

Наука

4

2015

Расследовано поведение *ледника*, погубившего Сергея Бодрова-младшего —→ 30 без опытного человека хорошего *прогноза погоды* не сделать —→ 7 *автоматический вахтер* распознает посетителей по глазам —→ 26 близость *политических позиций* невозможно скрыть за словами —→ 40 непреодолимое влечение к компьютерным играм вредно, но и *полезно* —→ 17 состояние *государственного бюджета* важней, чем курс рубля —→ 12 *сверхглубокое бурение* ставит под сомнение причину глобального потепления —→ 34



Министерство образования
и науки Российской
Федерации



ПРЕСС-СЛУЖБА ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



01



02



ПРЕСС-СЛУЖБА ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

03

- 01 Заместитель председателя правительства Аркадий Дворкович выступает перед ветеранами Великой Отечественной войны
- 02 Вице-премьер Аркадий Дворкович поздравляет ветерана Ю. А. Эльтекова. Юрий Анатольевич воевал с июня 1941 г. по май 1945 г. на Западном, Ленинградском, Волховском, Сталинградском, Юго-Западном (3-м Украинском) фронтах. Участник обороны Москвы, битвы за Ленинград и Сталинград, сражения на Курской дуге. Участник освобождения Украины, Молдавии, Румынии, Болгарии, Югославии, Венгрии и Австрии в составе 40-го Гвардейского артиллерийского полка 4-го Гвардейского стрелкового корпуса. С июля 1943 г. — командир оружейного расчета. За период 1941–1945 гг. был трижды контужен и трижды ранен. В 1947 г. демобилизован в звании старшего сержанта. Награжден Орденом «Отечественной войны», медалями «За отвагу», «За оборону Ленинграда», «За взятие Вены», «За взятие Будапешта», «За оборону Москвы», «За оборону Сталинграда», «За освобождение Белграда». Председатель ветеранской комиссии Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН
- 03 Ветераны рассказали о том, чем для них была война

В честь Дня Победы

7 мая в Доме Правительства вице-премьер Аркадий Дворкович и руководитель Федерального агентства научных организаций Михаил Котюков встретились за чаепитием с ветеранами Великой Отечественной войны. Вице-премьер поздравил участников боевых действий с 70-й годовщиной Победы. «Для меня большая честь поздравить вас лично с Днем Победы. Я рад вас видеть в добром здравии и хочу сказать большое спасибо за мирное небо у нас над головой. Без вашего подвига мы не смогли бы достичь того, что у нас есть сейчас», — обратился вице-премьер к гостям. Во встрече приняли участие ветераны, которые многие годы проработали в сфере науки, промышленности, энергетики, транспорта, связи, спорта и сельского хозяйства. Среди них были выдающиеся российские ученые Исаак Маркович Халатников, Александр Абрамович Галкин, Юрий Анатольевич Эльтеков и многие другие. Аркадий Дворкович поблагодарил их за вклад в развитие отечественной науки — они в ответ попросили не забывать эту сферу и делать все возможное для ее процветания. Участники встречи поделились своими воспоминаниями о годах войны и дне Великой Победы.



ПРЕСС-СЛУЖБА ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

04 научное фото

04–05 Полезные воронки, уходящие в сверхглубокую древность

06 события

06 биотехнологии
Законность генно-модифицированных организмов прошла первое чтение

07–11 Прогноз плохой погоды на лето: как это делается теоретически и практически

метеорология
Автоматически обработанная информация — всего лишь вспомогательный материал для синоптика, предсказывающего катастрофические погодные явления
физика
Образование дождя: девять уравнений в частных производных на один кубический сантиметр
прикладная математика
Отечественная трехмерная модель осадкообразующего конвективного облака учитывает пространственное распределение электрического заряда
экономика
12 Российские денежные власти сосредоточены на наполнении бюджета, а не на курсе национальной валюты

13 живое

эпизоотология
14–16 Вакцину против африканской чумы свиней оказалось создать сложно из-за сероиммунотипического разнообразия возбудителя
психология
17–18 Тяжелая компьютерная зависимость развивает у геймеров дополнительные когнитивные способности
генетика
19–20 Чем занимается получившая мегагрант лаборатория эволюционной геномики МГУ им. Ломоносова

