научились сначала охлаждать атомы до сверхнизких температур, а потом и удерживать в ловушках. Поначалу, как кажется, ими двигало просто любопытство, практических применений ультрахолодные атомы не сулили. Было интересно продемонстрировать напрямую на целых атомах давно предсказанные квантовые эффекты, которые ранее наблюдались лишь косвенно, да и то обычно только для электронов. Первым таким эффектом стала бозе-конденсация атомов рубидия, охлажденных до 10–7 Кельвина (когда квантовые частицы вообще перестают двигаться, выпадают в конденсат). Любопытство было вознаграждено Нобелевской премией 2001 года. И быстро пришло понимание, что на этом пути можно не просто демонстрировать квантовые эффекты, а конструировать квантовые симуляторы.

Теперь уже известно несколько видов ловушек: электрические, магнитные, лазерные. И удерживать они могут не только атомы, но и ионы, и целые молекулы.

Лазерная ловушка, например, устроена так. На облачко ультрахолодных атомов светит множество лазеров. Лазеры расположены так, что перекрестья их лучей образуют решетку. Атомы, взаимодействуя с лазерным излучением, располагаются в перекрестьях, то есть сами образуют решетку. Получается, что у нас в руках искусственный кристалл. Атомов в нем не так много, в лучшем случае сотни, но зато он контролируемый. Меняя параметры лазеров, можно регулировать свойства

этого кристалла так, как природе и не снилось. Именно на этом пути создан симулятор упомянутой выше модели Хаббарда. Только вместо электронов модели Хаббарда здесь выступают целые ультрахолодные атомы, что несколько не мешает симуляции.

С начала нынешнего века были предложены симуляторы множества эффектов из самых разных областей. И уже далеко не только ловушки. Это симуляторы релятивистских (то есть двигающихся со скоростью, близкой к скорости света) частиц, симуляторы высокотемпературной сверхпроводимости (она никак не поддается теоретикам, так что симулятор нужен), симуляторы квантовых фазовых переходов, химических реакций и другие. Некоторые из них уже дошли до стадии лабораторной реализации, некоторые на пути к ней. И в каждом новом номере физических журналов появляются новые статьи о симуляторах. Конца пока не видно.

Мир, сконденсированный в квантовую каплю

Но конечно, больше всего впечатляют симуляторы космологических эффектов. В науке о Вселенной по понятным причинам не слишком много надежных экспериментальных результатов и о многом приходится судить по косвенным данным. Так что ценен любой лабораторный симулятор.

Вот, например, излучение из черной дыры, излучение Хокинга. По классическим представлениям, черная дыра — астрономический объект такой огромной плотности, что создаваемое им гравитационное поле ничего от себя не отпускает. Вылететь из черной дыры не может даже свет, потому что она и черная. Но в черной дыре есть квантовые эффекты, а для квантовых частиц нет почти ничего невозможного. Возможно, в частности, подбарьерное туннелирование, то есть прохождение через запретную область — это и есть излучение Хокинга. Но непосредственное наблюдение излучения Хокинга от известных науке черных дыр требует недоступной пока астрофизикам точности измерений.

Симулировать же излучение Хокинга можно разными способами. Например, так. Ионы, охлажденные до низкой температуры (чтобы они стали квантовыми), гоняют по окружности. В какой-то точке окружности их ускоряют внешней силой, а в диаметрально противоположной точке — замедляют обратно. Силы устроены так, что на одной полуокружности скорость ионов меньше скорости звука, а на другой больше. Эта сверхзвуковая половина и есть аналог черной дыры. Звук, если не знать об излучении Хокинга, не может оттуда вылететь. Остается сидеть и ждать излучения. Идея такого эксперимента была предложена четыре года назад, на днях появились сообщения о ее успешной реализации.

Предложены уже десятки идей по симулированию различных трудно наблюдаемых напрямую космологических эффектов. Некоторые свойства Вселенной, например, можно разглядеть даже в стандартной лабораторной субстанции — жидком гелии.

И под конец — про расширение. Оказывается, расширение Вселенной на раннем этапе ее существования можно симулировать на расширяющейся капле квантовой жидкости, бозе-конденсата. Так что банальная метафора «весь океан в одной капле» получает тут прямо-таки законченное выражение.

1. I. Bloch, J. Dalibard, W. Zwerger, Rev. Mod. Phys. **80**, 885 (2008)
2. R. Blatt, C. F. Roos, Nat, Phys. **8**, 277 (2012)
3. A. Houck, H. Tureci, J. Koch, Nat, Phys. **8**, 292 (2012)
4. T. Esslinger, Annu. Rev. Condens. Matter Phys. **1**, 129 (2010)
5. I. Georgescu, Rev. Mod. Phys. **86**, 153 (2014)

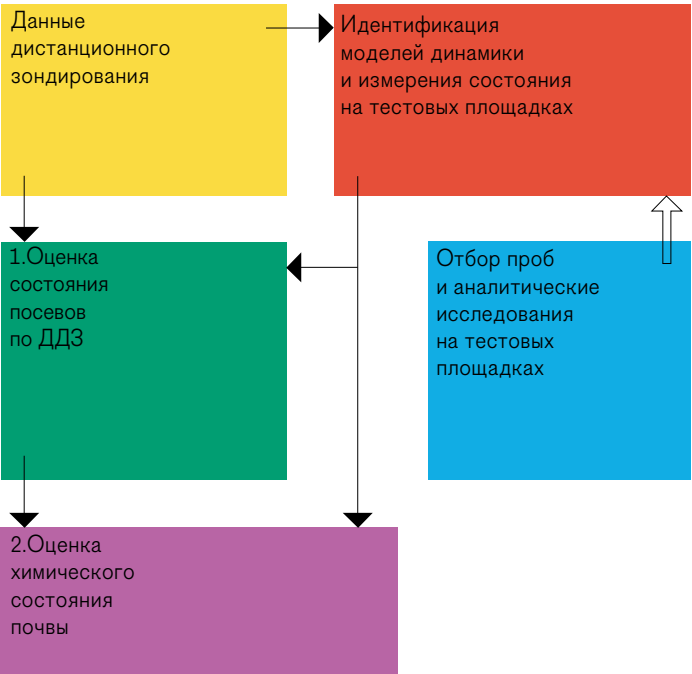
Для точного земледелия нужны стратегии управления и новейшие агрохимические машины

текст	Илья Михайленко
	доктор технических наук
	ГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт Россельхозакадемии
графика	Мила Силенина

Точное земледелие — сельскохозяйственная система менеджмента, основанная на информации и технологиях идентификации, анализа и управления дифференцированными пространственными и временными почвенными вариациями на отдельно взятом поле для оптимизации прибыльности, устойчивости и экологичности. Точное земледелие стало возможным благодаря информационным технологиям: компьютеризации, глобальным системам позиционирования и автоматизации контроля за работой сельскохозяйственных машин.

* **Онтогенез** — совокупность преобразований, претерпеваемых организмом (в данном случае сельскохозяйственным растением) в процессе его жизни.

** **Мелиорант** — вещество (промышленного или ископаемого происхождения), предназначенное для улучшения физико-химических свойств и повышения плодородности почвы.



В последние 10–15 лет управление сельскохозяйственным производством достигло такого уровня, что можно смело говорить о воплощении идеи «Электронный агроном». Ее в свое время выдвинул основатель Агрофизического института академик А. Ф. Иоффе, описывавший систему принятия технологических решений на основе информации о состоянии поля. Именно такая система представляет собой базовое технологическое ядро современных систем точного земледелия.

Постановка задачи

Общепринятая в точном земледелии практика разделения общей задачи управления технологиями на два независимых направления, офлайн и онлайн, не имеет серьезного научного обоснования и противоречит основному положению классической науки об оптимальном управлении динамическими системами. В соответствии с этим положением, в открытых динамических системах, подверженных воздействию случайных внешних возмущений, общее оптимальное управление имеет два компонента, дополняющих друг друга. Это, во-первых, оптимальная программа, которая формируется на базе исходной информации об управляемой системе, и, во-вторых, корректирующее управление — в реальном времени, основанное на текущем состоянии системы. В точном земледелии оптимальная программа соответствует уровню офлайн, а корректирующее управление — уровню онлайн. Программа определяет полный баланс ресурсов и порядок их ввода в технологических операциях, а корректирующее управление устраняет временную и пространственную неопределенность.

Система «почва-растение-атмосфера» включает в себя два динамических блока с рассредоточенными параметрами — посев сельскохозяйственной культуры и почвенную среду. Посев — конечное звено управления аграрными технологиями, он формирует конечный результат, урожай; почвенная среда — это в основном динамический канал управления (питание и влага) посевом.

Почвенная среда обладает большой емкостью (инерционностью) для ресурсов питания и влаги, ее химическое состояние меняется в годовом цикле. Поэтому управление химическим состоянием почвы — отдельная задача при управлении продуктивностью посевов.

Основные технологические операции в точном земледелии, с помощью которых можно управлять состоянием посева на всем периоде онтогенеза*, — это поливы, дозированное внесение удобрений, мелиорантов** и регуляторов роста. Обычно речь идет об одном

интервале вегетации, от сева до уборки урожая. Но как быть, если химические удобрения и мелиоранты действуют не один сезон или если в следующем интервале вегетации на том же поле будет возделываться другая культура? Рекомендуется провести анализ карт урожайности, содержания основных элементов питания и кислотности почв. Но в научной литературе не обнаруживается ни одного обоснованного алгоритма, позволяющего на базе этой информации рассчитать оптимальные дозы удобрений: нет адекватной теории, позволяющей разрабатывать такие алгоритмы.

Таким образом, задача управления формулируется следующим образом: для последовательности культур в принятом севообороте найти последовательность доз внесения удобрений по всем годам севооборота. Иными словами, нужно минимизировать и потери будущих урожаев, и расходы на удобрения при соблюдении всех имеющихся технических и технологических ограничений. В теории управления такая последовательность называется оптимальной стратегией.

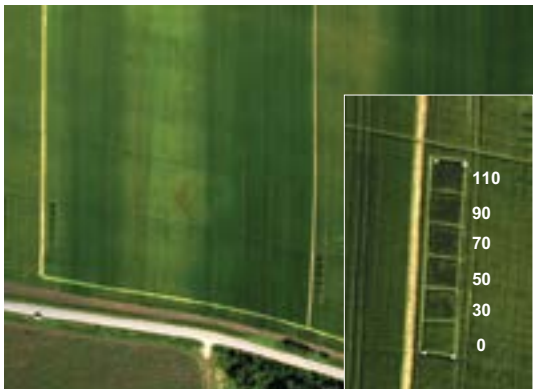
Модели и измерения

Применяя оптимальную стратегию, необходимо учитывать пространственную неоднородность элементов питания и кислотности почвы и самого урожая. Информация об этой неоднородности содержится в электронных картах, составленных при уборке урожая и обследования поля в предыдущем сезоне.

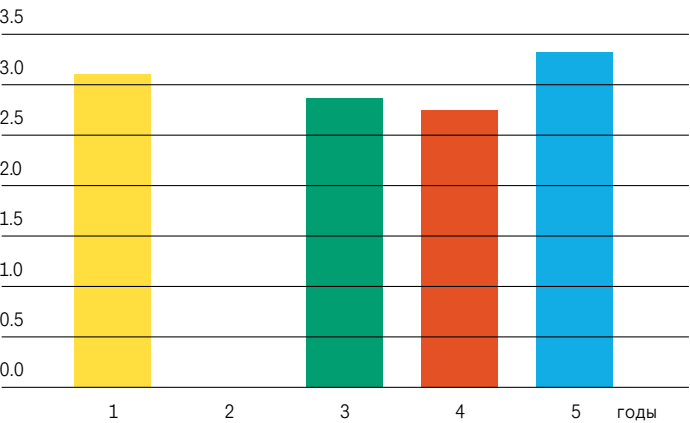
Критерий оптимальности требует прогнозных оценок потерь урожая, доз агрохимикатов и показателей химического состояния почв. Для этого необходимы два источника информации: математические модели и доступные измерения величин, связанных с управляемым состоянием. В математических моделях отражаются знания об управляемом объекте и средствах измерения. На рис. 1 изображены все процедуры использования этих источников информации для оценки химического состояния почв.

В любой управляемой системе математические модели строятся на общих закономерностях, и в реальных условиях они могут не обеспечивать требуемой точности оценки. Поэтому необходима идентификация математических моделей по доступным измерениям. Ее суть в оперативном уточнении всех параметров моделей, то есть в их адаптации к текущей обстановке.

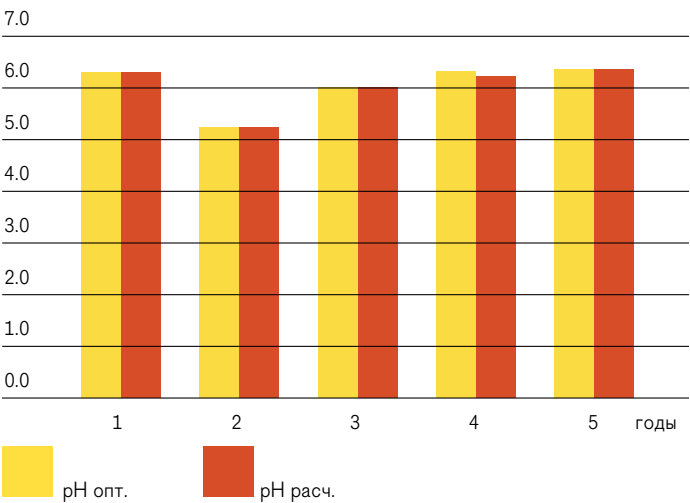
Такими измерениями являются данные дистанционного зондирования (ДДЗ) от беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Математические модели по



02



03



04

01 Блок-схема оценивания состояния посевов и кислотности почвы. 02 Тестовые площадки для идентификации математических моделей. 03 Оптимальная стратегия внесения мелиоранта по годам севооборота: 1 — пшеница яровая; 2 — картофель; 3 — многолетние травы; 4 — свекла столовая; 5 — рожь озимая. 04 Прогнозные и оптимальные значения кислотности почвы по годам севооборота.

ДДЗ оценивают сначала состояние посевов в севооборотах, а уже по нему — химическое состояние почвы. Для идентификации этих моделей необходимо взять пробы с тестовых площадок (25–50 м²) вблизи основного поля, на которых возделывается такая же культура (рис. 2), но вносятся разные дозы агрохимикатов.

Весь комплекс измерений выполняется один раз за вегетационный период, непосредственно перед уборкой урожая. Для идентификации динамической модели химического состояния почв, которая строится в годовом цикле, необходимы данные за предыдущий севооборот (5–7 лет): карты распределения по площади поля урожая предыдущего года и всех параметров химического состояния почвы.

Кислотность и машины

Картина распределения отдельных элементов питания и кислотности почвы никогда не совпадают. Это следствие ограниченных возможностей сельскохозяйственных машин: они вносят агрохимикаты равномерно по всей ширине захвата (12–40 м), но на таком широком фронте встречается несколько существенно различающихся по химическому состоянию участков почвы.

У этой проблемы два решения. В первом случае следует ориентироваться на кислотность почв: этот параметр уменьшает урожай даже при оптимальном содержании всех элементов минерального питания. Составляется карта кислотности, в границах участков с разной кислотностью все прочие параметры химического состояния усредняются. Естественно, что наличие случайных отклонений параметров химического состояния от среднего будет приводить к ошибкам управления.

Во втором случае речь идет о принципиально новых машинах, способных варьировать внесение агрохимикатов на участках поля площадью всего 1,2–2,0 м². Такие машины сведут к минимуму ошибки управления химическим состоянием почв.

В первом случае методами классической теории оптимального управления нужно создать несколько локальных стратегий — свою для каждой из зон кислотности — на основе моделей динамики химического состояния почв и моделей урожая культур севооборота. Для получения общей стратегии внесения, необходимой для планирования запаса агрохимикатов, необходимо выполнить взвешенное по площадям однородных зон усреднение локальных стратегий.

Формула (1)

D*(T) = \sum_{i=1}^I s_i D_i^*(T) (\sum_{i=1}^I s_i)^{-1}

Где: s_i — площади однородных зон; i=1,2,...; I — индексы однородных зон; — векторы доз внесения агрохимикатов в однородных зонах T-го года севооборота; D*(T) — общий вектор расходов агрохимикатов по всему полю.

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

Формула (2)

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

где: G(y,T) — вектор погонных расходов агрохимикатов на единицу длины хода машины; N — число однородных зон с разной нормой внесения, попадающих в область захвата машины; l_i — ширина однородной зоны в области захвата; L — общая ширина захвата машины.

Внесение среднего погонного расхода агрохимикатов, определяемого по (2), приводит к ошибкам внесения, определяемым через значения оптимальных доз по однородным зонам и параметры машины.

Формула (3)

E(y,T) = \sqrt{\sum_{i=1}^M \frac{l_i}{L} [G(y,T) - D_i^*(T)]^2}

По всему полю

Новые машины исключают необходимость зонального подхода к управлению химическим состоянием почв и позволяют целиком применить классическую схему оптимального управления. В этом случае оптимальная стратегия определяется так же, как и в отдельных однородных зонах, с той лишь разницей, что зона — все поле. Этой стратегии соответствует оптимальное среднее по полю значение вектора химического состояния почвы. Для коррекции этой стратегии в реальном времени с учетом произвольного сочетания пространственных неоднородностей параметров почвы необходимо введение контура локальной обратной связи:

Формула (4)

DD*(T,x,y) = -P(V*(T) - V(T,x,y))

где: DD*(T,x,y) — корректирующие поправки расхода агрохимиката для пространственной координаты (x,y); — оценка вектора химического состояния почвы для пространственной координаты (x,y); P — матрица параметров регулятора расхода агрохимиката.

Для реализации закона управления (4), кроме новой конструкции самой технологической машины, необходимо построить оперативные оценки вектора химического состояния почвы и выбрать оптимальные параметры регулятора P.

Оценки выводятся по модели потерь урожая, как указано выше, — с той разницей, что здесь уже отражается пространственное распределение вектора химического состояния.

Для поиска оптимальных параметров бортового регулятора P можно применить метод обучения, где в качестве «идеального учителя» может быть использован сам алгоритм формирования оптимальной стратегии по зонам. В этом случае задают случайную последовательность вариаций начальных условий для алгоритма — ΔV_n, n=1,2,...N, для каждого элемента последовательности находят вариации оптимальной стратегии, из которой отбирают элементы для первого года севооборота ΔD_n (T=1). Затем используют алгоритмы идентификации линейных моделей по массиву {ΔV_n, ΔD_n (T=1)} и находят параметры регулятора P.

Стратегия в рублях

Теория опробована на примере управления кислотностью почв, для чего использовался пятипольный севооборот: 1 — пшеница яровая; 2 — картофель; 3 — многолетние травы; 4 — свекла столовая; 5 — рожь озимая. Интервал управления — один севооборот. На рис. 3 представлена оптимальная стратегия внесения мелиоранта, а на рис. 4 — прогнозные значения кислотности почв, соответствующие оптимальной стратегии. Здесь же приведены оптимальные значения показателя кислотности для каждой из культур севооборота (выделены темным фоном).

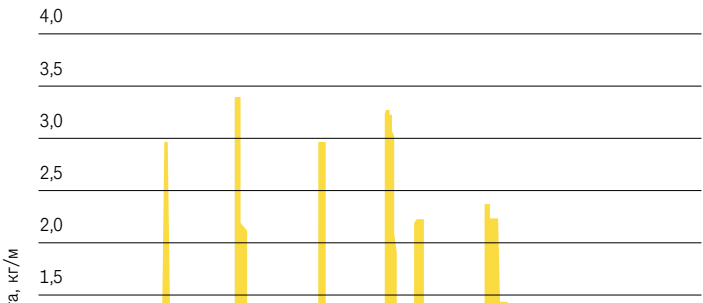
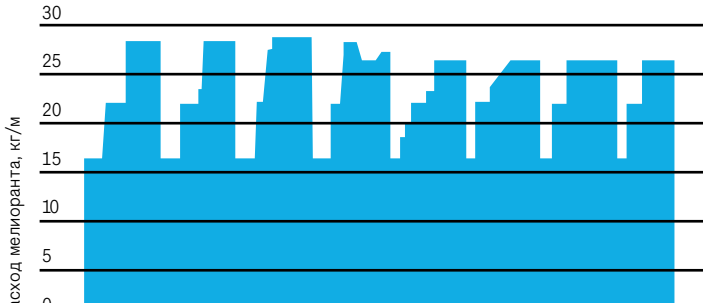
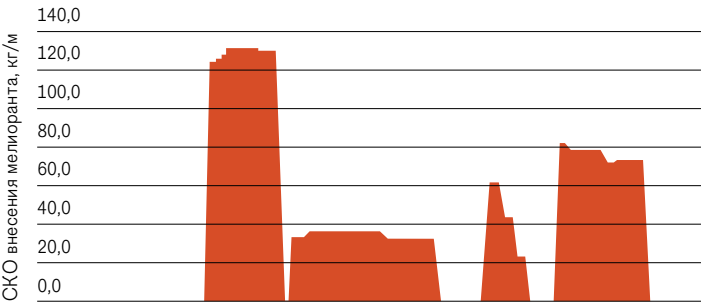
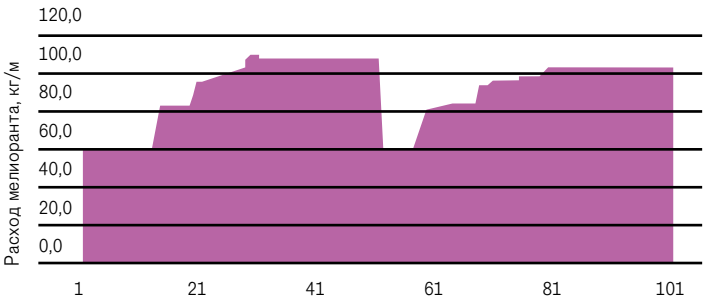
Оптимальная стратегия синтезировалась для следующих исходных данных: цена извести — 5500 руб./т, картофеля — 15 руб./кг; многолетних трав — 2,5 руб./кг; свеклы — 12 руб./кг; ржи озимой — 45 руб./кг; пшеницы яровой — 50 руб./кг.

Как видно из приведенных диаграмм, стратегия допускает пропуски внесения по отдельным годам. Это приводит к допустимому увеличению кислотности почв, которое компенсируется последующими годами севооборота.

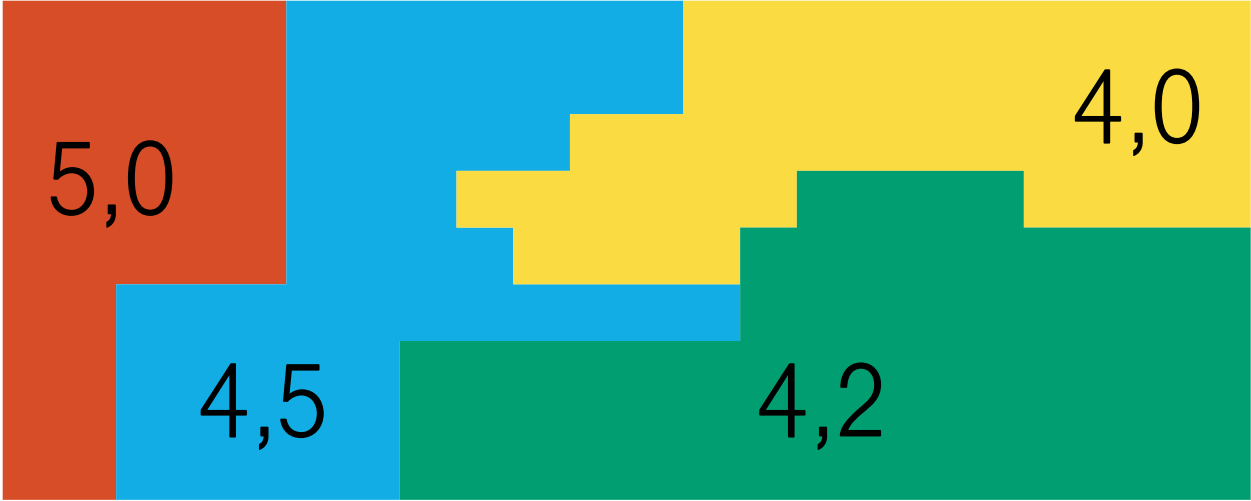
Как указано выше, в реальном времени из всей оптимальной стратегии реализуется только первый год севооборота. Для остальных лет это прогнозная информация, которая может использоваться для планирования заготовки нужных объемов извести и техники для ее внесения. На рис. 5 приведены однородные участки поля, на которых указаны начальные значения кислотности. Они получены на основе двухэтапной процедуры оценки одного параметра химического состояния почвы — кислотности.

По указанным начальным значениям получены оптимальные стратегии внесения мелиоранта для каждой из зон. На рис. 6 показаны дозы внесения для первого года севооборота.

07а Изменение расхода мелиоранта при движении машины по полю при двух технологических проходах. 07б Ошибка внесения мелиоранта при движении машины по полю при двух технологических проходах. 08а Изменение расхода мелиоранта при движении машины по полю при восьми технологических проходах. 08б Ошибка внесения мелиоранта при движении машины по полю при восьми технологических проходах. 05 Начальное значение показателя солевой кислотности (рН) в однородных зонах поля. 06 Оптимальные дозы внесения мелиоранта по однородным зонам поля, т/га.



исследования



Такая реализация представлена на рис. 7а, 7б и 8а, 8б при ширине захвата машины для внесения, равной половине ширины поля (два прохода машины) и одной восьмой ширины поля (восемь проходов). Видно, как должен изменяться расход мелиоранта при движении машины, что служит заданием для бортового компьютера, управляющего дозатором. Для каждого случая приведены графики изменения ошибок внесения доз мелиоранта, связанных с постоянством расхода вдоль ширины захвата машины.

Анализ приведенных графиков показывает, что при уменьшении ширины захвата уменьшается амплитуда колебаний расхода извести и среднеквадратическая ошибка внесения. При внесении на участках площадью 1,2 – 1,5 м² ошибка исключается полностью — что и достигается конструкцией таких машин. (Заявка на изобретение № 2013135856 «Устройство и способ дифференцированного внесения сыпучих агрохимикатов», дата подачи 30.07.2013 г.)

1. Михайленко И.М. Управление системами точного земледелия Изд. СПбГУ. 2005. 233 с.
2. Михайленко И. М. Оптимальное управление технологиями в системах точного земледелия /Материалы IX международной научно-практической конференции «Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве». 19 – 20 сентября 2006 г., Углич, т. 1. С. 344 – 367.
3. Михайленко И. М., Тимошин В. Н. Электронный агроном. Теоретические основы и программно-техническая реализация // Экологические системы и приборы. 2010. № 7. С. 21 – 26.
4. Казаков И. Е. Методы оптимизации стохастических систем. М.: Наука, 1987.
5. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. 2010. Известкование почв. СПб.: РАСХН, ГНУ ЛенНИИСКХ, 2010. 254 с. §
6. Якушев В. П., Буре В. М., Якушев В. В., Буре А. В. 2012. Стохастическое моделирование и оптимальные решения при известковании почв // Агрофизика. 2:24 – 28.
7. Якушев В. П., Буре В. М., Якушев В. В. 2007. Выделение однородных зон на поле по урожайности отдельных участков // Доклады РАСХН. 3:33 – 36.
8. Михайленко И. М., Тимошин В. Н. 2013. Управление кислотностью почв в системах точного земледелия // Агрофизика. 2:58 – 65.
9. Миленький А. В. Классификация сигналов в условиях неопределенности. 1975. М. Советское радио. 328 с.
10. Заявка на изобретение № 2013135856 «Устройство и способ дифференцированного внесения сыпучих агрохимикатов», дата подачи 30.07.2013 г.



01

Обработка сточных вод московской системы канализации ультрафиолетовым излучением позволила снизить бактериальную и вирусологическую загрязненность воды, но не изменила структуру планктонного сообщества рек (01)

«Водоснабжение и санитарная техника», 2014 г., № 10

Гиподинамия у студентов приводит к снижению количества «молодых» эритроцитов и ретикулоцитов и увеличению количества тромбоцитов в крови

«Вестник Пермского университета, серия «Биология», 2014 г., т. 2

Показатели гуморального иммунитета, соотношение липидных компонентов и баланс процессов прооксиданты-антиоксиданты свидетельствуют о хорошей жизнеспособности молоди черноморской кумжи, выращенной в садках и выпущенной в естественную среду (02)

«Вопросы рыболовства», 2014 г., № 3



02

Кишечник новорожденных подвергается более интенсивной колонизации резидентными штаммами в том акушерском стационаре, где активной используется докорм молочными смесями

«Биозащита и биобезопасность», 2014 г., том 6

Кобальт-связывающий фактор сыворотки крови человека может служить диагностическим тестом не только при ишемии, но и при аутоиммунных заболеваниях и диабете второго типа

«Биомедицинская химия», 2014 г., № 4

Десяток белков, в норме специфических для сетчатки глаза, обнаруживается в некоторых видах злокачественных новообразований, в частности в меланомах

«Биохимия», 2014 г., № 8

В России разрабатывается первая собственная система геномной оценки племенной ценности скота

текст

Катерина Пантюх

аспирант кафедры биотехнологии Биологического

факультета МГУ им. Ломоносова,

научный сотрудник компании «Геноаналитика»

иллюстрация

Маша Сусидко (Manun)



01



02

Основа племенного животноводства — селекция: нужно повышать экономическую эффективность разведения животных. В случае с коровами это значит — от каждой больше молока и лучшего качества. Продуктивные качества коровы зависят от обоих родителей.

Поэтому в основе любой системы селекции лежит оценка способности потенциальных родителей передавать нужные качества потомству. Такая способность, а точнее — уровень генетического потенциала племенного животного и его влияние на хозяйственно полезные признаки потомства называется племенной ценностью (ПЦ) животного.

Оценка ПЦ позволяет управлять процессом генетического совершенствования популяции, то есть повышать молочную или мясную продуктивность, улучшать фертильность, обеспечивать рост продуктивного долголетия, а также добиваться сокращения расходов за счет уменьшения заболеваемости и снижения вероятности врожденных дефектов.

Для оценки племенных качеств в России до сих пор используется разработанная еще в 1936 году советскими генетиками Д. Е. Альшутером и Н. П. Сухановым система отбора быков-производителей по продуктивным и другим качествам рожденных от них дочерей (отбирают именно быков, потому что они за счет искусственного осеменения дают несравнимо больше потомства). Суть методики заключается в сравнительной оценке определенных качеств лактировавших дочерей быков. Таким образом, для расчета «наиболее вероятной ценности быка» и присвоения ему определенной категории необходимо, чтобы, во-первых, он дал потомство, а во-вторых, чтобы рожденные

от него телки достигли полового созревания и начали лактацию. Биологические особенности крупного рогатого скота позволяют сделать окончательный вывод о племенной ценности быка-производителя не ранее, чем через 5–7 лет. А на протяжении этих лет всех быков — как с высокой ПЦ, так и с низкой — приходится содержать и вести работы по заготовке семенной жидкости, хотя, как показывает практика, только десятая часть из них будет признана улучшателями и использована в разведении. Можно ли оценить способность быка передавать потомкам нужные качества сразу, не дожидаясь пока он вырастет, даст потомство и это потомство начнет давать молоко?

В 2009 году был прочитан геном коровы. По размеру геном коровы сопоставим с геномом человека. Внутри одного вида последовательности генома у каждого его представителя идентичны на 99,9%, и лишь 0,1% — так называемые полиморфизмы генома — обуславливают различия между особями. Получение полного сиквенса генома позволило определить в нем места с высокой вероятностью вариации и сконструировать микроматрицы ДНК для генотипирования животных. Генотипирование — метод полногеномного анализа — проще и дешевле секвенирования генома. Суть его в том, что рассматривается не вся последовательность генома, а лишь равномерно распределенные по геному точки, где высока вероятность замены букв относительно референсного генома (так называемых снипов, от англ. SNP — single nucleotide polymorphism).

После определения особенностей генома проводят ассоциативные исследования — ищут взаимосвязь между особенностями генома и значимыми призна-



a



b



c



d



e



f

a Limousin cattle

b Айрширская

c Razza bovina

piemontese

d Абердин-ангус

e Синяя латышская

корова

f Romagnola

Генетическое разнообразие

В молочном направлении скотоводства сейчас доминирует одна порода — голштинская. Именно для голштинской породы и разрабатывается система геномной селекции. С остальными породами сложнее: не хватает биологического материала для формирования референсных популяций.

Снижение генетического разнообразия популяции в рамках одной породы связано с потерей гетерозиготности — сокращением изменчивости в участках генома, для которых обычно характерен полиморфизм. Геномная селекция, как и обычная селекция, это направленный отбор по определенным признакам, а значит, и аллелям. Но гораздо острее стоит вопрос близкородственного скрещивания. В случае геномной селекции степень родства проанализированных животных определяется автоматически при генотипировании. Это дает возможность избежать близкородственного скрещивания в условиях использования ограниченного количества элитных быков для искусственного оплодотворения.

ками, например ПЦ. Полученные корреляции используют для создания математической системы расчета ПЦ для произвольного животного, которая дает возможность определять потенциал быка сразу после рождения. Это сильно ускоряет генетический прогресс популяции за счет сокращения генерационного интервала — минимального времени смены поколений — с 5–7 до 2–3 лет. Причем точность геномной оценки ПЦ можно довести до 75–80%, что сопоставимо с оценкой по потомкам (70–80%) и значительно превосходит оценку по родителям (30–40%).

Систему геномной селекции с 2010 года активно используют в Европе, США, Канаде и других странах. Там все племенные животные проходят обязательный предотбор по геному, и для доразивания и получения спермопродукции оставляют только быков с высоким геномным племенным индексом. В России же этого пока не происходит, что сказывается на эффективности: по данным минсельхоза РФ, в 2013 г. поголовье в 9 млн коров дало 31 млн литров молока, а, к примеру, в США в этот же период при таком же поголовье было произведено молока почти втрое больше — 90,8 млн литров. И это притом, что в России проблему племенного животноводства традиционно решают покупкой за пределами дорогих иностранных племенных животных. Причем обязательным требованием к такому «золотому бычку» с недавних пор является наличие того самого геномного индекса ПЦ.

Почему же в России не внедрена система геномной оценки ПЦ скота? Проблема в создании референсной популяции — совокупности племенных животных, на основе исследования генома которых будет разрабатываться математическая система расчета

геномного индекса. Требования к животным для включения в референсную популяцию достаточно жесткие: для каждого животного должна быть известна продуктивность не менее 10–20 потомков. Должен быть собран биологический материал для исследований от каждого быка. Минимальная выборка должна быть не менее 1000, а оптимальная — для получения высокоточного предсказания на уровне 70–80 % — 10–15 тысяч. Но крупнейшее племенное предприятие России, обеспечивающее 70% российского рынка племенным материалом для воспроизводства и искусственного осеменения крупного рогатого скота, ОАО «ГЦВ», содержит лишь 1010 живых быков-производителей молочного направления продуктивности. Для исследования также требуются высококвалифицированные специалисты и дорогое оборудование.

Но не все безнадежно. Во Всероссийском институте племенного дела (ФГБНУ ВНИИплем) нашлась база данных продуктивности дочерей всех племенных быков, живущих в племенных хозяйствах России. «Мы вместе с научным коллективом «Геноаналитики» готовим эту базу для геномных исследований, — рассказывает замдиректора ВНИИплема Валерий Шаркаев. — Систематизируем и пересчитываем показатели продуктивности с помощью математических моделей, например методом линейного смешанного прогноза BLUP, уточняем идентификации каждого племенного быка».

При поддержке Министерства образования и науки в «Геноаналитике» собрана коллекция биологического материала племенных быков для формирования первичной российской референсной популяции. В нее вошли образцы от более 1150 племенных быков из 21 племенного предприятия (включая самые крупные: ГЦВ, Урал-племцентр, Кировплем и др.). Образцы уже проанализированы на микроматрицах ДНК — Illumina BovineSNP50 BeadChip, которые по-

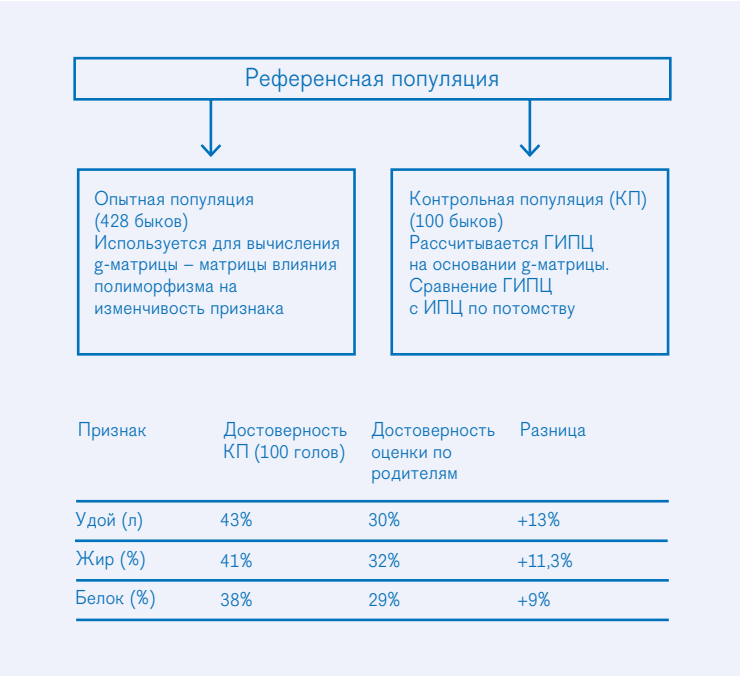


В 2009 года в журнале Science Консорциум по секвенированию и анализу генома коровы опубликовал статью о результатах полного секвенирования генома Bos taurus. На основании данных секвенирования компания Illumina (США) разработала первую коммерчески доступную микроматрицу ДНК на 56 тысяч полиморфизмов генома Bos taurus. С ее помощью было проведено крупномасштабное генотипирование популяций племенных быков США и Канады. В 2011 году к Консорциуму присоединяются Италия и Великобритания. Объединенная референсная популяция четырех стран составляет уже 18 тысяч быков. Параллельно в 2010 году создается альтернативная ассоциация в Европе — Eurogenomics. В 2013 году референсная популяция Eurogenomics составила 25 тысяч быков. Племенным быкам стран, входящим в консорциумы, выставляется международный индекс племенной ценности.

зволяют проанализировать более 56 тысяч полиморфизмов генома за раз. В мировой практике именно такой тип микроматрицы считается золотым стандартом для расчета геномного индекса. После получения генотипов были проведены ассоциативные исследования. Для работы были выбраны три основных признака, используемые в селекции молочного направления продуктивности: удой, удельная доля жира в молоке и белка в молоке. Специалисты в области биоинформатики определили взаимосвязи между тысячами полиморфизмов генома Bos taurus и степенью проявления признака. Впервые в мире были получены данные для черно-пестрой голштинизированной породы, преобладающей в молочном животноводстве России.

Сейчас создается математическая модель для расчета геномного индекса на выборке животных с известными показателями продуктивности и проверки полученной системы на контрольной выборке. Реальные значения продуктивности для животных из контрольной выборки уже известны. Сравнение реальных значений с теоретически рассчитанными на основе анализа их генома указывают на определенную точность разработанной системы расчета геномного индекса ПЦ — несмотря на скудное количество имеющихся в распоряжении ученых генотипов. «Для повышения точности разработанной системы нам потребуется дополнительное генотипирование образцов для увеличения референсной популяции и последующей калибровки системы, — говорит д-р биологических наук Егор Прохорчук, заведующий и лабораторией геномики и эпигенетики пзвоночных РАН. — Однако создание даже предварительной системы расчета геномного индекса, первой в России, первой, основанной на отечественной породе, — огромный шаг вперед.»