21 технологии

22–27 Как мозг управляет компьютером

нейроинжиниринг
Интерфейсы мозг — компьютер почти готовы к повседневному использованию
биометрика
С некоторыми функциями человеческого мозга может справиться компьютер с тактовой частотой миллион гигагерц
нейрофизиология
Как имитировать принцип работы реальных зрительных систем
горное дело
27–28 Золотопромышленники создали новый способ переработки особо упорных руд

29 исследования

сейсмология
30–32 Реконструкция схода ледника Колка 20 сентября 2002 года
химия
32–34 Органический синтез теперь можно проводить с атомарной точностью
геофизика
34–35 О глобальном потеплении можно узнать по данным сверхглубокого бурения
педагогика
36 Смирнов и Яценко о концепции математического образования

37 гуманитарии

государственное управление
38–39 Следствие некачественной статистики — теневое муниципальное управление
политология
40–41 Смысловую близость программ политических партий можно измерить
социология
42–43 Богатство — это не большие деньги, а уверенность в завтрашнем дне

44 традиции

зоология
44–45 Московский зоопарк — исследовательский центр со 150-летней историей

46 appendix

химия
46–48 Академик Валентин Пармон: Атомную бомбу создать проще, чем катализатор

«Коммерсантъ-Наука»
4 / 2015, 26.05.2015

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

президент
ИД Коммерсантъ
Владимир Желонкин

генеральный директор
ИД Коммерсантъ
Мария Комарова

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

главный редактор
Андрей Витальевич Михеенков

редакция
Мария Бурас
Анна Грановская
Яна Миронцева
Александр Свиридов
Сергей Петухов

фоторедактор
Наталья Коган

арт-дирекция
Наталья Жукова
Иван Васин
Иван Величко

дизайн
Александр Кольцов

графика
Свят Вишняков

маргиналии
Анна Кольцова

тираж
30 000 экз.
цена свободная

адрес редакции
125080, Москва,
ул. Врубеля, 4

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

Зарегистрировано Роскомнадзором, Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-44744 от 18.04.2011 г.

12+



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

Дыры, уходящие в сверхглубо- кую древность

текст

Андрей Манин

60 лет назад началась история советской алмазодобывающей промышленности — сегодня крупнейшей в мире. Открытое тогда месторождение «Мир» [02] остается главным источником алмазного сырья, хотя открытая добыча там закончилась более десяти лет назад, и в последние пять лет ведется только подземная разработка. Памятником человеческому упорству осталась гигантская воронка, откуда самые большие самосвалы в мире день за днем, в жуткий мороз и сильную жару, вверх по серпантину поднимают алмазную породу.

Вверх породу выбрасывает и личинка муравьиного льва, чьи норки [01] так напоминают воронку месторождения «Мир», — для насекомого это способ охоты. Сбитая добычей сваливается вниз, прямо в зазубренные челюсти личинки.

Любопытно, что трубка «Мир» моложе, чем сетчатокрылые, к которым относятся муравьиные львы: кимберлиты появились в Якутии 70–130 млн лет назад, а крылатые насекомые — в пермском периоде, закончившемся примерно 250 млн лет назад.



DAVE TEFFT

01



02

Муравьиный лев, символ несовершенства человека

В раннехристианском трактате «Физиолог» фантастические животные выступают символами человеческих грехов. Двуприродный мирмиколон, муравьиный лев, имеет переднюю часть льва и заднюю — муравья; его отец питается мясом, а мать ест зерно; и когда они рожают потомка, он не может есть мяса, ибо это противно природе его матери, но не может есть и зерна, ибо это противно природе его отца.



«Не этот ли камушек вас интересует»

Кимберлитовую трубку «Мир» открыли 13 июня 1955 года геологи Екатерина Елагина, Владимир Авдеенко и Юрий Хабардин.

«Смертельно усталые, опустились [Елагина и Хабардин] на правом склоне лога передохнуть и подвести неутешительные итоги дня. На противоположном склоне лога за безлистными серыми кустарниками виднелся коротенький отвершек, днем оставшийся незамеченным. Что-то подталкивало пойти и осмотреть отвершек, промыв по пути из лога по самому последнему шлиху. Геологическими молотками нагребли пробы и наполнили свои лотки. Поблизости отыскали большую лужу и принялись за промывку. Постепенно в шлихе стали проглядывать чешуйчатые пластинки серебристо-голубоватой окраски, с каждым встряхиванием лотка их количество увеличивалось. А вокруг все сохраняло обычные очертания, по-вечернему спокойной стояла молчаливая тайга, и такая была звенящая тишина, что страшно стало произносить вслух мало пока еще знакомое слово, озарившее как внезапная, но окончательно не осознанная догадка...