ЖИВОЕ



03

01, 02 Эта порода называется голштинской, голштинско-фризской или черно-пестрой, но выведена она в Голландии. Это самая распространенная в мире порода крупного рогатого скота. Индекс вымени у коров — 48–50 %, скорость молокоотдачи — 2,5 килограмма в минуту; убойный выход — 50–55 % 03 Схема верификации достоверности оценки популяции крупного рогатого скота

генетика

Российско-белорусские трансгенные козы снабдят людей жизненно важными белками

Ученые России и Белоруссии работают над созданием лекарственных средств и продуктов питания на основе лактоферрина человека из молока трансгенных коз. Современная биология позволяет получать и использовать — главным образом в медицине — белковые молекулы, абсолютно идентичные природным белкам человека, но по происхождению не имеющие к человеку никакого отношения. Такие рекомбинантные белки могут замещать, например, жизненно необходимый лечебный белок, как это было с инсулином, делая лекарство более доступным и безопасным. Получают рекомбинантные белки разными способами, в основе которых лежит генно-инженерная модификация, состоящая во «вживлении» гена человека, который ко-

дирует нужный белок, в геном клеток или организма. Обычно в качестве «реципиента» для гена используют микроорганизмы или клетки, которые растят «в пробирке». Однако рекомбинантные белки, которые получают с помощью таких технологий, стоят дорого и не решают проблемы там, где нужны большие количества белка. Например, это относится к человеческому сывороточному альбумину. До сих пор его выделяют для медицинских целей из донорской крови, а это не гарантирует отсутствия возбудителей каких-либо опасных заболеваний в препарате. Выход из этой ситуации — получать рекомбинантные белки человека в растениях и животных. В последнем случае удается получать белки, не только повторяющие по

аминокислотной последовательности естественные белки человека, но и максимально похожие на них по модификациям, происходящим уже после синтеза белка, чего нельзя добиться от растений. Новый сектор биотехнологии «Вживление» гена человека в геном животного-млекопитающего можно провести таким образом, что человеческий белок будет продуцироваться в молоке, а значит, можно будет эффективно выделять его в чистом виде. Полученные таким образом

текст	Алексей Дейкин
	кандидат биологических наук, Институт биологии гена Российской Академии наук



Похвальное слово козлу

Два года назад китайские ученые представили в журнале Nature Biotechnology полную версию генома домашней козы (Capra hircus). Появилась возможность вести отбор наиболее перспективных производителей по генам сразу после их рождения. Как и в случае крупного рогатого скота, ведется отбор прежде всего самцов, потому что на одного козла в расцвете сил в стаде приходится 75–80 коз.

Но для окончательной оценки производителя по-прежнему нужно ровно столько времени, сколько ему требуется, чтобы вырасти, дать потомство, а потомству продемонстрировать высокую удойность, густую шерсть и тонкий длинный пух.

Молекулярная генетика не заменяет и уж точно не отменяет предыдущих методов оценки племенной ценности производителей, достигнутых чистой эмпирикой за 12 тысяч лет со времен неолита. Селекция коз — одна из древнейших наук. В Ветхом завете уже упоминаются все три современных направления селекции коз — шерстное, пуховое и молочное.

В догенетическую эпоху производителей соответствующих пород отбирали по фенотипическим проявлениям тех локусов в хромосомах, которые сейчас типируют в лаборатории.

Состав белковой фракции молока человека

	Молозиво, г/л	Зрелое молоко, г/л
всего	17,05 (100%)	5,95 (100%)
минорные фракции	0,91 (5,34%)	1,11 (18,66%)
лактальбумин	3,7 (21,70%)	1,7 (28,57%)
лактоферрин	7,3 (42,82%)	1,5 (25,21%)
иммуноглобулины	4,7 (27,57%)	1,2 (20,17%)
альбумин	0,37 (2,17%)	0,37 (6,22%)
лизоцим	0,07 (0,41%)	0,07 (1,18%)



Фонд «РУССКОЕ ЛИБЕРАЛЬНОЕ НАСЛЕДИЕ»

белки человека могут использоваться как в лекарственных препаратах, так и в качестве функционально активных продуктов питания, если такова естественная функция данного белка. Именно такая задача была поставлена перед учеными России и Белоруссии в 2003 году — разработать технологию получения лекарственных средств и продуктов питания на основе биологически активных белков человека, полученных из молока коз, несущих в своем геноме ген человека. Была утверждена программа Союзного государства «Белространген» (2003–2007 гг.), а затем ее продолжила программа «Белространген-2» (2009–2013 гг.), выполнение которых координировалось Министерством образования и науки России.

Подобные технологии разрабатываются и в других странах — лидерах в области биотехнологии в частности, в КНР, а в США уже продается препарат Атрин, основу которого составляет терапевтический белок человека, полученный из молока трансгенных коз.

Благодаря совместным усилиям ученых России и Белоруссии эта уникальная технология была разработана и успешно опробована на лактоферрине человека, что закладывает основу создания нового сектора биотехнологии в России и Белоруссии.

Нашими исследователями была проведена огромная работа. Сначала создавались уникальные генетические конструкции, обеспечивающие высокий уровень продукции лактоферрина человека в молоке трансгенных животных. Конструкции тестировали на мышах, так быстрее и дешевле. С лучшими вариантами генетических конструкций с геном лактоферрина человека были проведены эксперименты по получению коз, несущих ген лактоферрина человека и позволяющих получать лактоферрин человека в промышленных масштабах. Эксперименты увенчались полным успехом.

Почему был выбран лактоферрин

Сегодня в России и Белоруссии живут и работают козы, несущие в геноме ген лактоферрина человека и продуцирующие в среднем 3 г лактоферрина человека на 1 л молока.

Перспективы таковы. Во-первых, разработанную технологию получения относительно недорогих белков человека в уникальном биореакторе — молочной железе сельскохозяйственных животных — можно и нужно использовать для получения новых белков, не только лактоферрина.

Во-вторых, уже сегодня готовы к выходу на рынок средства для гигиены полости рта на основе полученного лактоферрина. Полученный из молока коз лактоферрин человека не только обладает противомикробной активностью, но и часто способен преодолевать устойчивость микроорганизмов к действию антибиотиков. А эта проблема становится в мире все более серьезной.

В-третьих, будущие исследования должны ответить на вопрос, какие еще возможности есть у выделенного лактоферрина человека. Это и способность доставлять в организм железо, и бороться с вирусными инфекциями благодаря блокированию самого процесса инфицирования клеток вирусом, усиливать иммунитет, и предотвращать возникновение остеопороза.

И, наконец, очень важная область применения лактоферрина человека, полученного из молока коз, — детское питание. Лактоферрин — один из основных ком-

Вот как у корифея российского козоводства князя Сергея Урусова, начинается описание производителя молочной породы: — не тяжелая, но мужественная голова с короткой густой бородой, — не длинная шея, — сильный, богатый мускулами зад...

Особо князь подчеркивал, что нельзя вести селекцию на уменьшение головы. Животные с маленькой головой являются дегенератами, причем агрессивными; кроме того, как показывает практика, у спокойных и разумных козлов специфический запах в случайный период выражен гораздо меньшей мере, а в остальное время практически отсутствует.

В монографии Урусова сказано, что в периоды могущества державы и расцвета науки становится ясна исключительная ценность коз, отрасль переживает подъем. Военное время, как ни странно, тоже способствует развитию этой отрасли. Революции же наносят козоводству сокрушительный удар, фактически сводя на нет достижения целой эпохи.

Последнюю перепись коз Минсельхоз провел в 2010 году. У нас их около 3 млн, больше в Европе только в Греции и Италии.

понентов грудного молока, обеспечивающий защиту малыша от вредных микроорганизмов. Особенно важно присутствие лактоферрина в питании недоношенных детей, у которых он еще вдобавок способствует «дозреванию» пищеварительного тракта, предотвращая возникновение угрожающих жизни осложнений. То же верно и для новорожденных и грудных детей, находящихся на искусственном вскармливании и лишенных этого уникального белка, придуманного природой, особенно — для недоношенных младенцев.

Белок и закон

По существующему законодательству в детском питании запрещено использование ингредиентов, содержащих генно-инженерно модифицированные организмы (ГМО). Конечно же, козы, несущие ген лактоферрина человека, генно модифицированы. Но не их молоко, так как молоко не способно к воспроизводству или передаче наследственного генетического материала. Молоко — всего лишь продукт жизнедеятельности ГМО.

Тем не менее, необходимо исключить даже возможность двусмысленного толкования закона, а для этого надо либо прямо разрешить, либо запретить использование продуктов жизнедеятельности ГМО для питания — или, по крайней мере, ввести предельные нормы их присутствия.

Что же касается российско-белорусского лактоферрина, то, когда сегодня ограничивают использование ГМО в пищевой продукции, в первую очередь подразумевают регулирование обращения сырья и полученной из него пищевой продукции, измененных с помощью генно-инженерных способов для улучшения их производственных и потребительских свойств, например, устойчивости растений к болезням, более быстрого роста и т. п.

Лактоферрин человека — целевой продукт генетической модификации. Мы не преследовали достижения нужных только производителю, а не потребителю целей. Для потребителя же грудное молоко является не только источником питательных веществ, но и содержит большое число биологически активных компонентов, важных для нормального развития ребенка. К ним, помимо лактоферрина, относятся лизоцим, лактальбумин, многочисленные ростовые факторы, антитела.

Молочные смеси — заменители молока — лишены этого функционального компонента. Не вызывает сомнений, что не за горами создание заменителей грудного молока, которые будут не только восполнять потребности в пище, но и обладать сходными с естественным молоком биологическим активностями. Уже сегодня некоторые производители добавляют в детские молочные смеси коровий лактоферрин, но он — в силу отличий от белка человека — не может обеспечить всего спектра биологических активностей. Сложившаяся ситуация в законодательном поле делает непривлекательным и высокорисковым для инвестора развитие этого несомненно важного и актуального направления биотехнологии и требует скорейшего разрешения.

Развитие этого направления должно обеспечить эффективную эксплуатацию созданной технологии для получения целевых белков в молоке животных, а также скорейшее вовлечение лекарственных средств и продуктов питания в хозяйственный оборот.

Экономисты обладают инструментами для проверки мифов, связанных с распространением медиа

текст

Владимир Иванов

старший преподаватель экономического

факультета МГУ

иллюстрация

Хадия Улумбекова



Чтобы узнать, какие направления популярны в экономической науке, нужно смотреть не на решения Нобелевского комитета, а на медаль Джона Бейтса Кларка, которая вручается лучшему экономисту не старше 40, работающему в США. В 2014 году медалистом стал Мэттью Генцков из Университета Чикаго, и это окончательно утвердило формирование отдельной области — экономики средств массовой информации (economics of media). Стоит заметить — это одна из немногих областей экономической науки, в которой важную роль играют российские ученые.

Мария Петрова, профессор Высшей школы экономики Барселоны и Российской экономической школы, вместе с соавторами провела ряд исследований, касающихся последствий распространения радио, телевидения, интернета. Экономистов интересуют политические и социальные следствия распространения информации через различные каналы, в сферу их интересов попадают российские оппозиционные телеканалы 90-х, националистические программы сербского радио, американская рекламная индустрия, политические блоги и др.

Магистральное направление исследований в экономике медиа — эмпирический анализ воздействия информационных сигналов в СМИ на человеческое поведение. При этом значительная часть работ посвящена так называемому эффекту убеждения (persuasion), связанному с целенаправленным воздействием на убеждения и действия человека. Насколько действенна реклама,

политическая агитация, пропаганда? Именно этому вопросу посвящено одно из самых известных исследований о роли СМИ в предвыборной конкуренции. Мария Петрова, Рубен Ениколопов и Екатерина Журавская выяснили, что вещание независимого в 1999 году телеканала НТВ снижало долю голосов за партию власти почти на 9% и увеличивало долю голосов за оппозиционные партии на 6%. Другой пласт исследований составляют статьи, посвященные незапланированным последствиям доступа к медийной картинке. Вытесняет ли телевидение и интернет «живое» общение? Приводят ли сюжеты о боевиках к росту насильственной преступности? В конце концов, действительно ли «Ну погоди» подталкивает детей к курению? То, что для коллективного разума законодателей зачастую является фактом, для исследователей — всего лишь гипотеза, которую не так просто проверить.

Главной помехой на пути количественного измерения эффекта медиа является так называемая проблема эндогенности. Другими словами, сам факт положительной взаимосвязи между получением информационного сигнала и определенным поведением не может свидетельствовать о причинно-следственной связи. Например: если малолетние преступники любят смотреть боевики, то этот факт можно интерпретировать по-разному. Во-первых, можно предположить, что насильственные действия на экране телевизора снижают моральные издержки собственного участия в насилии. Во-вторых, можно предположить, что изначально склонные к жестокости люди предпочитают боевики.

Стандартной методикой, позволяющей «очищать» влияние медиа от посторонних факторов, является вариация в географическом распространении сигнала вещания. Разумно предположить, что распространение радио, телевидения и интернета зависит от географических и инфраструктурных условий, но не от изначальных убеждений населения. Значит, сравнивая изменения в поведении людей на территории, покрываемой сигналом, с изменениями на территории без такого сигнала, мы получаем как бы экспериментальные результаты.

Именно такой методикой воспользовались Элианна Ла Феррара из университета Боккони и ее соавторы Альберто Чонг и Сюзан Дурей. Они попытались выявить добавленный вклад распространения телевидения в демографические сдвиги. Уровень рождаемости в Бразилии сократился с 6,3 ребенка в 1960 году до 2,3 ребенка в 2000 году — без специальных программ контроля рождаемости и при запрете рекламы контрацепции. Стандартными объяснениями являются рост доходов и образования, увеличивающих альтернативные издержки деторождения, и улучшение здравоохранения, снижающего младенческую смертность. Исследование «Мыльные оперы и рождаемость» тестирует альтернативный фактор: распространение в то же самое время телевидения.

Фактической монополией на производство и трансляция мыльных опер в это время обладала медиа-группа Globo. Проанализировав 115 сериалов, запущенных Globo с 1965 по 1999 год, авторы выяснили, что 72% женских персонажей моложе 50 лет вообще не имели детей, 27% — имели только одного ребенка. Ежедневно в 8 вечера большая часть населения Бразилии наблюдала телевизионную картинку с семьями, контрастирующими

по размеру с реальными. По мнению авторов, это могло снижать референтное количество детей, на которое зрители ориентируются. Проанализировав рождаемость в 1970–1990-х годах, исследователи пришли к выводу, что мыльные оперы сделали небольшой, но статистически значимый вклад в демографические изменения.

Доступ к сигналу канала Globo снижал вероятность деторождения на 0,5 процентных пункта, т. е. примерно на 5% от средней величины этой вероятности. Этот эффект по величине сравним с получением женщинами дополнительных полутора лет образования. Причем эффект был сильнее для женщин из малообеспеченных и малообразованных слоев населения — тех, для кого получение информации из других источников было связано с более высокими издержками. Широкое распространение телеканала, по подсчетам авторов, отвечает примерно за 7% общего снижения вероятности деторождения в 1980–1990-х годах. Косвенным подтверждением обусловленности этого эффекта именно мыльными операми, а не другими передачами Globo, служит тот факт, что в регионах покрытия также значительно выросла доля детей, названных в честь главных героев сериала.

Используя похожую эмпирическую стратегию, Бен Олкен обнаруживает негативное влияние телевидения на гражданскую активность в индонезийских деревнях, Роберт Дженсен и Эмили Остер находят положительное влияние распространения телевидения на гендерное равенство в Индии, Мэтт Генцков измеряет воздействие развлекательного телевидения на политическую информированность и явку на выборы. Все это — незапланированные последствия распространения телевидения вообще и определенного содержания телевещания в частности.

В связи с этим, безусловно, возникает вопрос: нужно ли регулировать телевизионный контент, кинопрокат и так далее. Здесь экономисты, скорее всего, не могут однозначного ответить — в частности потому, что полностью издержки и выгоды от регулирования телепрограммы не поддаются измерению.

Однако некоторые результаты могут служить предостережением против активного вмешательства в виде цензуры или запретов. Экономисты Гордон Даль и Стефано делла Винья установили, что показ фильмов со сценами насилия снижал уровень преступных нападений в вечер показа и не вызывал роста в последующие дни. Этот результат противоречит психологическим лабораторным экспериментам, однако может объясняться тем, что просмотр боевиков и триллеров просто заменяет некоторой доле потенциальных преступников участие в нападениях. С этой точки зрения, трансляция фильмов с насилием даже защищает общество от преступности, которая вызвана, скорее всего, другими факторами.

Все эти исследования свидетельствуют о том, что современные экономисты обладают инструментами, позволяющими проверять мифы, связанные с распространением медиа, на реальных данных. Итоги пока довольно прозаичны: влияние телевизора на человеческое поведение очевидно, но не настолько уж сильно. Надо еще принимать во внимание, что работы с отрицательным результатом, скорее всего, менее охотно публикуются. Реальность, как всегда, сложнее телевизионной картинки.

Рак нельзя вылечить, но можно победить. Решающую битву с ним ведут, и это поражает самих врачей,— математики

текст Светлана Локоткова

фото Иван Ерофеев



Слева направо: аспирант Иван Егоров, профессор Александр Братусь, аспирант Йордан Тодоров рассчитывают стратегии выживания для раковых больных

24 декабря аспирант факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ Иван Егоров представляет к защите диссертацию «Обобщение метода характеристик Коши для численно-аналитических методов решения задач синтеза оптимального управления». В одной из четырех частей этой работы решается задача поиска стратегии лечения рака, при которой число больных и здоровых клеток находится в пределах, гарантирующих жизнедеятельность пациента в течение максимально возможного времени. Вместе с немецким аспирантом из Болгарии Йорданом Тодоровым он доказал существование стратегии лечения (и продемонстрировал его модель), при которой чередуются периоды интенсивной терапии и релаксации, и при этом в течение всего времени количество больных клеток не превышает заданного предела, а число здоровых клеток и иммунных клеток не уменьшается ниже заданного значения. Кроме того, поскольку само лекарственное средство токсично, то его концентрация в организме ограничена сверху. Молодые ученые аналитическим путем нашли поверхность переключений (то есть точек, в которых должна происходить смена интенсивной терапии на релаксацию) в расширенном фазовом пространстве управляемой динамической системы, описывающей процесс лечения, с учетом заданных ограничений.

Стратегия выживания

Медики уже почти смирились с тем, что окончательно уничтожить раковые клетки в организме невозможно: за миллионы лет эволюции (еще древние египтяне пытались лечить рак мышьяком) те научились противостоять любому «оружию», придуманному человеком. При этом химиотерапевтическое лечение — колоссальная нагрузка на организм: убивая раковые клетки, препараты «убивают» и иммунную систему. Биологи утверждают, что при раковых заболеваниях примерно в половине случаев смерть наступает не из-за собственно разрастающейся опухоли, а из-за вреда, наносимого иммунным клеткам. И по достаточно грубым экспертным оценкам (точных исследований на эту тему пока нет), в четверти-трети случаев этот вред наносят не раковые клетки, а лекарственные препараты.

Поэтому сейчас ученые всего мира сосредоточились на иной стратегии в борьбе с раком — «стратегии выживания организма». Они хотят найти терапию, которая позволит перевести острое раковое заболевание в стадию контролируемой хронической ремиссии. «Лечение ракового заболевания — безумно сложная система: раковые клетки размножаются и мутируют, губят нормальные и иммунные клетки, вводимые препараты травят как раковые клетки, так и иммунные, концентрация лекарства в организме постоянно меняется, причем меняется нелинейно. И в рамках этой модели надо придумать такую стратегию лечения, чтобы число раковых клеток было «не смертельно» большим, а число иммунных и нормальных клеток — напротив, «не смертельно» низким. Концентрация лекарственного средства и его суммарное количество — тоже ограниченные величины. В таком фазовом пространстве нужно продержаться как можно дольше, не выходя за его границы. Выйдешь за границу — все, пациент умер», — поясняет профессор Александр Братусь, научный руководитель Егорова и Тодорова.

Прежде математики, как правило, не использовали отдельного уравнения для динамики лекарственного средства: они вводили управление непосредственно в уравнения динамики клеток, а функцией цели выбирали интегральные среднеквадратичные функ-

ционалы. Однако интегральные среднеквадратичные функционалы по своей природе не могут обеспечить выполнение жестких фазовых ограничений. Это, может, и не смертельно для многих задач механики, но для задач терапии решительно не годится, поскольку выход за фазовое пространство означает гибель пациента.

Пять лет назад, в 2009 году, Александр Братусь в своей работе «Синтез оптимального управления в задаче выбора лекарственного воздействия на растущую опухоль» впервые применил метод динамического программирования для решения задач синтеза оптимальной терапии. При этом он описал динамику лекарственного средства отдельным уравнением. Фазовое ограничение на максимальное значение концентрации лекарственного средства выполнялось с помощью введения немонотонной функции терапии, а функционалом задачи было число больных клеток в конечный момент времени.

Проект, за который группа Братуся взялась в прошлом году, заключается в разработке методов анализа и алгоритмов поиска стратегии использования лекарственных средств в математических моделях, которые описывают пространственную динамику взаимодействия больных и здоровых клеток с помощью нелинейной системы уравнений в частных производных параболического типа. Важнейшая задача при этом — задача выживания, то есть максимизация времени пребывания системы в безопасных интервалах значений фазовых переменных (число больных, здоровых, иммунных клеток системы и концентрация лекарства). За основу пока что взяли математическую модель одного из самых распространенных видов рака мозга — глиомы. На первом этапе, который стартовал в прошлом году, необходимо было решить задачу определения оптимальных значений интенсивностей и периодов, в течение которых следует применять препарат, а также протяженности режима релаксации.