На склоне отвершка росла высокая лиственница, оползень обнажил ее корни, лиса прорыла под ними глубокую нору. Вечернее солнце освещало отвершек, делая издали заметной разбросанную под деревом голубоватую породу. Тут только как само собой разумеющееся в сознании

вдруг промелькнуло — да ведь это и должна быть легендарная «синяя земля»!

А взгляд уже приковал к себе маленький обломок, валявшийся среди голубеющих развалов. В последних солнечных лучах ярко вспыхнул и, словно живая капелька крови, загорелся заключенный в нем красный огонек пироба. Мы рванулись вперед, упав к корням дерева и руками касаясь обломка. Осторожно передавали его из рук в руки, не способные произнести ни звука, тщетно пытались разглядывать в лупу, но, кроме включенного в твердую породу красного глазка пироба, ничего больше не замечали. А в сознании уже поселялась уверенность: перед нами был действительно кимберлит!..

Нашему маленькому коллективу выпала редкостная удача — первыми поднять обломок кимберлита из получившего мировую известность богатейшего месторождения алмазов, послужившего образованию совершенно новой в стране отрасли — алмазодобывающей промышленности.

...раздался призывный клич [рабочего-якута] Серафима Жукова. Он стоял на борту канавы, держал на весу лопату с кимберлитовой дресвой и с хитринкой во взоре спрашивал: «Не этот ли камушек вас интересует?» На лопате красовался ослепительно сверкающий крупный алмаз — первый, найденный в кимберлитовой трубке.» — Из книги Екатерины Елагиной «Алмазные экспедиции» (М.: ООО «Издательский дом «Полярный круг» 2003)



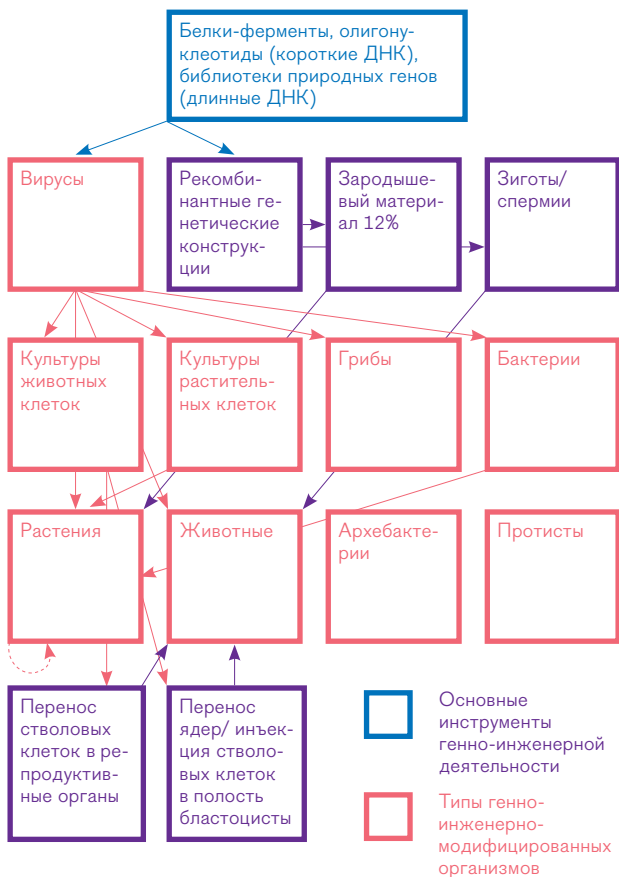


ГМО — генетически модифицированный организм — растение или животное (или любой иной организм), геном которого был искусственно изменен.

»»» 24 апреля Госдума приняла в первом чтении законопроект, подготовленный Министерством образования и науки Российской Федерации, запрещающий выращивать и разводить генно-модифицированные растения и животных на территории Российской Федерации. Нельзя будет и использовать для посева семена растений, полученных методами генной инженерии. Исключение делается только для проведения экспертиз и научных исследований. Импортеры генно-модифицированных существ и продукции должны будут пройти процедуру регистрации, а правительство получает право запрещать их ввоз по результатам мониторинга их воздействия на человека и окружающую среду.

России невыгодно тормозить научные разработки по ГМО

рис. 01 —————> Методики генной модификации



«Тема генно-модифицированных продуктов очень тенденциозна и политизирована. Наука свою роль уже сыграла, создав ГМ-организмы и доказав их безопасность. Генные технологии широко применяются в науке и промышленном производстве, в том числе продуктов питания. Замена им сегодня нет, безопасность при их применении значительно выше, чем при использовании увеличенных количеств удобрений, гербицидов и инсектицидов.

В России открыт вопрос о процедуре регистрации ГМ-организмов, которая необходима для посева ГМ-семян и разведения ГМ-животных. В этом я вижу угрозу технологической, продуктовой и лекарственной безопасности страны: нет запроса на развитие и внедрение технологии со стороны сельского хозяйства, что во всех странах — основной стимул для прикладных исследований; снижается эффективность сельского хозяйства без современных сортов и пород; нельзя использовать ГМ-животных и ГМ-растения как биофабрики для производства жизненно важных лекарств, как в Европе и США.

Государство и общество, уверен, придут к осознанию важности генных технологий, и чем скорее это произойдет, тем проще будет догнать остальной мир и конкурировать на мировом рынке.» — академик **Георгий Георгиев**



Весенняя посевная в этом году пройдет почти без использования генетически модифицированных сельхозкультур. Почти — потому что ГМО выращивают на опытных участках, разрешен ввоз примерно двух десятков ГМ-линий кукурузы, картофеля, сои, риса и сахарной свеклы.

Кроме того, полностью проконтролировать семенной материал невозможно, поэтому с большой вероятностью кое-где поля по разным причинам засеваются кормовыми ГМО. По крайней мере в предыдущие годы такое, по неофициальным данным, происходило.

С точки зрения конечного потребителя — человека, не желающего есть «мутантов», а таких людей в мире подавляющее большинство, — отечественные урожаи этого года имеют конкурентное преимущество.

С точки зрения же экономики отрасли и экспортеров сельхозпродукции, это преимущество уходит на задний план. На первом плане другие резоны. При образцово поставленном выращивании ГМ-культур меньше расходы, меньше себестоимость, больше прибыли. При нынешнем затаянном тренде постоянного и значительного удорожания сельхозпродуктов это очень серьезный аргумент.

Наука отстранена от непосредственного участия в этом конфликте интересов (который и возник-то благодаря ей). От нее требуются по большей части лишь экспертные мнения в поддержку или против одной из сторон. Это обидно, но позволяет непредвзято взглянуть на ситуацию со стороны.

Неаппетитные плоды прогресса

Генно-инженерные способы «исправления» живых организмов в нужном человеку направлении были опробованы на простейших и затем с успехом перенесены на высшие организмы. В 1970-е годы появилась принципиальная возможность превратить в реальность тезис Ивана Мичурина: «Мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее — наша задача».

Ждать больше не надо было. По сравнению с традиционными методами селекции методики переноса нужных признаков в геном сельхозрастений и животных давали практически моментальный результат.



Важнейший тезис молекулярной биологии: связь между ДНК и белком работает только в одном направлении — от ДНК к белку.



Природное генное модифицирование

Геном батата, родственника картофеля, содержит гены бактерии — иными словами, существует как минимум один природный пример генно-модифицированного растения. Ян Кройце, сотрудник Международного центра картофеля (Лима, Перу) с коллегами проводил генно-инженерные работы с бататом (*Ipomoea batatas*) и в его геноме наткнулся на гены, принадлежащие одному или нескольким видам рода *Agrobacterium* — почвенным палочкам. Эти бактерии заражают растения и встраивают свою ДНК в геном хозяина, поэтому их часто используют генные инженеры для модификации множества сельскохозяйственных культур. Два участка бактериальной ДНК, найденные в бататах, экспрессированы в различных тканях, а один был обнаружен только в культурном батате — но не в ближайшем его диком родственнике.

В 1990-е годы ГМ-культуры вышли на поля уже в промышленных масштабах. И тут же столкнулись с неожиданным и почти непреодолимым препятствием. Простой человек, ради которого так старались молекулярные генетики, категорически отказывался употреблять «плоды прогресса».