Бесконечномерная многокритериальная оптимизация

После окончания в 2011 году университета Иван Егоров присоединился к исследованиям профессора Братуся. Как он сам рассказывает, его привлекла сложность и неординарность проблемы: «По сути, из-за того, что лекарство влияет и на больные, и на здоровые клетки, получается задача бесконечномерной многокритериальной оптимизации. А такого практически никогда не было. Даже и постановку-то такой задачи сделать сложно». Кстати, параллельно с учебой в аспирантуре Иван работает в инвестиционном департаменте машиностроительного дивизиона корпорации «Росатом», где тоже занимается многокритериальной оптимизацией, хотя и конечномерной. Он с коллегами разработал методику и программный комплекс для построения системы градации иерархии инвестпроектов по степени их важности и востребованности.

Для построения оптимальной стратегии терапии рака решено было воспользоваться моделью российского физика Натальи Степановой — пионера в области фотодинамической терапии рака. Работая на физфаке и мехмате МГУ, Наталья Степанова разработала и в 1980 году представила одну из первых в мире модель роста злокачественных опухолей, учитывающую реакцию иммунной системы. До нее при решении задач оптимального управления в биологии принимались во внимание только размер опухоли и количество лекарственного препарата, учет иммунной реакции в уравнение не добавлялся. Биологи МГУ, с которыми Егоров обсуждал эту проблему, считают, что именно модель Степановой наиболее корректна с медицинской точки зрения: если в других моделях предполагается, что лекарство сразу влияет на клетки, то у Степановой принимается во внимание то обстоятельство, что лекарство сначала накапливается в организме и только потом начинает действовать.

Иван Егоров выделяет три основные сложности задачи, которой он занимается. Во-первых, это нелинейные системы, которые, в отличие от линейных, математикой пока изучены слабо и у которых на порядок больше различных особенностей, чем у линейных систем. Во-вторых, системы, с которыми приходится работать, — многомерные, как минимум 3–4-мерные. Конечно же, существуют численные методы для решения задач, в том числе оптимального управления и динамического программирования. Но здесь у нас возникают сложности третьего типа: а) если какая-то задача решается численно, то для нее нужно выделять ограниченную область пространства. Но это отдельный большой и серьезный вопрос — как ее корректно определить: нужно исследовать асимптотику, проводить дополнительный анализ; б) если и находится какой-то численный метод решения задачи, то теоремы сходимости этого численного метода либо отсутствуют, либо содержат такие предположения, которые невозможно проверить, или же они не выполняются. «Вообще, такая загвоздка — обычное явление в математике, даже в задачах конечномерной оптимизации, — сетует Егоров. — Начинаешь искать локальный экстремум самым простейшим методом градиентного спуска, исследуешь функцию, а градиента-то у нее и нет»; в) численные методы не дают качественной картины. Поэтому Егоров и Тодоров разработали не сугубо вычислительные, а численно-аналитические



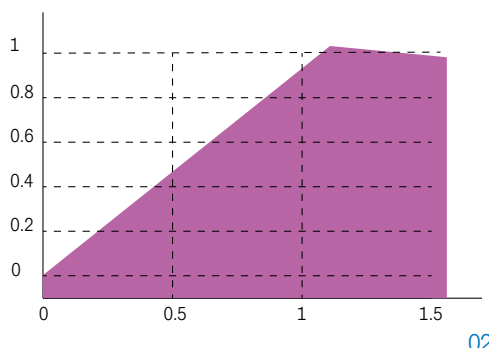
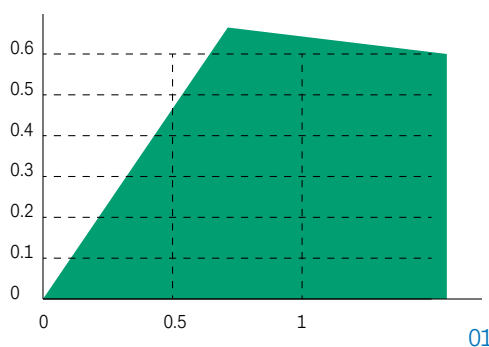
Пауль Эрлих

Немецкий врач, лауреат Нобелевской премии за 1908 год. Предложил термин «химиотерапия», он же обнаружил, что микробы могут приобретать устойчивость к химическим препаратам, и стал применять химиотерапию при злокачественных заболеваниях.



Дмитрий Романовский

Русский врач, считается основоположником химиотерапии. Он установил, что хинин повреждает малярийных плазмодиев.



01 Зависимость концентрации химиотерапевтического агента при $\alpha_2=0,5$ 02 Зависимость концентрации химиотерапевтического агента при $\alpha_2=0,8$



В статье использованы материалы работы «On Viable Therapy Strategy for a Mathematical Spatial Cancer Model Describing the Dynamics of the Malignant and Healthy Cells» (авторы — Александр Братусь, МГУ им. М. В. Ломоносова, Россия; Светлана Коваленко, Федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Россия; Елена Фиммель, Университет прикладных наук Мангейма, Германия)

ЖИВОЕ

методы, которые содержат аналитическую составляющую и позволяют выявить качественную структуру решения.

Пока что исследование проводится только для монотонно возрастающих функций терапии, которые не учитывают пороговый эффект: когда лекарства слишком много, его эффективность снижается. Модифицированная модель Степановой (динамика роста злокачественной опухоли с соответствующей реакцией иммунной системы при воздействии химиотерапевтического агента) выглядит тогда как система уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \mu_1 x \ln \frac{x_\infty}{x} - \rho_1 xy - f_1(h)x, \\ \frac{dy}{dt} = -(\mu_2 x(\beta x - 1) + \rho_2 + f_2(h))y + \alpha, \\ \frac{dh}{dt} = -\gamma_h h + u(t), \quad 0 \leq t \leq T. \end{cases}$$

где x — объем опухоли, y — плотность иммунокомпетентных клеток, h — концентрация химиотерапевтического агента; x_∞ — вместимость (потенциальная емкость) опухоли, μ_1 и α определяют скорости роста численностей опухолевых и иммунокомпетентных клеток соответственно, ρ_1 и ρ_2 — показатели их смертности, выражение $-\mu_2 x(\beta x - 1)$ у с положительными параметрами μ_2 , β описывает взаимодействие между двумя типами клеток, т. е. зависимость иммунной реакции от численности опухолевых клеток.

Негативное влияние химиотерапевтического агента на опухолевые и иммунокомпетентные клетки задается функциями терапии $f_1(h)$, $f_2(h)$. В последнем дифференциальном уравнении γ_h можно интерпретировать как параметр диссипации (распространения) химиотерапевтического агента, а $u(\cdot) \in L_\infty([0, T], \mathbb{R})$ — управляющая функция, представляющая поступление препарата в организм пациента. Допустимые управления удовлетворяют ограничению $0 \leq u(t) \leq R \forall t \in [0, T]$ с фиксированной положительной константой R .

Задача, таким образом, состоит в отыскании оптимального управления в форме обратной связи, доставляющего минимум функционалу:

$$\Phi_1(x(T), y(T)) := \begin{cases} x^2(T), & y(T) \geq \hat{y} \\ x^2(T) - A(y(T) - \hat{y})^2, & y(T) \leq \hat{y} \end{cases} \rightarrow \inf_{u(\cdot) \in \mathcal{L}_\infty([0, T], [0, R])}$$

Здесь $T > 0$ — фиксированный конечный момент времени, параметр $\hat{y}$ характеризует приемлемый уровень иммунной реакции, A — достаточно большая положительная константа, так называемый штрафной коэффициент, который отвечает за малые значения иммунной реакции в конечный момент времени (чтобы иммунная система не погибла).

Система исследуется принципом максимума Понтрягина, и алгоритм синтеза оптимального управления получается двухэтапным: на первом этапе (интенсивная терапия) поступление препарата в организм пациента максимально, затем в определенной точке фазового пространства (которая найдена аналитически и характеризуется фазовыми координатами и временем) стадия активной терапии прерывается и сменяется этапом релаксации. При этом чем сильнее препарат влияет на иммунную систему, тем короче стадия активной терапии и соответственно продолжительней режим релаксации (рис. 01, 02).

На очереди — математическая модель ангиогенеза

Таким образом, найдено оптимальное отношение времени активной терапии к времени релаксации, а также оптимальное значение интенсивности применяемого лекарственного средства. Теперь группа профессора Братуся работает над введением в систему фактора, который учитывает возникновение в процессе терапии раковых клеток, устойчивых к препарату («резистентные» клетки). Поскольку динамика процесса превращения обыкновенных раковых клеток в резистентные, а также перехода этих клеток снова в первоначальное состояние еще не до конца изучена, приходится рассматривать модель, в которой с некоторой вероятностью каждая из обыкновенных и резистентных раковых клеток делится снова на обыкновенную раковую клетку и резистентную.

Следующим этапом работы над проектом будет добавление в систему уравнения, описывающего поток питательных веществ через кровеносные сосуды (кислород, глюкоза). Раковые клетки более устойчивы к нехватке кислорода, чем здоровые. Это приводит к росту расхода питательных веществ, кислородному голоданию и гибели здоровых клеток. Выполнение этой части проекта позволит создать предпосылки для математической модели исключительно важного явления — ангиогенеза, которое характеризуется выработкой новых питательных ресурсов (сосудов), предназначенных для питания все возрастающего числа раковых клеток.

Толстяка нужно заставить есть поменьше — даже если для этого потребуется операция

текст	Сергей Петухов кандидат биологических наук
иллюстрации	Люба Березина
маргиналии	Тимофей Яржомбек

Рис. 1
схема операции
тонкокишечного
шунтирования

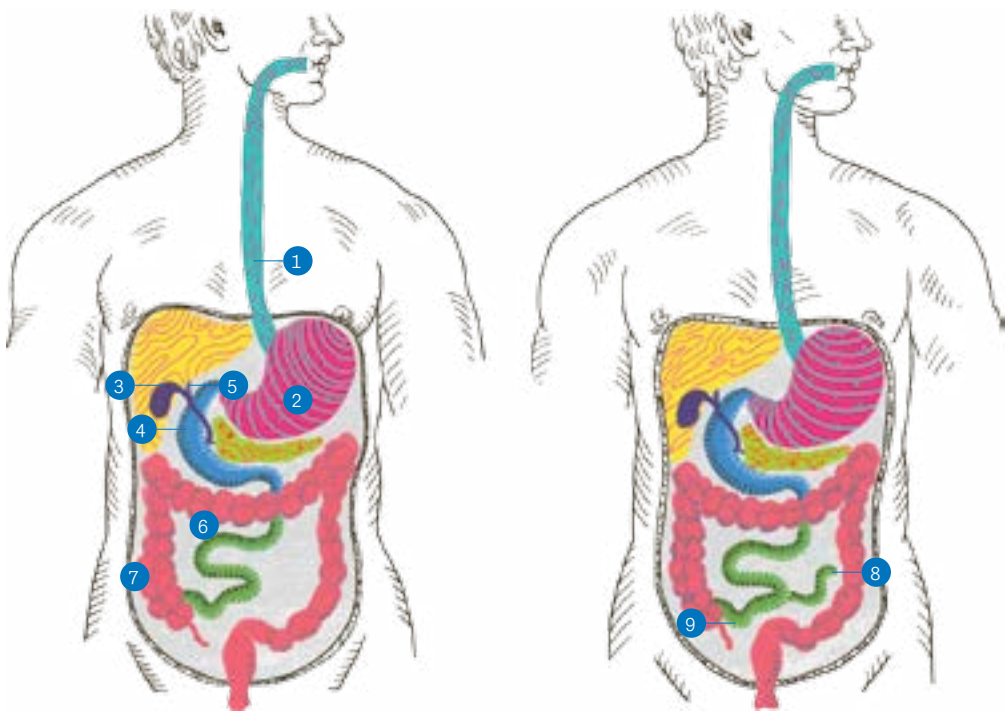


Рис. 2
операция
Scorinago

1	Пищевод
2	Желудок
3	Желчный пузырь
4	12-перстная кишка
5	Желчные протоки
6	Тонкая кишка
7	Толстая кишка
8	Заглушенный конец тонкой кишки
9	«Общий канал» тонкой кишки длиной 50 см
10	Общий печеночный проток
11	Резецированный желудок
12	Билиопанкреатический лимб
13	Тошеподвздошный анастомоз
14	Слепая кишка
15	Прямая кишка
16	Панкреатический проток
17	Гастроэнтероанастомоз

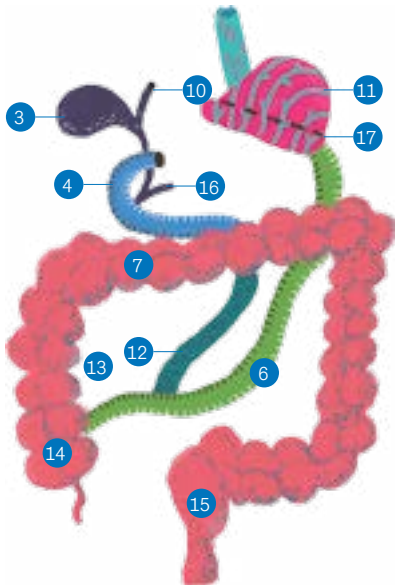


Рис. 4
принцип действия
ограничительного
кольца на желудке

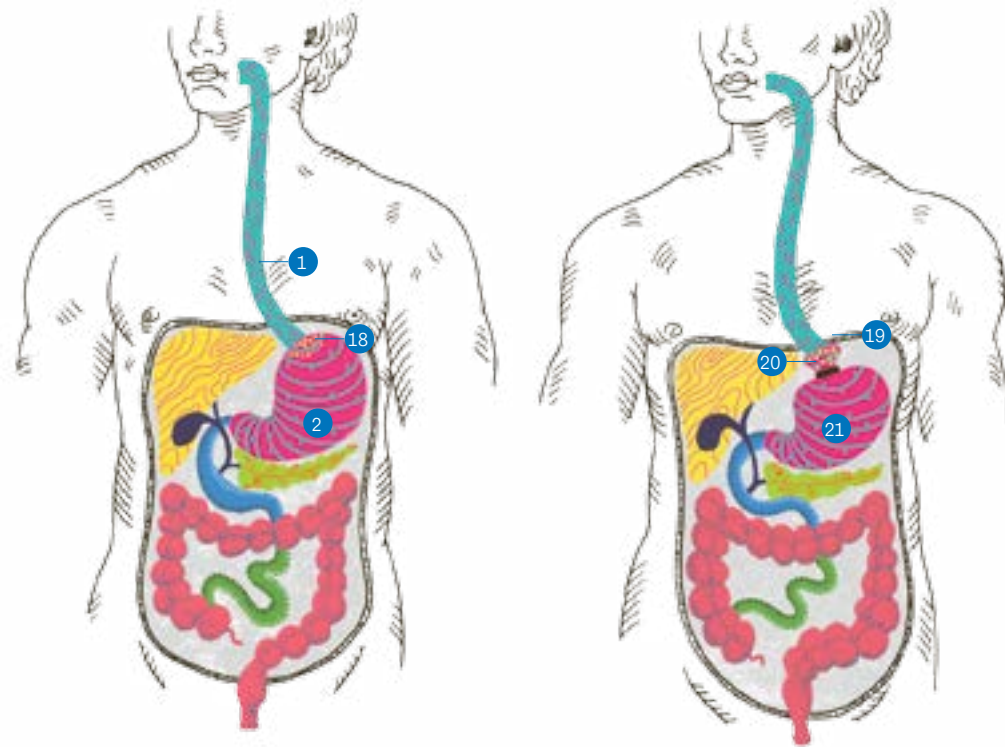


Рис. 3
схема рукавной
гастропластики —
исходное
состояние (а), вид
после операции (б)

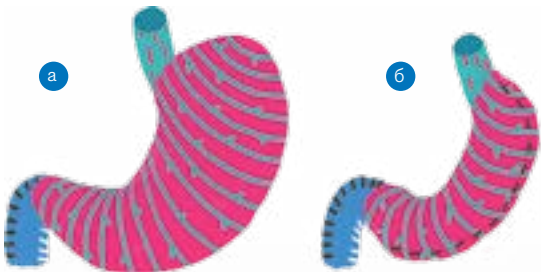
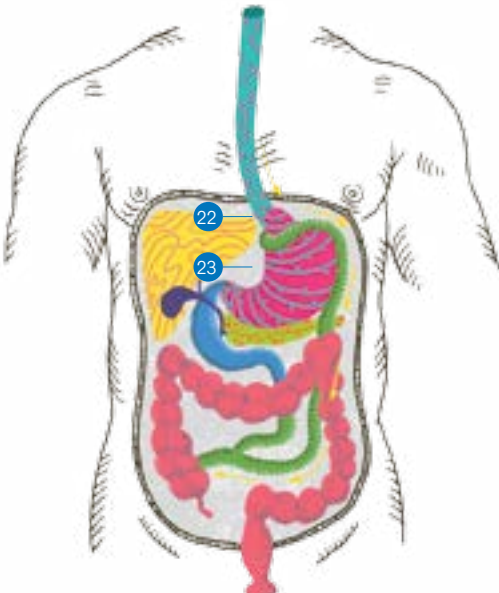


Рис. 5
схема желудочного
шунтирования

18	Зона расположения рецепторов насыщения в желудке
19	«Малый желудочек» над кольцом
20	Регулируемое ограничительное кольцо
21	«Большой желудочек» под кольцом
22	«Малый желудочек» объемом 30 мл
23	«Заглушенный» конец тонкой кишки, соединенный с «малым желудочком»



Андрей Копьев
кандидат
психологических наук

Почему трудно худеть
в одиночку

Очень полных, болезненно полных становится больше. Это видно, как говорится, невооруженным глазом. Их лечат. Наверное, и терапия, и хирургия эффективны, врачам виднее. За полнотой многих их пациентов наверняка стоят какие-то объективные факторы, гормональные сбои. Но если преувеличивать физиологичность проблемы, возникает крен в сторону ветеринарии. А человек все-таки двойственен по своей сути. В его духовном мире тоже происходит сбой. Он прекрасно понимает, что лишний вес — это потеря очков в жизни, и личной, и социальной. Однако часто отступает от аскезы, необходимой для похудения, — стоит только задаться вопросом: а зачем? Решимость похудеть сменяется минутной слабостью, после чего наступает этап раскаяния и ощущения собственной никчемности, что в свою очередь приближает новый срыв. Возникает порочный круг. Чтобы его разорвать, кому-то, наверное, нужна профессиональная психологическая помощь. Но крайне важна и просто возможность эмоциональной опоры на близкого человека. Или на сформулированную для себя «сверхзадачу» — вдохновляющую цель. Последнее сложнее, чем первое — сочувствие, поддержка и помощь ближнего. И тут не такой уж невероятной выглядит логическая связка: а не вызван ли нынешний рост числа болезненно полных людей ростом духовного одиночества в мире.

Хирургия ожирения — по меркам медицины, одной из древнейших наук, — направление молодое. Помимо липосакции, не устраняющей саму причину ожирения, сейчас бурно развивается биариатрическая хирургия, перекраивающая весь пищеварительный тракт. Что заставляет человека решиться на такой шаг, что с ним делают на операционном столе и какова эффективность метода, — на все эти вопросы дает ответы опыт российской бариатрии, признанной и уважаемой во всем мире.

Новое пополнение

«Лет десять назад человек весом 200 или 240 кг в нашем отделении казался нонсенсом. Сейчас привыкли, — говорит терапевт Клиники лечебного питания НИИ питания Камилат Гаппарова. — Пациентов с морбидным ожирением становится с каждым годом все больше.»

Морбидное — значит болезненное, во всех значениях этого слова: и в смысле субъективных ощущений полного человека, и объективной картины состояния его здоровья.

По словам доктора Гаппаровой, из 35 пациентов в ее отделении сейчас обычно 5–6 с массой тела свыше 150 кг, раньше было 1–2. «Мы даже не ставим перед ними задачу похудеть до нормального веса. Хорошо, если их вес снизится до уровня, позволяющего вести обычную жизнь, а параметры крови придут к норме», — признается Камилат Гаппарова.

По ее словам, эффективного метода лечения ожирения нет, как не было никогда. Но чем больше вес пациента, тем сильнее, по ее наблюдениям, у него ожидание чуда: чудодейственной таблетки, волшебной диеты, чего угодно, от чего можно похудеть быстро и недорого.

Камилат Гаппарова — терапевт, как подавляющее большинство докторов в мире, лечащих от ожирения. Но некоторых своих пациентов она направляет к коллегам — бариатрическим хирургам. Тех, у кого анализы вот-вот покажут значения, несовместимые с жизнью, и нет надежды, что человек самостоятельно справится со своим аппетитом. Кто-то идет к хирургам сам, отчаявшись получить помощь от других врачей.