Аргументы не работают

С точки зрения другой науки — психологии масс, — продвижение промышленных ГМО было проведено из рук вон плохо. Фактически оно сводилось к слогану: «Ешьте что дают!». Но и задача была явно непосильная. Главная догма молекулярной биологии — связь между ДНК и белком действует только в одном направлении, от ДНК к белку — овладеть массами шансов не имела.

Еще меньше шансов было у таких иезуитских способов убеждения масс: обмен генетическим материалом между высшими организмами формально подпадает под определение размножения. Но еще никто не размножился путем поедания.

Не срабатывал даже лобовой способ. Мол, я съел кусок сала или яблоко, то есть в чистом виде гены свиньи или яблони, но хрустать от этого не начал и листьями не покрывался.

Кроме того, сами биологи понимали, что незыблемых догм в науке не бывает. То, что сегодня кажется абсолютным, завтра превращается в частный случай более фундаментального закона природы.

А тем временем на волне стихийного протеста появились профессиональные защитники человечества от ГМО, делались нештучные карьеры. Ситуация еще больше запуталась. Но за два десятка лет промышленного выращивания ГМО структурировался их рынок и стало понятно, кто чего на нем добывается.

Распределение ролей

Разница подходов к регулированию ГМО состоит в том, какую роль (безотносительно к общественному мнению) каждая из стран собирается играть в мире биотехнологии и какую нишу стремится занять в мировом обороте продукции ГМО.

США — крупнейший производитель (40% от мировой площади посевов) и экспортер ГМО-продукции. По данным 2013 года, доля ГМО составляет значительную часть в производстве сои (до 93%), кукурузы (90%), хлопка (90%).

ЕС не претендует на роль мирового лидера в экспорте ГМО-продукции и требует более жестких процедур по проверке безопасности, но допускает и импорт и производство ГМО-продукции на своей территории.

Китай занимает выжидательную позицию. Он ждет общемировых (ВТО) стандартов ГМО, а пока ориентирован на потребности внутреннего рынка. На нем ГМО-продукция рассматривается как приоритетная в повышении эффективности сельского хозяйства и обеспечении продуктовой безопасности. А в отношении продуктов иностранного производства вводятся требования нулевой терпимости и обязательной сертификации ГМО-продуктов на территории Китая.

Чужие ГМО дороже обойдутся

В нашей стране действует одна из самых строгих в мире систем комплексной оценки безопасности пищевых продуктов, с том числе с точки зрения ГМО. Но политика относительно ГМО-культур в России пока только формулируется, и происходит это нелегко.

Некоторое время назад было приостановлено до 2017 года постановление правительства №839 от 23 сентября 2013 г. «О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы». Сейчас ситуация изменилась. В конце апреля в Госдуме начато рассмотрение поправок в законодательство, касающегося ГМО. Можно надеяться, что рассматриваемый законопроект, став законом, сможет разрешить многие проблемы с ГМО.

Понятно, что никто всерьез не считает Россию страной, делающей ставку исключительно на «органическое» сельхозпроизводство, как, например, Словения. Время и рынок сгладят личные амбиции и нивелируют сопутствующую демагогию. В России появится свое законодательство, которое обеспечит разумный и бесконфликтный оборот ГМО.

Сейчас главное не забывать, что универсальных ГМО нет и не будет. Каждый организм, каждая ГМ-культура создается и приспособлена под конкретные условия культивирования, например конкретные гербициды. При отсутствии собственных ГМ-культур придется вместе с семенами закупать и весь комплекс «сопутствующих товаров».

Не говоря даже о необходимости держаться на переднем крае науки, недофинансировать, затормозить, отложить или заморозить до лучших времен научные разработки по ГМО невыгодно. Потом дороже обойдется.

»»» Летние конвективные явления в атмосфере, достигшие крайней степени, — сильнейшие грозовые ливни, шквалы, смерчи, град и их сочетания, — сопровождаются выделением гигантской энергии, имеют взрывной характер возникновения и наносят огромный ущерб людям. К счастью, катастрофическая погода в одной и той же местности повторяется редко — но это не отменяет необходимости прогнозирования атмосферных явлений экстремальной силы. Пока предсказывать опасные летние конвективные явления с приемлемой точностью не научились ни в России, ни за рубежом. Они плохо изучены даже статистически — требуется обработка гигантских объемов информации, особенно когда речь идет о катастрофической погоде. Необходимо и совершенствование математических моделей, и убедительная верификация расчетов.