«Мы всегда предупреждаем: „Вы идете на серьезную операцию и моментального результата она не даст“. Но так уж мы,

люди, устроены, хотим все сразу, здесь и сейчас», — говорит доктор Гаппарова.

Сделано в России

«В России около сотни бариатрических хирургов делают порядка двух тысяч операций в год. Примерно восемьсот из них делаем мы», — доктор Владимир Евдошенко, вице-президент Российского общества бариатрических хирургов, гордится родным коллективом Клинического центра хирургии лишнего веса и метаболических нарушений, в котором вместе с профессором Вадимом Феденко занимает ведущие позиции.

Весной 2016 года в Москве состоится Европейский конгресс Международной федерации хирургии ожирения и метаболических нарушений (IFSO). Президентом Европейской федерации IFSO на очередной срок 2012–2014 гг. избран профессор Юрий Яшков, что лишний раз подтверждает признание высокого профессионального уровня отечественной бариатрии.

Две тысячи пациентов в год в масштабах страны не много. Но и не мало, ведь это не очередная модная диета, а серьезная мера: люди ложатся на операционный стол, позволяя хирургам изменять анатомию и физиологию пищеварительного тракта. Что с ними делают?

Тонкая и короткая

«История развития бариатрической хирургии насчитывает более 60 лет, за это время были предложены, опробованы и отвергнуты десятки различных операций. Но теоретическая основа бариатрии простая», — рассказывает Владимир Евдошенко.

Если человек не в силах справиться с постоянным накоплением жира, надо сделать так, чтобы жир перестал накапливаться по объективным причинам. Для этого требуется ограничить поступление питательных веществ из пищи человека в его кровь.

Где они всасываются в кровь? В тонком кишечнике и только там. В толстом кишечнике всасываются только вода и витамины. Значит, надо укоротить тонкий кишечник. Его длина 7–8 метров. Но если начальный отрезок тонкой кишки соединить сразу с конечным, то пища пойдет по короткому пути длиной примерно в полметра (рис. 1). Большая часть тонкого кишечника остается заглушенной, пища туда не попадает.

В 1960-е годы тонкокишечное шунтирование стало одной из первых схем бариатрической пластики. Эффект операции был потрясающим. Человек худел очень сильно, вес снижался даже ниже нормального. Но довольно быстро выяснилось, что в заглушенном участке тонкой кишки развивалась гнилостная микрофлора, которая постепенно отравляла организм.

Истребление гнили

Ситуацию исправил итальянский доктор Никола Скопинаро, один из старейших и заслуженных бариатрических хирургов, почетный президент IFSO. Его операция называется билиопанкреатическим шунтированием. Петлю тонкой кишки, куда впадают протоки желчи от печени и сока поджелудочной железы, способствующие всасыванию пищи, он отвел в конечный отдел тонкого кишечника (рис. 2).

Пищеварительный процесс и всасывание питательных веществ в кровь опять происходили на ограниченном участке тонкого кишечника, как при обычном его шунтировании. Только полностью отключенной от пищеварения петли тонкой кишки не было, и, соответственно, вроде бы не должно было быть вредных последствий.

К сожалению, последствия все-таки были, только проявлялись они позже, чем при обычном шунтировании. Нарушался обмен веществ. Такова, увы, поначалу была цена операций, получивших название мальабсорбционных, то есть ограничивающих в кишечнике зону всасывания питательных веществ.

Рукав вместо мешка

Другой путь — ограничить приход калорий, если не получается увеличить их расход до отрицательного или хотя бы нулевого баланса, — был тоже очевиден. Надо просто уменьшить объем желудка человека, чтобы он меньше ел.

Первое, что приходит на ум, просто ушить желудок, отрезав от него часть. Так и делают, операция называется рукавной гастропластикой (рис. 3). Она зарекомендовала себя как эффективный способ снижения веса и стала мировым стандартом.

«При этой операции не только ограничивается объем желудка, но и формируется узкая желудочная трубка, которая



V век до н.э.

Сколько существует медицина в современном ее понимании, столько она пытается излечить человечество от лишнего веса. По крайней мере, ее основоположник Гиппократ в V веке до н.э. считал ожирение смертельно опасной болезнью или, во всяком случае, причиной, способной сильно сократить жизнь тучного человека.



1860-е

Достоянием масс диетология стала в 60-е годы XIX века, когда в Великобритании большим тиражом вышла брошюра Уильяма Бантинга «Записки о тучности, адресованные публике». Выражаясь современным языком, это был отчет о результативности низкоуглеводной и бессолевой диеты, проверенной на собственном опыте. Популярности этой первой массовой диеты способствовало то, что ее проповедник Бантинг прожил до 82 лет без каких-либо серьезных хворей.



1900-е

Следующая популярная диета была, как нетрудно догадаться, низкобелковой. Ее перед первой мировой войной пропагандировал американец Гораций Флетчер. В популярной литературе его называют «Великим Жевателем», акцентируя внимание на рекомендации Флетчера тщательно, не менее ста раз пережевывать кусок пищи. Но этот внешне эффектный прием имел вторичное значение, главным было то, что столь усердно пережевывается пища с низким содержанием протеинов.

Понятно, что на этом избирательные диеты закончились. Низколипидную диету пропагандировать не имело смысла. Априори было ясно, что третья фундаментальная составляющая нашей пищи — жиры должны быть сведены до минимума, если человек хочет похудеть.

эффективно задерживает пищевой комок, вызывая стойкое чувство насыщения, — поясняет Владимир Евдошенко. — В настоящее время рукавная гастропластика занимает уже больше половины всей хирургической активности в области бариатрии. Относительным недостатком можно считать ее необратимость. При всех остальных бариатрических операциях желудочно-кишечный тракт можно вернуть в исходное состояние, если возникнет такая необходимость или желание.»

Желудок в форме песочных часов

Оригинальный, если не сказать остроумный способ — бандажирование желудка (рис. 4). Чувство сытости приходит к человеку не просто, когда он наполняет желудок пищей, а когда пища начинает растягивать верхнюю часть желудка, где расположены рецепторы насыщения. Так устроено природой, чтобы человек не остался голодным. Только когда желудок полон под завязку, рецепторы близ этой завязки сигнализируют в мозг: пора остановиться.

На верхнюю часть желудка, чуть ниже зоны рецепторов насыщения, накладывается бандаж в виде пластикового кольца с регулируемым сжатием. Получаются как бы два желудка. Верхний маленький, объемом всего 10–15 мл. Достаточно съесть одну ложку, и от рецепторов идет сигнал: достаточно, я сыт.

«Этот способ, к сожалению, — не окончательное решение проблемы. Время пребывания импланта в теле пациента ограничено, — предупреждает доктор Евдошенко. — В среднем силиконовый бандаж удерживается в организме в течение 5–7 лет. Затем его приходится удалять и делать какую-нибудь более радикальную бариатрическую операцию».

Резекция диабета

Желудочное шунтирование (рис. 5) сочетает в себе оба главных принципа бариатрии: уменьшение объема желудка и зоны всасывания питательных веществ

Упитанность как генетическая норма

Стройный человек смотрит на толстяка в лучшем случае с сочувствием, и зря: это стройный — отклонение от нормы, заложенной в геном *Homo sapiens*. На генетическую карту ожирения нанесено 253 локуса, связанных с формированием фенотипа ожирения, 135 — кандидаты на эту роль. Все хромосомы, кроме Y-хромосомы, содержат хотя бы один такой локус.

Полвека назад, когда картирование генома только начиналось, Джеймс Нил сформулировал гипотезу «бережливых генов»: в период становления человека как вида он в основном голодал. Шанс выжить имели те, кто в промежутках между долгим голодом успевал отъестся. Шел естественный отбор на аллели, которые способствовали быстрому набору веса, с одной стороны, и малой подвижности — с другой, ибо активно двигаясь, жира не сэкономишь.

Сегодня эта гипотеза — почти теория: самые частые типы ожирений обусловлены работой множества генов. Иными словами, лишний вес у миллиардов людей — не генетическая поломка, а система, пришедшая в противоречие с изменившейся средой.

Быстро жиреющий человек стал жертвой легкой доступности пищи. Не расходуясь, избыток жира становится опасен. А нормой и образцом для подражания стал генетический брак с эволюционной точки зрения.

в тонком кишечнике. Путем пересечения желудка в верхней части создается «малый желудочек» объемом около 30–50 мл, а к нему подшивается тонкая кишка примерно посередине своей длины.

По наблюдениям профессора Евдошенко, этот способ обладает совершенно потрясающим влиянием на сахарный диабет второго типа. «Даже в запущенных случаях диабет после желудочного шунтирования проходит совсем или приобретает доброкачественное течение», — говорит он.

«В мире примерно 40 процентов операций приходится на желудочное шунтирование, 50 процентов на рукавную пластику и 10 процентов — на остальные», — говорит профессор Вадим Феденко. Все операции проводят щадящим методом лапароскопии.»

Без большой крови

Популярность бариатрические операции получили только после того, как появилась лапароскопия — хирургия внутренних органов без больших разрезов. В небольшие отверстия в стенке брюшины внутрь вводят тонкие инструменты, а изображение выводится на монитор.

Вскрытие брюшной полости по старинке скальпелем не подходит пациентам с избыточным весом, порой весьма большим. Помимо серьезной кровопотери, неизбежной при таких операциях, заживление большого разреза у них идет долго, чревато нагноениями, а лежать неподвижно несколько суток при их весе опасно: быстро образуются пролежни и застойные явления в легких.

Эффективность хирургии ожирения

По словам доктора Вадима Феденко, наибольшим авторитетом у специалистов пользуется шведская статистика Swedish Obese Subjects (SOS) за ее полноту и продолжительность срока наблюдений. Согласно SOS, жизнь пациентов после бариатрических операций увеличивается в среднем на 10 лет по сравнению с контрольными группами. Впрочем, любой может заглянуть

в эту статистику сам. Там нет каких-то рекордов, обычная норма потерь веса от 20 % до 30 %. Но для человека весом 120 или 140 кг, устойчиво похудеть на 25 или 40 кг — словно заново родиться.

Понятно, что полостная операция остается операцией даже при лапароскопии. Последствия модифицированного желудочно-кишечного тракта дают себя знать, особенно в первое время. Но и когда операционные шрамы разглядятся, придется изменить некоторые привычки, иногда до конца жизни принимать лекарства и колоть витамины.

Есть ли третий способ вылечить ожирение, кроме терапевтического (диеты, лекарства, физиотерапия) и хирургического (липосакция и бариатрия)? Пока нет, но наверняка появится. Он будет генетическим, точнее геномодифицирующим (см. Упитанность как генетическая норма).

Исчезнет ли после этого проблема болезненного ожирения? Вряд ли. Ставка только на медицину отдает ветеринарией, как метко замечают психологи (см. Почему трудно худеть в одиночку). Так что, похоже, с лишним весом нам придется жить всегда.



1920-е

Стали популярными сразу два направления. Первое вело учет потребленным и истраченным пациентом калориям. Его отголоски можно видеть сейчас на этикетках продуктов, предупреждающих, сколько калорий содержится в данной упаковке, и на электронных табло всевозможных спортивных снарядов, подсчитывающих расход калорий тренирующегося. Еще одно направление получило название раздельного питания.



1930-е

Эти годы ознаменовались появлением сжигателей жира. Первые сжигатели были вполне вкусными — ананас, папайя, дыня, авокадо и некоторые другие фрукты и овощи. Способ их применения был тоже аппетитным: они служили гарниром к мясу или рыбе вместо картофеля, каши или макарон. Но как раз в эти годы в диетологию активно вторгаются фармацевтические препараты — от солей для ванн и кремов для кожи до сильно действующих гормональных препаратов, некоторые из которых до сих пор продаются в специальных аптеках для любителей бодибилдинга. Правда, сейчас линейка синтетических жиросжигателей стала намного длиннее.



1930 – 1950-е

Параллельно совершенствовался фармакологический арсенал из диуретиков, барбитуратов, гормональных препаратов, слабительных и т. д. С тех пор ничего принципиально нового не появилось. Со второй половины прошлого века диетологи пошли по второму кругу. Либо ограничивали приход калорий, как Бантинг: просто диета, диета с дефицитом чего-нибудь, наполнители желудка для обмана чувства голода. Либо увеличивали расход: натуральные и синтетические сжигатели жира, препараты для коррекции гормональной системы и обмена веществ.



1950-е

Сформулирован новый принцип — борьба с чувством голода путем заполнения желудка низкокалорийной массой. Сначала эта масса была пищевой и представляла собой порошок из сухого молока, соевой муки, крахмала, кукурузного масла, дрожжей, кокосового масла, шоколада и ванили (добавки варьировались). Позже к пище в строгом смысле этого слова наполнитель желудка отношения уже не имел. Типичный пример — пресловутый гербалайф.



1960-е

Неудивительно, что в условиях идейного кризиса борьбы с ожирением в 60-е годы прошлого века к ней подключились хирурги. Как раз в это время в их арсенале появилась новая, идеально подходящая для этого методология — лапароскопия. Больше не было нужды вскрывать брюшную полость. Операции проводились через небольшие отверстия в брюшине с помощью манипуляторов.

Хирургических методов борьбы с ожирением два: липосакция, которая удаляет последствие (жировую ткань), но не причину ее появления. И собственно бариатрическая пластика, которая переделывает желудочно-кишечный тракт человека.



01



02



03



04

«Мертвый» язык, такой, каким был иврит в III – XIX веках, участвует в ситуации диглоссии в качестве высокого языка и имеет набор собственных функций

«Вопросы языкознания», 2014 г., №5

В основе внутренней формы картины А. А. Иванова «Иосиф, толкующий сны заключенным с ним в темнице виночерпию и хлебодару» (1827) из собрания Русского музея лежит принцип риторического силлогизма с антисимметричной диспозицией противоположительного периода речи — согласно «Риторике»Аристотеля (01)

«Вестник Санкт-Петербургского университета», серия 15: «Искусствоведение», 2014 г., №3

При рассмотрении семейных дел в суде ребенка следует рассматривать как самостоятельного участника гражданского процесса

Lex Russica, 2014 г., №6

Замедления ритма в фильмах Андрея Тарковского близко к Упанишадам (02)

«Киноведческие записки», № 102 – 103

Особенности стиля Сергея Рахманинова как пианиста — художественное отстранение, ирония, эстетизм; его отличают воля к формостроению, внимание к звуковой архитектонике и интеллектуализация музыкально-исполнительского процесса (03)

«Научный вестник Московской консерватории», 2014 г., №2

Примерно в середине XXI века в развитии мировой цивилизации может наступить фазовый переход такой крутизны, что ее дальнейшее существование окажется под вопросом (04)

«Историческая психология и социология истории», 2014 г., том 7

Раскопки 2014 года в Новгороде принесли исключительный материал, меняющий представления о раннем этапе древнерусской живописи и письменности

текст Владимир Седов
доктор искусствоведения,
профессор

фотографии Владимир Седов



01



02



03

Никто не знает, когда в его жизни настает вершинный период, даже не период успеха (их может быть много), а именно время какого-то немислимого везения, когда все складывается так, чтобы попасть в личную легенду. Потом по этому времени можно тосковать, можно пытаться определить — из чего оно сложилось, но внутри самого периода трудно даже понять оттенки своего настроения: так силен поток событий, решений, мелких примет, которые позже покажутся значительными и указующими.

Автор этих строк возглавляет небольшой архитектурно-археологический отряд, уже более десяти лет подряд работающий в Новгороде Великом. Отряд, состав которого постепенно меняется, но в котором есть и постоянное ядро, занимается тем, что в середине лета, когда погода в северном городе и его окрестностях особенно благоприятна (тепло, дождей немного), раскапывает остатки древних каменных зданий, лежащие в земле. Эти здания, древнерусские церкви, упоминающиеся или не упоминающиеся в летописях, исчезли уже несколько столетий назад, но их можно отыскать по старым описаниям города и окрестных монастырей, по характеру грунта на пустырях (в нем иногда видны пятна мелко размолотых временем строительных материалов); наконец, можно иногда обнаружить остатки здания посредством серии заложённых небольших раскопов, шурфов (в последнем случае поиск напоминает игру в морскую бой).

Если храм (а чаще всего это именно православный храм, хотя может быть трапезная или какой-то другой объект — например, монастырские ворота) найден, то экспедиция примерно в двадцать человек начинает его раскопки, тщательные, внимательные, но быстрые: нужно уложиться в тёплый период, успеть раскопать часть или все здание, а потом засыпать (чтобы его остатки не разрушились из-за нашего трудного климата). Случаев музеефикации зданий в стране немного, так что после экспедиции чаще всего остаются чертежи и фотографии — это для ученых, а на местности остается плоскость, которую не будут застраивать, и, в лучшем случае, — контур здания, выложенный на поверхности. Понятно, что наука (и культура) получает новое знание, но увидеть при этом простой гражданин может что-то только в процессе раскопок, обычно все же достаточно закрытых для публики.

Мы раскопали уже довольно много объектов: копали во-круг и внутри собора новгородского пригородного Благовещенского монастыря, построенного в 1179 году (он стоит, но в перестроенном виде), и на территории этого монастыря, где раскопали основание каменных ворот 1182 года, а также трапезную XVI – XVII вв.; помимо этого раскопали собор Пантелеймонова монастыря 1207 года и часть церкви Бориса и Глеба в Детинце, возведенной в 1167 году. Это уже удача, это большой и значительный материал.

Во время этих раскопок мы из Благовещенского и Пантелеймонова монастыря все время смотрели на верхи знаменитого Георгиевского собора Юрьева монастыря, строительство которого было начато в 1119 году. Этот величественный памятник древнерусской архитектуры входит в любой учебник не только по искусству, но и по истории России. Представить себе, что мы будем вести раскопки в этом соборе, было невозможно: он был передан церкви еще в начале 1990-х годов, он стоит посреди действующего мужского монастыря.

Но в прошлом, 2013, году мы смогли договориться с новгородским митрополитом Львом, заинтересованным в приведении собора в порядок и в продолжении исследовательских и реставрационных работ в Георгиевском храме, входящем в список ЮНЕСКО, но несколько подзабытом в результате перемены положения с музейного на церковное. И отряд на несколько дней отвлекся от соседнего монастыря и заложил два небольших шурфа, один в алтаре, в средней полукруглой апсиде, а второй — в северной части собора. В северной части собора мы натолкнулись на каменную плиту, повествующую о том, что под ней покоится тело святителя Феофиста, новгородского святого, перенесенного в Юрьев монастырь в 1786 году. Это уже было сенсацией: место перезахоронения Феофиста было утрачено в советское время — плита была закрыта более поздним полом, на который поставили серебряную раку святого. Раку увезли в тридцатые годы, а место погребения забылось. То, что было обнаружено в алтаре, еще больше поражаало воображение: мы на узкой полоске дошли до первого пола и расчистили его. Он был на глубине более метра.

Тут следует остановиться и объяснить. Почему первоначальный пол оказался на глубине? Это оттого, что полы постепенно повышали — раз в триста лет. Делали это потому, что вокруг собора нарастал культурный слой, внутренность собора делалась ниже окружающей земли, во время ливня в храм втекали потоки воды и сора. Значит, надо повышать пороги и подсыпать новую подсыпку под новый пол. Под самим полом, будь он из каменных плит или из кирпича, нужно сделать песчаную подсыпку, но много песка не добудешь, а потому для основной массы подсыпки использовали строительный сор, которого во время ремонтов было много. Но тут, в Георгиевском соборе, в подсыпке под самым поздним полом, устроенным в 1820-е годы при архимандрите Фотии, было обнаружено множество фресок, небольших фрагментов, но достоверно относящихся к домонгольскому времени, точнее, к началу XII века. Уже в 2014 году возникло предположение, что большую часть сбитой со стен в 1820-е годы первоначальной живописи собора поместили в подсыпку под верхний пол. Это позволяло надеяться, что при масштабных раскопках найдется много фрагментов.

Понятна тревога, с которой мы приступали к раскопкам в 2014 году: сезон короткий, средств не очень много, студенты и школьники на вид не очень мощные, поздний кирпичный пол в соборе выглядел монументально и казался если не неколебимым, то очень склонным к сопротивлению.

Но, благодаря особому настрою всей команды, содействию Новгородской епархии и братии монастыря, работы с самого начала получили большой размах. Мы начали в абсидах, в их восточных окончаниях, дальше устроили раскопы в шахматном порядке: чтобы легче было вывозить грунт. Раскопки начались, пол взломали на нескольких участках, потом счистили подстилавшую его песчаную подсыпку — и пошел слой битых фресок. Его постарались разбирать медленно, и это дало результат уже на второй или третий день работы: кто-то из школьников или учительница принесла лик Богородицы. Это было как удар молнии: нашелся не просто фрагмент первоначальной живописи, а целый кусок с ликом. Нужно объяснять, что такое лик для православной живописи византийского образца? Сколько в нем смысла, сколько в нем чувства, сколько в нем изобразительных средств определенного времени и стиля, направленных на создание неповторимого образа, связанного с традицией, но обладающего своеобразием, связанным с манерой мастера, духом эпохи, характером поступившего заказа.

И вот, после лика Богородицы, появился лик молодого мужчины без нимба из какой-то массовой сцены, потом еще фрагмент лика, теперь старца, потом еще. Все это в одной манере. Стало ясно, что ликов много, что просеивать нужно все. Росло также количество носов, ушей, глаз, бород, щек. Рядом появлялись фрагменты тканей, голубого фона, крупных живописных букв белого цвета на синем фоне, которыми были сделаны надписи, поясняющие композиции первоначальной росписи.



Георгиевский собор Юрьева монастыря заложен в 1119 г. по заказу новгородского князя Всеволода Мстиславича. Окончен в 1130 г. Одно из самых значительных зданий новгородской архитектуры.



04



05

01 Вид на северную часть раскопанного собора с уровня хор 02 Небольшой раскоп в апсиде, 2013 г. 03 Раскопанная средняя апсида в 2014 г. 04 Растительный орнамент раскрытых фресок на стенах средней апсиды 05 Плита погребения святителя Феофиста Новгородского, 2013 г.



06



07



08

Чуть позже был найден крупный лик молодой женщины без нимба с короной на голове. Возникло предположение, что это лик царевны Елисавы, спасенной Георгием Победоносцем и изображаемой в сцене «Чудо Георгия о змие». Как только было сделано это предположение, сразу же были обнаружены куски фресок с чешуей — по всей видимости, от змея. Фресок было столько, что для них не хватало места в курсировавшем каждый день между музеем и соробом грузовичке, с их переборкой мы не справлялись, росли их горы рядом с отвалами. Еще месяц после конца самих раскопок археологи, реставраторы и волонтеры просеивали и перебирали оставшуюся треть отвалов. Эти работы прибавили еще тысячи фрагментов, пять ликов и множество ушей и глаз.

Перед нами открылся огромный массив росписи, целый новый мир, в котором множество ликов и других крупных фрагментов с орнаментами и одеждами говорят об особом языке росписи собора первой трети XII века. Это была роспись, в которой было много небольших фигур с очень выразительными ликами, в которых преобладало графическое начало. Редкие большие фигуры и композиции не доминировали в этом море малых фигур с «говорящими» ликами.

Когда открывается такой материал, то становится ясно, что откопано нечто такое, что принадлежит в интеллектуальном смысле не «добытчикам», не экспедиции, а всем: реставраторам фрески, которые теперь лет десять, а то и больше будут промывать, сушить, обеспыливать, склеивать тысячи найденных фрагментов, искусствоведам, которые будут вновь и вновь обращаться к ликам, пытаться уточнить стиль, установить византийские параллели, соотносить с духом эпохи. Эти фрески — это такой подарок всем, кто понимает древнерусскую культуру, нет, даже тем, кто не понимает. Это что-то такое досталось, что еще нуждается в осмыслении.

Ну и о граффити. Мы знали, что когда находятся фрагменты фресок, то встречаются и кусочки с процарапанными буквами. Иногда встречаются (такие были найдены в Суздале, в Смоленске) фрагменты с целой надписью или с большой частью надписи. Можно представить, насколько это значительно: еще одна древнерусская надпись.

Мы предупреждали всех, кто копал раскоп и перебирал отвалы, что могут быть и такие кусочки и что их нужно отдельно показывать. И вот, прямо в тот же день, когда был найден лик Богородицы, появился и зеленый кусочек фрески с пятью-шестью буквами. Этот первый кусочек был огромной радостью. И он через полчаса сложился с другим кусочком. Мы стали внимательнее к фрагментам с граффити, и через час из десяти найденных кусков уже начала складываться надпись. Молодой реставратор Денис и пришедший на помощь историк Игорь Анкудинов удвоили усилия, подобрали все фрагменты, которых стало двадцать. На раскопе школьница Полина стала еще внимательнее перебирать подсыпку в определенном месте, откуда и происходили все эти кусочки, в проходе из южной абсиды в среднюю. И вот уже из 30 кусков собралась надпись, вернее две надписи, когда-то процарапанные на фреске, на зеленом и розовом фоне в нижней части стены прохода. На верхней надписи говорилось о смерти и погребении новгородского архиепископа Антония в 1232 году, а вот на нижней, на зеленом фоне, говорилось о смерти и погребении в этом же Георгиевском соборе двух юных князей, Изяслава и Ростислава Ярославичей, умерших в Русе и Луге в 1198 году, перевезенных в Новгород, где правил их отец, князь Ярослав Владимирович, и похороненных в соборе Юрьева монастыря. На нынешний момент это одна из самых больших древнерусских надписей-граффити в России.

Потом было еще много фрагментов с граффити, их находили, несли с отвалов, мы складывали их в отдельные лотки, их стало много, некоторые из них очень интересны, но ни один фрагмент не может сравниться со «сложившимися» надписями.

Нужно сказать, что раскопки 2014 года принесли исключительный материал, который во многом изменит наши представления о раннем этапе древнерусской живописи, а также, видимо, о некоторых аспектах письменности Новгорода. Массив найденного материала огромен. И весь этот массив является нашим «подарком». Мы рады, мы можем давать комментарии, можем указывать, где и как мы это нашли, но исследовать это будут другие: искусствоведы, палеографы, эпиграфы, специалисты-технологи, историки. А наш материал, которым традиционно занимаются архитекторы, — это найденные престолы, это солея, основания древних иконостасов, плиты пола, наконец, самое главное, — пространство собора, которое стало выше, значительнее и просторнее после понижения пола. Это наша «зона ответственности», это наш материал. И мы спокойно относимся к тому, что в 2014 году нашли нечто такое, что является «подарком» всем остальным. И вам тоже.

Яндекс. Диктовка не просто записывает произнесенные слова — она способна понимать команды

Однажды Анатолю Франсу порекомендовали хорошую стенографистку. Придя к писателю, девушка сообщила ему, что успевает записывать 130 слов в минуту. «Где же я их столько возьму?» — задумчиво спросил Франс.

С недавних пор каждый из нас может почувствовать себя Анатолем Франсом: в роли стенографистки выступит приложение «Яндекс.Диктовка», которое было представлено на Пятой технологической конференции Яндекса 30 октября.

Эта программа демонстрирует наработки, входящие в состав библиотеки для распознавания и порождения речи Yandex SpeechKit. Теперь с разнообразными возможностями этой библиотеки могут поэкспериментировать не только программисты, но и простые пользователи.

Многие сталкивались с распознаванием речи от Яндекса или Google, управляя навигатором с помощью голоса или спрашивая у карты адрес. Распознавание речи стало особенно востребованным в середине 2000-х годов, когда гаджеты помумели, а управлять ими с клавиатуры оказалось неудобно: ведь скорость набора текстов в смартфоне и даже планшете гораздо ниже, чем в компьютере. Пока пользователь введет название «улица 26 Бакинских комиссаров», пройдет полминуты, даже если положиться на подсказки, все равно придется набирать «26 Б», переключаясь с цифровой клавиатуры на буквенную. Кроме того, хорошее распознавание речи облегчит жизнь слабовидящим, да и все остальные наверняка предпочли бы общаться с телефоном на человеческом языке, а не осваивать хитрые интерфейсы постоянно меняющихся операционных систем. Яндекс.Диктовка — шаг на пути к этому светлому будущему. «Поставь будильник на семь утра» или «Поехали на улицу Льва Толстого, дом 16», — вот какими фразами Яндекс предлагает теперь общаться с телефоном. Yandex SpeechKit не смущает, если одна и та же мысль выражается по-разному: он может понять, что «набери номер Ивана Ивановича» и «позвони Ивану Ивановичу» — это одно и то же.

Распознавание речи — одна из самых непростых задач прикладной лингвистики. Дело в том, что речь не устроена линейно, как мы привыкли считать: слова не состоят из отдельных звуков в четкой последовательности. Звуковой сигнал, соответствующий слову стул, невозможно без остатка разделить на четыре части: **с**, **т**, **у** и **л**. Характерные особенности звуков накладываются друг на друга, не говоря уж о том, что одинаковых звуков вовсе не существует: каждое произнесенное нами **у** или **т** имеет свои высоту, темп, тембр и так далее.

В традиционных учебниках по фонетике сообщается, что в русском языке около 40 согласных звуков и примерно

десяток гласных, если различать ударные и безударные. Однако оказалось, что такая классификация на практике неприменима: Yandex SpeechKit для анализа учитывает контекстные варианты звуков (например, **к** перед **у** звучит иначе, чем перед **а**), а для повышения точности делит каждый звук на три части: начало, середину и конец. Эти минимальные части контекстно зависимых звуков и составляют фонетический алфавит Яндекса — 4000 так называемых сенонов.

Получив на вход звук, Яндекс членит его на фреймы — кусочки по 25 миллисекунд. Затем анализируется спектр каждого фрейма, после чего надо определить, какому сенону соответствует этот фрейм. Чтобы это сделать, используется статистическая модель, которая учитывает как сходство спектра фрейма со спектральными характеристиками сенонов, так и вероятность появления той или иной последовательности сенонов. Некоторые сочетания звуков менее вероятны, чем другие. Например, если человек услышал перед **м** какой-то то ли шипящий, то ли свистящий глухой звук, то он может опираться на то, что **цм** почти не встречается в русских словах, **чм** и **шм** встречаются чаще, а **см** — еще чаще, и предположить, что это скорее всего **с**. Примерно по такому принципу и распознает речь Яндекс.

Но когда идентифицирована последовательность сенонов, остается еще одна сложная задача — понять, какому реальному слову она соответствует. Русский язык сложен для распознавания речи в том числе из-за особенностей своей орфографии. К примеру, мы различаем слова **спица**, **спит-ся** и **спиться**, которые в естественной речи произносятся одинаково. А значит, программа распознавания речи должна не просто распознавать речь, но и понимать ее, причем иногда ориентируясь на далекий контекст: если человек говорит «мне не спится», то мягкий знак в последнем слове скорее всего не нужен, а вот если он возьмет и добавит перед этим «как бы», то мягкий знак будет куда уместнее: «Как бы мне не спиться!» Человек легко справляется с такими тонкостями, а вот компьютеру нужна большая база текстов, по которой можно посмотреть, какие формы услышанных слов оказываются самыми вероятными в том окружении, в котором они встретились.

Яндекс.Диктовка не просто записывает все слова, которые произнес пользователь, но и способна понимать и интерпретировать его команды: например, если надиктовать ей «мама мыла раму точка», то на

текст	Александр Пиперски
	научный сотрудник лаборатории
	социолингвистики РАНХиГС,
	преподаватель кафедры компьютерной
	лингвистики РГГУ

иллюстрации	Тимофей Яржомбек
-------------	------------------

84%
качество распознавания
общих поисковых
запросов

95%
качество распознавания
гео-запросов

1.1 секунды
среднее время ответа

Песню на сутки противоречиво

Программа хорошо понимает шаблонные тексты. Например, если предложить ей послушать речь министра экономического развития Алексея Улюкаева на форуме «Россия зовет», результат получается вполне приемлемый.

«Если долго проводить последовательную политику, то и инфляция снизится, и экономический рост ускорится», — говорит Улюкаев. «Пишу долго проводить последовательную политику инфляции снизится экономический рост ускорится», — стенографирует Яндекс.

С более сложно устроенными текстами Диктовка пока все же не справляется. Едва ли академик-лингвист Андрей Зализняк, произнося речь при получении Солженицынской премии, сказал «Счастья, которым шуберт таких случаев вместо массу информации песню на сутки противоречиво дает нам вносить неловко». «Средства массовой информации» в этом фрагменте еще кое-как опознаются, но смысл в целом ускользает. Неудивительно, что Яндекс.Диктовка плохо работает и с живой речью.

выходе получим «мама мыла раму.» — с точкой, а не со словом «точка» в конце. Чтобы начать запись, надо сказать: «Яндекс, записывай!» С помощью голосовых команд можно добавлять слова в уже надиктованный текст, заменять их или удалять. Впрочем, сколько я ни произносил «мама мыла раму, замени раму на окно», все равно получалось в лучшем случае «мама мыла раму заминировано окно».

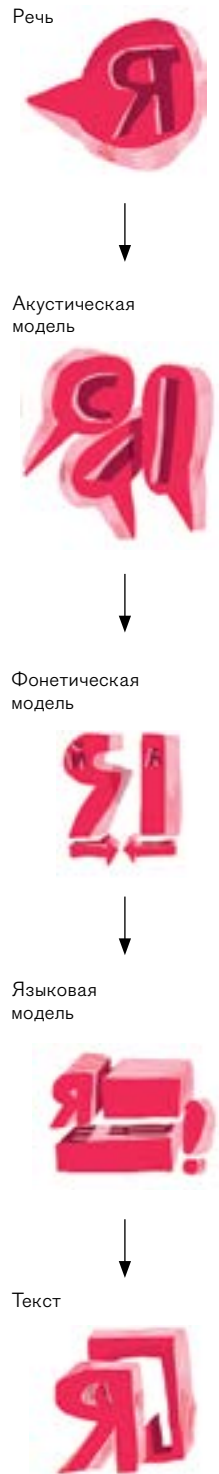
Создатели Диктовки сообщают, что качество распознавания зависит от тематики запроса: для географических названий оно составляет 95 %, для коротких фраз — 88 %, для текстов вроде заметок и смс — 82 %. Видимо, эти оценки вполне соответствуют действительности: из двадцати московских улиц, пришедших мне на ум, точно распознались девятнадцать: среди них были даже такие странные названия, как 2-я Квесисская улица и переулочек Обуха, и только улица Лестева отправилась куда-то в Англию и превратилась в улицу Лестера.

Пользователю, который хочет найти понимание у своего телефона, приходится трудиться: говорить разборчивее, медленнее, не проглатывать слоги. Проведя несколько часов за тестированием Яндекс.Диктовки я понял, что, даже отложив телефон, выговариваю безударные гласные намного четче, чем того требует русский язык (правда, как усердно я ни якал, заставить приложение написать «я свячу куличи», а не «я свечу куличи», не удалось).

Речевые технологии Яндекса доступны сторонним разработчикам. Они могут встраивать их в свои мобильные приложения, игры, компьютерные программы и корпоративные сервисы. Условия лицензии наверняка порадуют начинающих программистов, которые смогут вволю поэкспериментировать с распознаванием речи: если число голосовых обращений к приложению меньше 10 тысяч в сутки, Яндекс позволяет использовать свои наработки бесплатно. А если масштабы больше, придется раскошелиться и платить примерно 20–30 копеек за каждый запрос.

Разумеется, система распознавания речи от Яндекса — не единственная в своем роде. Есть много конкурирующих продуктов, каждый из которых имеет свои достоинства, недостатки и сферы применения. Но мы можем надеяться, что распознавание речи от Яндекса будет лучше приспособлено к русскому языку, чем его аналоги от Google или Microsoft, для которых англоязычный рынок важнее, — и, возможно, через несколько лет каждый из нас будет хвастаться тем, что носит в кармане личного стенографиста.

Как распознается речь



Языковой материал, не зафиксированный сегодня, завтра попросту перестанет существовать

У большинства коренных малочисленных народов Сибири — то есть народов, численность которых не превышает 50 тысяч человек, — стремительно развивается процесс языкового сдвига (перехода со своего этнического языка на русский). Практически все представители коренного населения Сибири говорят по-русски, а вот языком своего этноса владеют далеко не все. Русский язык занимает сегодня доминирующее положение не только во всех официальных сферах (в образовании, СМИ, администрации, торговле и т. д.), но и в неформальном общении с друзьями, соседями, родственниками. Он становится языком семьи, и многие родители, даже если сами они владеют и своим родным языком, и русским, предпочитают говорить с детьми по-русски. В результате для их детей русский становится родным, а естественная передача этнического языка от родителей к детям в семье прерывается. С увеличением количества таких семей увеличивается и угроза существованию языка: старшее поколение уходит, а новых носителей языка не прибавляется. Сейчас в Сибири есть языки, младшим носителям которых за 50 (кетский), а то и за 70 (нанайский).

Параллельно с языковым сдвигом происходит изменение структуры уходящих языков, причем это изменение развивается стремительно, так что в одном и том же поселке у представителей разных поколений можно одновременно наблюдать разные его этапы. Кроме того, в разных говорах одного и того же языка изменения происходят пусть в основном и в одном направлении, но далеко не синхронно, так что разные говоры также как бы представляют собой разные стадии общего процесса.

С 1993 года мы — сотрудники лаборатории автоматизированных лексикографических систем НИВЦ МГУ и сотрудники и студенты Института лингвистики РГГУ — ездим в лингвистические экспедиции для фиксации материала языков, находящихся под угрозой исчезновения. Эти экспедиции отчасти схожи с аварийными археологическими раскопками: легко может оказаться, что языковой материал, не зафиксированный сегодня, завтра попросту перестанет существовать. Аварийность ситуации диктует установку на максимальный охват носителей языка, привлечение в качестве информантов не только хорошо владеющих языком представителей старшего поколения, но и представителей других возрастных групп, демонстрирующих разную степень владения языком и, главное, разные степени развития происходящих в языке структурных изменений.

Социолингвистическое обследование населенных пунктов и отдельных этнолокальных групп, в которых ведется сбор материала, — необходимая составляющая полевой работы. Обследование предполагает



Медвежий праздник

Медведь считается предком или родственником людей. Если убьют медведя, надо устроить пир. Ритуал был распространен по всей Сибири. Голову и шкуру медведя вносят в помещение (летом пир могут устроить под открытым небом). Останки медведя (голову со шкурой) усаживают за стол как почетного гостя, кормят, поят чаем, дают покурить трубку, затем ищут вшей у него в голове. Существуют специальные тексты, которые произносятся на этом пиру в честь убитого медведя. Подробные описания медвежьего праздника есть у хантов, манси, кетов, нивхов и некоторых других сибирских и дальневосточных народов (у хантов этот праздник проводят и сейчас). А летом 2014 года в селькупском селе Фарково на реке Турухан нам удалось записать рассказ о медвежьем празднике у туруханских селькупов, проводившемся в середине 1960-х годов.

выборочное анкетирование жителей, преимущественно (но не исключительно) членов автохтонных этнолокальных групп, запись небольших интервью с жителями поселков, а также анализ поселковых посемейных списков жителей.

Анкета содержит 35 вопросов. Они направлены на выяснение лингвистической биографии респондентов (где родился, кто родители, бабушки и дедушки, где жил до школы и на каком языке в то время говорил, когда научился говорить по-русски, где учился, на каком языке говорил со сверстниками вне школы и т. д.) и сфер использования ими языков, которыми они владеют; кроме того, респонденту предлагается оценить собственный уровень владения этническим и другими языками, в том числе русским. Анкета содержит также вопросы, дающие возможность определить отношение респондента к своему этническому языку и к преподаванию этого языка в школе. Завершают анкету вопросы о знании респондентом фольклора на своем этническом языке и о том, передает ли он это знание своим детям и внукам.

Мы стараемся анкетировать представителей разных поколений в каждом населенном пункте так, чтобы получить информацию обо всех семьях, живущих в поселке. Важный источник социолингвистической информации — неформальные беседы с жителями поселков (интервью). Однако по-настоящему адекватное представление о языковой ситуации в этнолокальной группе формируется только после того, как полученная от респондентов субъективная информация дополняется получаемой при сборе лингвистических данных объективной информацией об уровне владения этническим языком представителями разных поколений.

Мы используем разные способы сбора лингвистической информации, это: 1) аудио- и видеозапись текстов (мы записываем самые разные тексты: фольклор (от эпоса до быличек и от личных песен до шаманских песнопений), истории жизни, охотничьи истории, если повезет, то диалоги на любые темы); 2) расшифровки (транскрибирование и перевод) аудиозаписи текстов с помощью информантов; 3) озвучивание тематических списков лексем (словарей-тезаурусов) с грамматическими формами и мини-контекстами.