В прогнозе погоды за человеком всегда остается последнее слово

текст	Антонида Алексеева кандидат географических наук
	Борис Песков кандидат географических наук ФГБУ «Гидрометцентр России»
иллюстрация	Александр Костенко

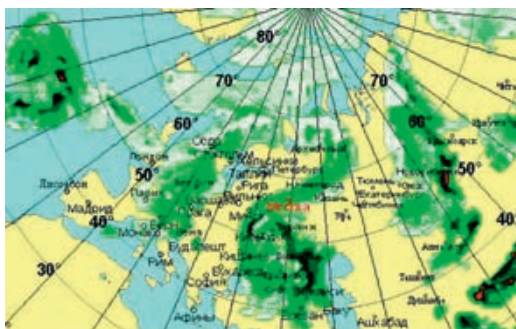


База современных прогнозов погоды — это численные гидродинамические модели, данные которых выдаются прогнозисту-синоптику к моменту составления прогноза для дальнейшей обработки, осмысления, сравнения результатов прогноза по различным моделям и выбора из них оптимальных. И последнее слово в любом прогнозе погоды, особенно опасного явления, остается всегда за синоптиком-прогнозистом,

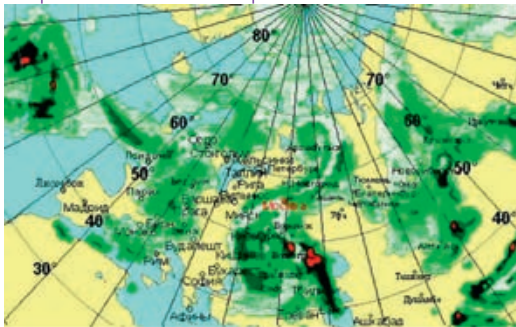
поэтому гидродинамические прогнозы, автоматизированные прогнозы опасных конвективных явлений, радиолокационные и спутниковые данные, другая метеорологическая информация — всего лишь вспомогательный материал.

Прогнозы численных гидродинамических моделей основаны на приближенном решении многочисленных уравнений математической физики. Главным образом

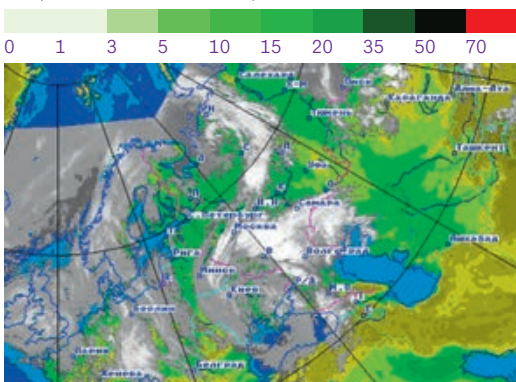
рис. 01 —————> Карты прогнозов осадков



на срок 12 ч ВСВ. Заблаговременность 24 ч



на срок 12 ч ВСВ. Заблаговременность 12 ч



за срок 12 ч 30 мин ВСВ. METEOSAT -5, -7

Прогностические карты количества осадков правильно отражают синоптическую ситуацию, что подтверждается синхронным снимком облачности с искусственного спутника Земли. С меньшей заблаговременностью (за 12 часов) точнее прогнозируется интенсивность процесса развития зон активной конвекции, что выражается в прогнозировании сильных ливневых осадков (≥ 50 мм осадков за 12 часов, местами ≥ 70 мм за 12 часов).

они касаются гидродинамики нижних 20–30 км атмосферы; притока и переноса солнечной и тепловой энергии, влаги, количества движения; физики 20–30 м почвы; влияния сложного рельефа, растительности, водных объектов и т.д. Неточности решений уравнений в моделях усугубляются неточностями фактических измерений начальных и граничных условий.

Главная проблема в прогнозе катастрофических летних конвективных явлений — точное место их возникновения. Синоптик должен в реальном времени анализировать спутниковые снимки и данные радиолокации. Они позволяют определить вид кучевой облачности, высоту вершины облака, скорость смещения облаков и другие параметры. Так появляется оперативный прогноз (наукастинг), и если конвективное явление определяется как катастрофическое, выпускается штормовое предупреждение.