Аудиозапись словарей-тезаурусов наряду с фонетическим и лексическим материалом дает нам объемный грамматический материал по соответствующим говорам. Кроме того, сеансы аудиозаписи словаря позволяют получить интересную этнолингвистическую информацию, причем не только о каждом конкретном информанте-дикторе, но и о ситуации в поколении, которое этот информант представляет, и в населенном пункте, жителем которого он является.

текст	Ольга Казакевич
	кандидат филологических наук,
	зав. лабораторией автоматизированных
	лексикографических систем НИВЦ МГУ,
	руководительница проекта «Малые языки Сибири:
	наше культурное наследие»



01



02



03

01 В селькупском селе Фарково на реке Турухан, где хорошо владеющих селькупским языком можно сосчитать по пальцам, удалось записать историю жизни на два с половиной часа. 02 Летом 2013 г. экспедиция нашла в лице хозяина селькупского стойбища в среднем течении речки Тольки не только компетентного носителя селькупского языка, но и начинающего шамана — а ведь уже лет пятнадцать о шаманах у селькупов никто не слышал. 03 В селе Ратта на Верхнем Тазе информант на замечательном селькупском языке произнес похвальное слово многоязычию, объяснив, почему знать два языка — свой и русский — лучше, чем перейти на русский, забыв свой.

С каждым новым поселком у нас появляется новый фрагмент большой мозаики языковой ситуации Сибири. Несмотря на выявляемые общие черты, ситуация практически в каждом населенном пункте имеет свою специфику, и эту специфику необходимо учитывать для оценки сегодняшнего состояния и перспектив дальнейшего существования автохтонных языков на данной территории.

Русское дореволюционное крестьянство умело и любило читать. Усваивали церковнославянскую грамоту по Псалтири и Часослову, а развлекались чтением лубков

текст	Александра Плетнева
	кандидат филологических наук, Институт русского языка РАН
маргиналии	Тимофей Яржомбек

Язык крестьянской грамотности

Когда речь заходит о том, как в XIX веке учили детей, наша память сразу предлагает картинку дворянского быта с гувернером французом, немцем или англичанином, отцовской библиотекой и домашним музицированием. Такой образ детства зафиксирован в огромном количестве мемуаров и воспринимается как единственно возможный. Эта картинка имеет отношение к детским годам нескольких процентов от общего числа жителей России. А подавляющее большинство — крестьяне и мещане, которых, согласно переписи 1897 года, было 87%, училось совсем иначе.

До недавнего времени мы представляли себе русское дореволюционное крестьянство как практически неграмотное. Однако анализ этнографических данных, мемуарных и литературных свидетельств заставляет несколько пересмотреть это представление. Дело в том, что вплоть до начала XX века в деревнях сохранялся восходящий к Средневековью способ обучения грамоте, когда детей учили не по привычным нам русским букварям, а по Псалтири и Часослову.

То есть крестьяне усваивали церковнославянскую грамоту, а русской учились намного реже. Люди, которых учили читать таким образом, могли читать Псалтирь по покойнику или петь на клиросе, но испытывали определенные сложности при чтении книг, написанных на русском литературном языке. Как же выглядело обучение грамоте? Читать учили по складам, то есть сначала буквы назывались по именам, потом читался целый слог, а потом все слово. Слово «блаженъ» в процессе обучения читалось так: «буки-люди-аз» — «бла», «живете-есть-наш-ер» — «жен» — «блажен».

Постеры для крестьянских изб

Основным развлекательным чтением людей, учившихся читать по церковным книгам, были лубки. Лубки — это гравированные листы, которые вешались на стенку (вариант современных постеров), или же гравированные книги. Лубки распространялись гигантскими тиражами, о которых русские классики и мечтать не могли. Если, например, тираж пушкинского «Современника» никогда не превышал 600 экземпляров, то

тиражи разносимых по всей стране лубочных изданий измерялись многими тысячами. Собирать и исследовать лубки начали уже довольно давно, но изучали их исключительно как произведения изобразительного искусства, считая, что помещенные под картинками тексты являются скорее элементами декора, чем особым видом словесности. И получилось так, что лубок выпал из истории русского языка и литературы.

При знакомстве с лубками бросаются в глаза языковые отличия лубочных текстов от созданных в то же время произведений русской классической литературы. Язык лубка, с одной стороны, сильно славянизирован, а с другой, — в нем встречаются просторечные выражения, невозможные в литературных текстах. Современному человеку трудно себе представить читателя, для которого подобное сочетание «славянщины» с говором ярмарочной площади понятно и органично. Однако не следует забывать, что тот литературный язык, к которому мы привыкли, окончательно сформировался лишь на рубеже XVIII и XIX веков. Еще в начале XIX века трудности при чтении на «новом»

«Словоерс»

С чтением по складам связано появление слова «словоерс» (так называли частицу «съ», которая прибавлялась к словам как знак некоторого заискивания перед собеседником — «хорошо-съ», «понимаю-съ», «сделаем-съ»). Слово «словоерс» представляет собой произношение по складам этой самой частицы «съ» — «слово-ер-с» — «словоерс».



Из воспоминаний крестьянина И.С. Карпова (кон. XIX в.)

«Все были неграмотные, а мама какими-то судьбами научилась славянским буквам и умела складывать слова и стала меня учить алфавиту: аз, буки, веде, глаголь, добро, есть, живете, зело, земля, иже, и, како, люди, мыслете, наш, он, покой, рцы, слово, твердо, ук, ферт, хер, кси, пси, ер, еры, юс, фита, ижица. Это мне, малышу, было под силу. А вот складывать слова долго не мог научиться, но наконец одолел и эту премудрость. Например, как сложить слова: Иван, Степан, Семен. Иже-веди-аз-наш-ер — Иван. Слово-твердо-есть-покой-аз-наш-ер — Степан. Слово-есть-мыслете-есть-наш-ер — Семен. Приходилось складывать слова и читать очень медленно. Сначала учили из Псалтири «Блажен муж»: буки-люди-аз-живете-есть-наш-ер — блажен, мыслете-ук-живете-ер — муж. Мама часто при свете лучины садилась с Псалтирью и пальцем водила по буквам».



Из воспоминаний актера М.С. Щепкина (1788–1863 гг.)

«Едва мне исполнилось шесть лет, как я уже всю премудрость выучил, то есть Азбуку, Часослов и Псалтирь; этим обыкновенно тогда и оканчивалось все учение, из которого мы, разумеется, не понимали ни слова, а приобретали только способность бегло читать церковные книги. Помню, что при перемене книги, то есть когда я окончил Азбуку и принес в школу первый раз Часослов, то тут же принес горшок молочной каши, обернутый в бумажный платок, и полтину денег, которая как дань, следуемая за ученье, вместе с платком вручалась учителю. Кашу же обыкновенно ставили на стол и после повторения».



Как учили читать А.М. Горького

«— Видишь фигуру? Это — аз. Говори: аз! Буки! Веди! Это — что?
— Буки.
— Попал! Это?
— Веди.
— Врешь, аз! Гляди: глаголь, добро, есть, — это что?
— Добро.
— Попал! Это?
— Глаголь.
— Верно! А это?
— Аз. <... >
Он долго гонял меня по алфавиту, спрашивая и в ряд и вразбивку: <... >
Вскоре я уже читал по складам Псалтирь; обыкновенно этим занимались после вечернего чая, и каждый раз я должен был прочитать псалом.
— Буки-люди-аз-ла-бла; живете-иже-же блаже; наш-ер-блажен, — выговаривал я, водя указкой по странице, <... > он знал его (Псалтирь) почти весь на память, прочитывая, по обету, каждый вечер, перед сном, кафизму вслух и так, как дьячки в церкви читают Часослов».



Письмо брату, написанное крестьянским мальчиком И.К. Малейным (кон. XIX в.)

«Единожды ходящу ми по Богоспасаемому граду Тфери и перешедши реку, именуемую Волгу, егда уклонихся на шую страну, узрех аз пса лежаща, вельми черна и зело страшна, очи имуще смежени, ноги же протяжени, длина его яко два лактя, высота же один лакоть, и нача по обычаю со скоростию велиею уклонятися на десную страну, и се сретоста мя два мужа и рекоста ми: «Не бойся, господине, лежашь пес умре»; и, возымех дерзновение, приблизився ко псу и егда увидехъ его умерша, возблагодарихъ Господа и с миром поидохъ далее».



литературном языке испытывали не только крестьяне, но и воспитанные на французских романах провинциальные барышни, как, например, пушкинская Татьяна:

Она по-русски плохо знала,
Журналов наших не читала,
И выражалася с трудом
На языке своем родном.

На протяжении почти всего XIX века русский литературный язык оставался, по выражению Г. О. Винокура, социальным диалектом образованной части общества. А массовая литература, доступная широкому читателю, была написана на другом варианте русского языка, который и представлен в лубках. Кстати сказать, и пушкинская Татьяна читала лубочные издания. Сонник Мартина Задеки, который она просматривала, чтобы понять свой сон,— это лубочная книга.

В России любят унифицировать все, что связано с культурой. Наблюдение за тем, чтобы в империи существовал только один вариант литературного языка, было обязанностью Цензурного комитета. Почему же лубки прошли мимо внимания цензоров? Объяснение простое. Согласно цензурному уставу, государственной цензуре в первую очередь подвергались тексты, которые печатались с типографского набора. Гравированные издания цензура рассматривала как изображение, а на текст серьезного внимания не обращала. Цензоры следили в основном за тем, чтобы не допустить тиражирования картинок непристойного содержания, а также чтобы лики Христа, Богородицы и святых соответствовали нормам иконографии. Поэтому лубочные книги не исправляли под общелитературный стандарт. Лишь в 1839 году Николай I потребовал, чтобы лубки цензурировались так же, как и остальные литературные произведения. В результате начался постепенный процесс приближения языка лубочных текстов к литературной норме. Однако читатели не были готовы к заметным переменам, поэтому издатели всячески тормозили процесс языковой унификации и лубочная традиция сохраняла свою языковую самобытность.

Антология актуальных банальностей

Лубки рассказывали обо всем, что только могло заинтересовать читателей. Здесь можно было прочитать о современных событиях (о Мексиканском землетрясении, походах Суворова или европейском путешествии царевича Павла Петровича), о далеком прошлом (о походах Александра Македонского, Куликовской битве, крещении Руси), о перипетиях священной истории, святых местах, смертных грехах и еретических учениях. Лубок не только обогащал своего читателя новыми, ранее неизвестными фактами, но и развлекал его. Существуют лубочные сказки, прозаические пересказы былин, песни и площадные присказки. В лубочной письменности бытуют гороскопы и гадательные книги. В некотором роде сумма лубочных текстов представляет собой прообраз популярного массового журнала, рассказывающего обо всем и ни о чем. Лубочные тексты оказываются, таким образом, уникальным источником, характеризующим массовое сознание XVIII – XIX вв., антологией банальностей или общих мест, позволяющих охарактеризовать ментальность их читателей.

Образованные современники, естественно, относились к лубку с огромным презрением. Еще Сумароков иронизировал

по поводу простонародных писателей, умеющих только читать по складам («Лишь только ты склады немного поучи // Изволь писать «Бову», «Петра Златы Ключи»). Но особенно раздражал факт существования лубка тех литераторов, которые мечтали просвещать народ. Они искренне недоумевали, почему народ любит лубочные издания, а их книги как-то не очень. Некрасов мог сколько угодно мечтать о том времени, когда крестьянин «Белинского и Гоголя с базара понесет», но в составленном им перечне книг, которые несет с базара русский крестьянин, перечислены исключительно лубки:

Купец со всем почтением,
Что любо, тем и потчует
(С Лубянки — первый вор).
Спустил по сотне Блюхера,
Архимандрита Фотия,
Разбойника Сипко.
Сбыл книги: «Шут Балакирев»
И «Английский милорд»...
Легли в коробку книжечки,
Пошли гулять портретики
По царству всероссийскому,
Покамест не пристроятся
В крестьянской летней горенке,
На невысокой стеночке...
Черт знает для чего!

Некрасов перечисляет хорошо известные лубочные книги и картинки, которые выходили многими изданиями. Здесь и лубочный портрет прусского генерал-фельдмаршала Г.-К. Блюхера, и портрет архимандрита Новгородского Юрьевского монастыря Фотия (Спасского) и «Повесть о приключении аглицкого милорда Георга и о бранденбургской маркграфине Фридерике Луизе» — обработка рукописной повести, относящейся к середине XVIII века (повесть перепечатывалась вплоть до 1918 года), и сборники анекдотов о И. А. Балакиреве, ставшем при Анне Иоанновне шутом, и истории об авантюристе, выдававшем себя за капитана И. А. Сипко.

К лубочной поэтике обращалась практически вся патриотическая агитация военного времени — от антинаполеоновских листовок («Растопчинских афишек»), до листовок времен Русско-японской и Первой мировой войны. К лубку прибегала и оппозиция. Среди нелегальных революционных изданий встречаются стилизации под народную благочестивую литературу, например «О мученике Николае и как должен жить человек по закону правды и природы». Вопреки ожиданиям читателя, речь в этом листке идет не о христианских подвижниках, а о Николае Чернышевском. Другой текст, хотя и имеет заголовок «Слово на Великий Пяток пресвященного Тихона Задонского, Епископа Воронежского. О правде и кривде» (Женева, 1875), был, вопреки заглавию, написан не священником Тихоном Задонским, а народником Сергеем Кравчинским.

Лубочная письменность пережила «хождение в народ» лишь на несколько десятилетий. Расширение сферы использования литературного языка привело к тому, что языковая граница между языком классической и массовой литературы постепенно исчезала. Окончательно она исчезла в результате послереволюционной кампании по ликвидации неграмотности, когда архаическая система обучения чтению по церковнославянскому букварю окончательно прекратила свое существование.

01
«Блинница» (втор. пол. XVIII в. — перв. пол. XIX в.)
Пожалуй поди прочь отъ меня, мне дела нет да тебя пришелъ за жепу хватаешъ блиновъ печь мешаешъ за жепу хватать невелеть длятого что блины подгорять я тотъ часъ резонъ сышу сковороднемъ хвачю мне хоте и стыдно а те будетъ уже обидно, я вить васъ незнамаю, а не отъодешь сковородникомъ замараю (.) твоя воля изволь бить дай только за шейу хватить ибо зело мне показалася миленка, что жепка твоя крутенка нарочна ктебе я пришелъ и шасливъ что одну дома нашель (.) хошя сплoшь всего замарай растворомъ я отого небуду здоровъ толко любовь надо мной покажи вместе собою на постелю спать положи

02
Семь бабъ проштаны дерутца ачто внихъ датово недоберутц<a>
Кнамъ нынешнаго числа нелехкая занесла Сего прелюбодея который трехъ было содея видишли сеи кинжалъ что вштанахъ прежде лежалъ другая кричить я башмакомъ готова драца нечева ибоятца третья гласить неворчи усамои есть ключи ачетыре молодежи мы ради дополицы заштаны все умремъ недадимъ араздеремъ чортъ васъ возми такихъ задорыхъ курвава ... незговорныхъ вида едакою драку лутче лежать оголя сраку жаль одну толко бедняшку что лежить огля ляшку сколько вамъ недраца аетава кинжала должны бояца потому что онъ сердить агде станеть колоть такъ тамо изасвербит

03
Патриотическое воспитание (1812 г.)

Казак:
Прокляты стойте изуверы
за чемъ вы полагали меры
Вроссийскіе града притечь
И вотъ за то теперь нашъ мечъ
Вас всех разить губить карать
И станеть злобно умерщвлять

Французъ:
О пане мои и господини
уими твой гневъ меня покини
я гибну ай пардонъ пардонъ
Молю не тронь меня не тронь
И тутъ казакъ ему въ ответъ
Молчать тебе пощады нетъ

Другой французъ:
Ай ай пусти я умираю
Последни вопли изпущаю
О добрый мой камрать пустижъ
Мы скоро все уйдемъ въ парижъ
Ты видишь мой несчастный стонъ
Сей часъ умру пардонъ пардонъ

Другой казак:
Ахъ мерзкой ты и тутъ дерзаешъ
И тутъ еще ты раздражаешъ
Мольбе не слушаетъ врага
И вотъ отведай нашихъ пикъ
Не добре знать нашъ русской штыкъ

04
О хамелеоне звере
хамелеонъ зверь своиствомъ ничимъ инымъ питатіся точию ответра. і имеетже обычаи непрестанно во дни и внощи вся места переходити. ксвоему месту какова цвета приблизится, втаи цветъ и применяется і тако тои во всякие цветы изменяется прилагание: темъ являеть. яко много. члвцы склкіми дружбаство сотворят изнаемость сочинятъ нато время и обычаи приемлютъ

05
Баня (XVIII в.)
Злесь имеецца полза у ково на брюхе вши ползають лечать: и правять и лехкимъ паромъ парять

В ноябре 2014 года исполнилось сто лет термину «научно-фантастический». Ввел его выдающийся популяризатор науки Яков Исидорович Перельман

текст	Анна Петрова
иллюстрация	Виктор Меламед
маргиналии	Маша Сусидко (Manun)



Имея несколько ламповых стекол разной формы, но с одинаковыми отверстиями, вы сможете проверить и другой закон, относящийся к жидкостям, а именно: давление жидкости на дно сосуда зависит только от площади дна и высоты уровня, от формы же сосуда оно совершенно не зависит. Проверка будет состоять в том, что вы проделаете описанный сейчас опыт с разными стеклами, погружая их на одну и ту же глубину (для чего надо предварительно приклеить к стеклам бумажные полоски на равной высоте). Вы заметите, что кружок вся-

кий раз будет отпадать при одном и том же уровне воды в стеклах (рис. 54). Значит, давление водяных столбов различной формы одинаково, если только одинаковы их основание и высота. Обратите внимание на то, что здесь важна именно высота, а не длина, потому что длинный наклонный столб давит на дно совершенно так же, как и короткий отвесный столб одинаковой с ним высоты (при равных площадях оснований).

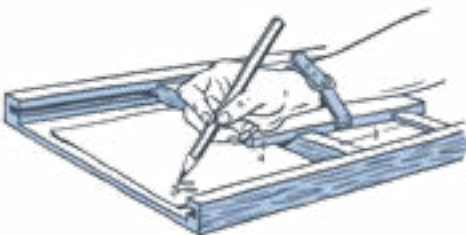


Копейка, которая в воде не тонет, существует не только в сказке, но и в действительности. Вы убедитесь в этом, если проделаете несколько легко выполнимых опытов. Начнем с более мелких предметов — с иголок. Кажется невозможным заставить стальную иглу плавать на поверхности воды, а между тем это не так трудно сделать. Положите на поверхность воды лоскуток папиросной бумаги, а на него — совершенно сухую иглоку. Теперь остается только осторожно удалить папиросную бумагу из-под иглы. Делается это так: вооружившись

другой иглой или булавкой, слегка погружают края лоскутка в воду, постепенно подходя к середине; когда лоскуток весь намокнет, он упадет на дно, игла же будет продолжать плавать. При помощи магнита, подносимого к стенкам стакана на уровне воды, вы можете даже управлять движением этой плавающей на воде иглы.

При известной сноровке можно обойтись и без папиросной бумаги: захватив иглу пальцами посредине, уроните ее в горизонтальном положении с небольшой высоты на поверхность воды.

традиции



Писать в вагоне па ходу поезда трудно лишь потому, что толчки на стыках рельсов передаются бумаге и кончику пера не одновременно. Если устроить так, чтобы бумага и перо получали сотрясение в одно и то же время, они друг относительно друга будут в покое и письмо на ходу поезда не составит никакого затруднения.

Это и достигается благодаря прибору, изображенному на рисунке. Рука с пером пристегивается к дощечке а, могущей передвигаться в пазах по планке b; последняя в свою очередь

может перемещаться в пазах дощечки, лежащей на столике в вагоне. Рука, как видим, достаточно подвижна, чтобы писать букву за буквой, строку за строкой; вместе с тем, каждый толчок, получаемый бумагой на дощечке, в тот же самый момент и с такой же силой передается руке, держащей перо. При таких условиях письмо на ходу поезда становится столь же удобным, как и в неподвижном вагоне; мешает лишь то, что взгляд скользит по бумаге рывками, так как голова и рука получают толчки не одновременно.

Рабские импульсы

Нельзя не усмотреть эмпирической связи между отменой крепостного права в России и стремительным, необыкновенным, невиданным в истории развитием техники и технологий. Не то что бы бывшие крепостные шагнули в науку и изобретательство — нет, среди ученых людей подавляющее большинство были разночинцы и дворяне; но бесплатный труд исчез из жизни, рабов надо было кем-то заменить — и механические устройства идеально подходили для этой роли.

Поначалу, конечно, в одних мечтах подходили. Но к 1914 году свободные умы придумали почти все, чем пользуется или даже от чего рабски зависит спустя сто лет сегодняшняя цивилизация, кроме разве микроволновой печи. Это уже не говоря о прогрессе фундаментальной науки.

А многое не только придумали, но и сделали. Автомобили? Американец Генри Форд шесть лет как выпускает их на конвейере. Самолеты? Те же шесть лет бразилец Альберто Сантос-Дюмон ведет серийное производство аэропланов. Телевидение? Русский Борис Розинг в 1911 году провел первую в мире телепередачу. В США повсюду работает бытовая электрическая сеть, как сейчас, с розетками, и профессия прачки уходит в историю, потому что домохозяйства обзаводятся стиральными машинами, а еще кухонными плитами и вентиляторами; в 1913 году появился первый бытовой холодильник. В одно время с холодильником Зигмунд Фрейд выпустил свою важнейшую работу «Тотем и табу», а Нильс Бор предложил свою модель атома.

В общем, научно-технические перемены, случившиеся за пятьдесят с небольшим лет с отмены крепостного права до 1914 года, были, видимо, куда более значительными, нежели в следующие сто лет.

Вполне понятно, почему люди стали думать, будто их разуму все подвластно, будто вот, еще немного, и новые, коллективные Адам и Ева попадут в рай, созданный их собственными руками и талантом, рай, где не будет нужды в древе познания. Эйфория в обществе в связи с научно-техническим



Зная, что прованское масло плавает в воде, но тонет в чистом спирте, вы легко можете приготовить такую смесь, в которой масло не тонуло бы и не всплывало. Введите в эту смесь посредством шприца немного масла — и вы увидите, что масло соберется в большую, совершенно круглую каплю, которая будет неподвижно висеть внутри жидкости.

Пропустите через центр жидкого масляного шара длинную деревянную зубочистку и вращайте ее как ось. Масляный шар примет участие в этом вращении, начнет сперва сплющиваться под дей-

ствием центробежной силы, а затем, через несколько секунд, отдели от себя кольцо. Разрываясь на части, кольцо образует не бесформенные куски, а шарообразные капли, которые продолжают обращаться вокруг центрального шара как планеты вокруг Солнца.

Это не простое сравнение, но точное подобие процесса образования планет из первичной туманности.

прогрессом была, надо полагать, полнейшая, и опьяненным людям хотелось идти вровень с ним, по крайней мере, сколько-нибудь следить за тем, что творится.

Но это желание запоздало: к началу прошлого века наука ушла так далеко вперед, что простому человеку для понимания ее проблем нужно было совершить сверхусилие. Да и универсальные гении, то есть ученые, способные совершать открытия одновременно в разных отраслях знания, повывелись: специализация стала, как правило, более важным элементом научной карьеры, нежели природная сообразительность.

Любознательным людям оставалось удовлетворять свои позитивистские запросы научно-популярным и авантюрно-познавательным чтением, чтобы из пары абзацев выяснить, как на самом деле образовались во Вселенной миры.

Звездочки с неба

Петр Петрович Сойкин, первый издатель «Занимательной физики» Якова Перельмана, стал одним из крупных бенефициаров этой важной потребности людей. Вот он-то как раз был из крепостных, но сумел получить хорошее образование, сделать быструю карьеру по бухгалтерской линии — и вовремя переключиться на собственный бизнес, весьма, надо сказать, успешный.

Петр Сойкин выпускал научно-популярный журнал «Природа и люди», а к журналу — приложения в виде книжных серий, часть из которых была как раз научно-разъяснительная, а часть — художественно-познавательная. Среди авторов научно-разъяснительных книг — будущие академики Ферсман, Николай Вавилов, Марр, Бехтерев, а также Пришвин, Менделеев, Мичурин и многие другие. Художественно-познавательные книги издательства Сойкина были главным образом переводные: Жюль Верн, Эдгар Алан По, Конан Дойль, Герберт Уэллс, Киплинг и им подобные.

Яков Перельман стал ответственным секретарем в журнале «Природа и люди» в 1904 году, отвечал он и за выпуск книг, а Конана Дойла даже и перевел. К Петру Сойкину он попал по протекции стар-



Перед вами два кофейника одинаковой ширины: один высокий, другой — низкий. Какой из них вместительнее? В какой из этих кофейников можно налить больше жидкости?

Многие, вероятно, не подумав, скажут, что высокий кофейник вместительнее низкого. Если бы вы, однако, стали лить жидкость в высокий кофейник, вы смогли бы налить его только до уровня отверстия его носика — дальше вода начнет выливаться. А так как отверстия носика у обоих кофейников на одной высоте, то низкий кофейник оказыва-

ется столь же вместительным, как и высокий с коротким носиком.

Это и понятно: в кофейнике и в трубке носика, как во всяких сообщающихся сосудах, жидкость должна стоять на одинаковом уровне, несмотря на то, что жидкость в носике весит гораздо меньше, чем в остальной части кофейника. Если же носик недостаточно высок, вы никак не нальете кофейник доверху: вода будет выливаться. Обычно носик устраивается даже выше краев кофейника, чтобы сосуд можно было немного наклонять, не выливая содержимого.

традиции

шего брата Осипа и, прежде чем перейти на постоянную работу, опубликовал в журнале несколько научно-популярных заметок, главным образом астрономического содержания. Младший Перельман, собственно, и карьеру просветителя начал со звезд — падающих: «Гродненские губернские ведомости» в 1899 году опубликовали его статью (не предполагая, что ему всего 17 лет) о метеоритном дожде — молодой автор объяснял, почему не стоит связывать это частое астрономическое явление с наступлением конца света. Такое тогда бытовало мнение.

Рукопись «Занимательной физики» Перельман принес Сойкину в 1910 году, но тому было недосуг взяться за ее чтение целые два года. Зато как прочел — отправил за Перельманом курьера, предложил контракт на 200 рублей и поскорей выпустил книгу.

В предисловии Перельман не скрывает, что заимствовал опыты и иллюстрации к ним у известных популяризаторов науки прошлого и что на первый план он выдвинул занимательность, чтобы книга могла служить целям умственного развлечения. Петр Сойкин хорошо чувствовал нужды читателей: первое издание допечатывалось по просьбам книгопродавцев полтора десятка раз.

Через три года Перельман выпустил расширенную и дополненную версию «Занимательной физики», в двух книгах, после чего переиздания ее выходили с частотой примерно раз в полтора года; до 1934 года Перельман продолжал вносить в книгу изменения, чтобы поспевать за научным прогрессом.

Популярность «Занимательной физики» оставалась очень большой все советское время, сам же Яков Перельман умер от голода в блокадном Ленинграде в 1942 году.



Всем, вероятно, приходилось видеть портреты, которые не только смотрят прямо на нас, но даже следят за нами глазами, обращая их в ту сторону, куда мы переходим. Эта любопытная особенность таких портретов издавна подмечена и всегда казалась многим загадочной; нервных людей она положительно пугает. У Гоголя в «Портрете» прекрасно описан подобный случай:

«Глаза вперились в него и, казалось, не хотели ни на что другое глядеть, как только на него... Портрет глядит мимо всего, что ни есть вокруг,

прямо в него, — глядит просто к нему вовнутрь...»

Немало суеверных легенд связано с этой таинственной особенностью глаз на портретах (вспомните тот же «Портрет»), а между тем разгадка ее сводится к простому обману зрения.

Все объясняется тем, что зрачок на этих портретах помещен в середине глаза. Именно такими мы видим глаза человека, который смотрит прямо на нас; когда же он смотрит в сторону, мимо нас, то зрачок и вся радужная

оболочка кажутся нам находящимися не посредине глаза, но несколько перемещенными к краю. Когда мы отходим в сторону от портрета, зрачки, разумеется, своего положения не меняют — остаются посредине глаза. А так как, кроме того, и все лицо мы продолжаем видеть в прежнем положении по отношению к нам, то нам, естественно, кажется, будто портрет повернул голову в нашу сторону и следит за нами.

Россия — страна европейской культуры с восточной политической традицией

ответы	Юрий Пивоваров
	директор Института научной информации
	по общественным наукам (ИНИОН РАН),
	академик
вопросы	Сергей Лесков
фотография	Иван Ерофеев

Сергей Лесков Юрий Сергеевич, можно сказать, что 2014 год войдет в учебники истории как год Украины. Но было ли предопределено столь решительное расхождение России и Украины?

Юрий Пивоваров В центре Москвы и в центре Киева стоят два совершенно разных памятника. На Красной площади — Лобное место, на Подоле — колонна Магдебургского права. И это глубоко символическое расхождение. У русских государств, вышедших из Киевской Руси, в Средние века было несколько вариантов развития. Литовское княжество, западнорусские княжества, Великий Новгород строили модели, схожие европейским сценарием.

Но выбор Москвы жесткой модели централизованной власти по ордынскому типу был определен в том числе и терпимым отношением монголов к православию и, одновременно, угрозами католицизма с Запада, который исповедовал прозелитизм. Почему Александр Невский, взявший верх над рыцарями в локальных стычках, уже пять веков святой, а Дмитрий Донской, который одержал несравненно более важные победы, причислен к лику святых только в наше время? Не потому ли, что Александр Невский не пустил католиков, но нещадно подавлял антиордынские восстания? Дмитрий Донской по святости стоит ниже: при всем его огромном значении для защиты русских городов, подвига во имя веры он не совершил, ибо веротерпимые монголы православию не угрожали.

И вот Украина не хочет в Евразию, в Орду. Украина хочет в Европу. Я много раз бывал в Киеве и могу сказать, что эта идея сплачивает все слои общества. Среди прочих и она привела к Майдану. Следует помнить, что Украина в современных границах — искусственно созданное Лениным и Троцким образование. Но сегодня она приобрела общую идею, увы — антирусскую, что парадоксально, поскольку ее провозглашают люди, которые говорят по-русски.

Конечно, в Киеве против России поработали Европа и Америка. Польский лидер Александр Квасьневский, выросший в среде коммунистической элиты, говорил, что любому европейскому государству выгодно, чтобы Украина рассталась с Россией. Но мы не знаем, чем закончатся попытки Украины построить европейскую демократию и экономику. Граждане Украины в своем большинстве — советские люди. Мало того, по советскому опыту мы помним, что именно Украина выдвигала самые консервативные кадры.

Сергей Лесков Вы сделали акцент на том, что мы — советские люди. Так ли уж это важно?

Юрий Пивоваров Существует много рассуждений о природе советского человека. Мне представляется, важнейшая его черта — потеря способности к самоорганизации. В октябре 1905 года после Манифеста Николая II о политических свободах в России, как грибы, в короткое время возникло множество партий, объединений, профсоюзы. Сейчас такая способность утеряна, а власть дожимает последние ростки самоорганизации. В начале XX столетия в России существовало гражданское общество. Но разве можно считать социальным прогрессом то, что через 100 лет, в начале XXI века гражданское общество выродилось и дышит, как Общественная палата, только по разрешению власти?

Вообще отсутствие серьезной оппозиции — болезненная проблема нынешней России. Если гражданское общество не консолидируется, не встанет на ноги, это может привести к политическим потрясениям. Мне кажется, власть не понимает, что отсутствие цивилизованной и структурированной оппозиции ослабляет государство и делает его уязвимым. Авторитаризм в современном мире — путь к социальному взрыву, на поверхность могут выйти погромные силы. Ничуть не лучше другой сценарий: внутреннее разложение власти, как в 1917 году, когда вверху оказались, по существу, случайные и совершенно аморальные люди.

Известны два социальных типа общества — эволюция, то есть усиление внутренних связей, и инволюция, то есть деградация и упрощение. Мне представляется, что в России складывается третий тип — общество неразвития. Это не эволюция, и не деградация. Но и не стабильность. Это пребывание между жизнью и смертью в ожидании всегдашнего русского чудесного избавления.

Сергей Лесков При поддержке президента в 85 % возникновение массовой политической оппозиции кажется утопией.

Юрий Пивоваров Не забывайте, есть еще 15 %, которым не нравятся действия власти. Это очень много! В 1917 году Февральская революция провалилась, потому что в России было только 2–3 миллиона человек, которые

хотели жить по демократическим европейским правилам. Но сейчас европейцев в России гораздо больше! Единственное, чего им не хватает,— политической силы и организации. Приходится бегать на поклон к губернатору.

В европейских университетах я вижу людей, которых невозможно по образу мысли или по одежде отличить от русских. Я уверен, что Россия — часть Европы. Россия — европейская страна, и нынешнее отдаление — временно. Исторический опыт говорит, что Россия неуклонно движется в сторону Европы. Именно в Европе, не на Востоке, лежат наши главные, коренные интересы. И, конечно, нам надо как можно скорее преодолеть тенденцию к изоляции, которая намечается в последнее время. А Китай лишь использует нас для своих целей. Как бы не вышло по Бродскому — «эта местность мне знакома как окраина Китая».

Сергей Лесков Разве в русской истории бывало, чтобы страна поднималась по инициативе масс? Передовые реформы шли сверху...

Юрий Пивоваров Были такие периоды! Лучшее время в истории России — вторая половина XIX — начало XX века. Россия доказала свою способность к самоорганизации и самоуправлению. Если бы общество было инертно, разве возникли бы земства, профсоюзы, россыпь политических партий. Темпы экономического роста были самыми высокими в мире. Расцветали культура и наука. Железных дорог было построено чуть ли не столько же, сколько за все годы советской власти. Россия осталась единственной страной, которая во время Первой мировой войны не ввела карточную систему.

Сергей Лесков Мне кажется, что при всей схожести России с европейскими странами нас чрезвычайно раздражает то, что Европа позволяет себе разговаривать с Россией в менторском тоне...

Юрий Пивоваров На Западе часто говорят, что Россия возвращается к старым ценностям, потому что у нас не было своего Нюрнбергского процесса. Нет, был — XX съезд партии и оттепель. Как бы ни усложнились отношения с Западом — это временные проблемы. Какие бы противоречия нас ни разделяли, нельзя забывать, что большинство удачливых обществ в современном мире — христианские страны, к ним же принадлежит и Россия. Догматы христианства переносятся на социальную жизнь, оставляя за человеком свободу выбора.

Возвращаясь к родовым чертам советского человека, которого воспитывали в условиях тотального атеизма, нельзя не заметить противоречия между типом личности и социальными нормами. Советскому человеку прививали убежденность в отсутствии первородного греха. То есть собственной вины за происходящее. Отсюда перенесение вины за любые проблемы со своей персоны на кого угодно — буржуазию, соседей, евреев, американцев. Преодоление комплекса советского человека — важнейшая задача русского общества.

Сергей Лесков Вы ученый, а поете осанну христианству...

Юрий Пивоваров Я верующий человек. В Третьяковской галерее есть картина Николая Ге «Что есть истина?». Об этом Понтий Пилат спрашивает Иисуса, тот подавленно смотрит в сторону. Почему не отвечает? Потому что вопрос задан неверно, в христианстве он звучит так: «Кто есть истина?» В центре христианства находится тема личности. И в этом смысле это уникальная религия. Возникновение христианства — поворотный пункт в истории цивилизации. В эпоху Возрождения произошел переворот ценностей: от Богочеловека западное общество перешло просто к человеку. Ощувив себя в центре мира, человек начал изучать этот мир. Научные и географические открытия совершались параллельно. Наука зародилась на Западе и стала универсальным ключом для других обществ.

Крестился я в день Октябрьского переворота 7 ноября 1974 года у отца Дмитрия Дудко. Противоречия с научной работой не вижу. Вера и наука совместимы в одном человеке. Но абсолютно непозволительно в профессиональной деятельности смешивать веру с наукой.

Сергей Лесков

Юрий Пивоваров

Важны ли научные контакты с Западом? Безусловно. Сужу по себе. Я долго оставался невыездным. В Западной Германии, о которой писал диссертацию, первый раз оказался только в 1989 году, когда ломали Берлинскую стену. Сильнейшее потрясение — это была не та страна, про которую я писал, и не тот язык, которому учили в вузе. Поразило, что западные немцы были не в восторге от воссоединения, понимая, что это неизбежно приведет к снижению уровня жизни. Знаете, я и сегодня могу безошибочно отличить восточного немца от западного, хотя они говорят на одинаковом языке. Клеймо «советского человека» еще сильно.

Сергей Лесков

Юрий Пивоваров

Насколько детерминирован исторический процесс? Мы до сих пор не можем разобраться, была ли неизбежна Октябрьская революция? И можно ли было предположить, что недавние головокружительные планы модернизации России окажутся пустой надеждой? И был ли предопределен разрыв России с Западом после двух десятилетий попыток сближения? Кто как не историки занимаются поиском закономерностей развития...

Марксизм-ленинизм претендовал на всеобщее объяснение истории. Но в истории нет единой монопричины, которая диктует ход событий. Для построения точного прогноза мы никогда не сможем узнать все начальные условия, которые влияют на исторический процесс. Поэтому я не верю в прогнозы. У человека всегда остается свобода выбора. Можно говорить только о коридоре возможностей. Сотни причин влияют на исторические процессы. Предугадать события невозможно, в лучшем случае удастся уловить тенденции. Как говорил Александр Зиновьев, история не оставляет следов, она оставляет лишь последствия, которые не имеют ничего общего с причинами, их вызвавшими.

Что касается эволюции нынешней власти, то я не питал иллюзий с самого начала. Первый президент России в 1999 году, подобно царю, указал на наследника престола. И российское общество покорно приняло рекомендацию, доказывая свою неготовность к демократии. Тенденция ущемления и ограничения демократических основ сохранилась, и смешно в 2014 году изображать удивление текущими событиями. Традицией России является персонификация власти, «припиливание» ее к определенному лицу. В Орде был один принимающий решения человек — хан, и через несколько веков император Павел повторял: «В России нет важных лиц, кроме тех, с кем я говорю и пока я с ними говорю». Золотая Орда, самодержавие, коммунистическая система — разные типы одной политической школы. В современной России ключевые решения тоже принимает один человек, иных механизмов мы не знаем.

На Западе власть абстрактна. Сегодня — ты, завтра — другой, но принципы власти сохраняются. Фигура президента США не имеет определяющего значения. Президент Трумэн, который сбросил атомную бомбу на Хиросиму, взял чемоданчик и на автобусе уехал в провинциальный Канзас-Сити. Ангела Меркель живет в обычном районе Берлина в обычной двухкомнатной квартире, где жила до того, как стала канцлером Германии.

Представить себе такую ситуацию в России нелегко и абсурдно. В России не произошло решительного расставания с прошлым, как в странах Восточной Европы. И вообще в России нет традиции спокойной передачи власти, это всегда трагедия. Хотя Хрущев сотворил благое дело и не устранил физически политических противников. И Ельцин тоже не устранил, несмотря на попытку вооруженного восстания. Так что прогресс имеется. Как справедливо подмечено, в России европейская культура, но азиатский тип государства.

Сергей Лесков:

Юрий Пивоваров:

Юрий Сергеевич, из того, что вы говорите, следует естественный вопрос — почему всякий раз, когда Россия подходит к рубежам, за которыми открываются желаемые изменения, случается крах? Как в кинокомедии — украл, выпил, в тюрьму, так и в России — реформы, хаос и развал. Может быть, русским противопоказана свобода и их нельзя оставлять без строгой власти?

Да, это убийственный вывод. И он логически вытекает из анализа общих закономерностей в развитии России. Падение в пропасть произошло в 1917 году и случалось неоднократно в предыдущие и последовавшие эпохи. Было много попыток ответить на этот вопрос, и все неубедительно. Очень уважаемый историк, мой друг, высказал парадоксальную гипотезу о том, что весь путь развития России, начиная с XV века, является ошибкой. А другой замечательный историк считает, что все русские революции — следствие социальной девиации, то есть психических расстройств разных социальных групп. Что же остается — повеситься или на кладбище ползти?

Я сохраняю оптимистичный взгляд на будущее России. В России уже сформировался тип современного человека с приверженностью ценностям цивилизации. Я каждый день встречаюсь с людьми, которые не отличаются от европейцев. Прогрессивно мыслящие люди работают во всех секторах общества, я знаю немало таких и в силовых структурах. Выходят замечательные книги, есть интересные газеты, проводятся дискуссии, работают клубы с политическими площадками. И это никак не напоминает душную атмосферу советской кухни 1970-х годов.

История — это открытый процесс. И будущее зависит во многом от выбора и воли человека. Опыт истории учит: неудача на определенном этапе не означает, что возможность прогресса закрыта навсегда.



Юрий Пивоваров: «Я не верю в прогнозы. У человека всегда остается свобода выбора. Можно говорить только о коридоре возможностей».