Конечно, штормовые предупреждения иногда оказываются ложной тревогой — но гораздо чаще метеорологической службе просто не удается зафиксировать явление экстремальной силы: оно проходит мимо населенных пунктов.

Радиолокационное предупреждение о грозах выдается за 1–2 часа, но возможно их прогнозирование и за 3–6 часов до возникновения — на основе данных базовой мезомасштабной модели (охватывает несколько сот километров по горизонтали

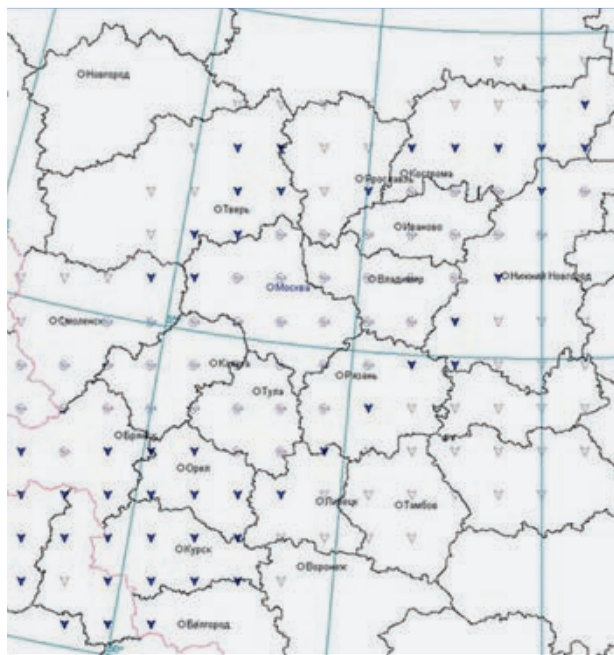
и около 10 км по вертикали) Гидрометцентра России. В концептуальной физико-статистической модели наряду с расчетом осадков при прогнозе грозы учитывается система ветров у земли в слое до 6 км, перегрев поднимающейся от земли воздушной частицы по отношению к окружающему воздуху в слое 3–6 км, степень потери этого перегрева от смешивания частицы и холодного сухого воздуха ее окружения.

Самое трудное для прогноза атмосферное явление — смерч. В настоящее время с достаточной заблаговременностью можно говорить лишь, что прогнозируются условия, благоприятные для возникновения смерчей. Уточняется такой прогноз на основе доплеровской радиолокации.

Все новые методы прогноза проходят в России проверку в оперативном режиме. Рекомендацию о внедрении методов на практике дает, основываясь на результатах оперативных испытаний, Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам Росгидромета. Это позволяет синоптикам-прогнозидам опираться на выверенные данные.

Но еще раз необходимо отметить, что над решением проблемы — точного прогноза опасных летних конвективных явлений — трудятся метеорологи всего мира. Особую надежду в решении данной проблемы они возлагают на развитие мезомасштабных моделей и совершенствование наукастинга на основе использования данных доплеровских локаторов и цифровой спутниковой информации высокого пространственного разрешения. На наш взгляд, необходимо и дополнительное исследование физических процессов образования таких явлений.

рис. 02 —————> Распределение силы шквала



Прогностическая карта сильных шквалов на 13 июня 2010 г. в Центральном федеральном округе России. Холодный атмосферный фронт, в одночасье сбивший жару тропической воздушной массы (абсолютные максимумы температуры $31\text{--}35^\circ\text{C}$), вызвал грозы, шквалы и местами град. В Павловском Посаде порыв юго-западного ветра достиг 24 м/с, в Черустях — 20 м/с, в Волоколамске и Коломне — 18 м/с. Ветер валил деревья, в Люберцах упал башенный кран, погиб человек. Во Владимирской области, куда фронт пришел поздно вечером, мужчину насмерть придавило упавшее дерево, в Коврове женщину убила сорвавшаяся крыша автобусной остановки. В Нижегородской области из-за грозы без света осталось более 1274 населенных пункта с населением 246550 жителей. Таким образом, прогноз сильных шквалов подтверждается фактическими данными о них.

О механизме зарождения дождя стало известно всего несколько лет назад

текст

Григорий Фалькович

доктор физико-математических наук,

ведущий научный сотрудник Института проблем

передачи информации РАН



Аристофан, трактат «Облака» (перевод А. Пиотровского)

«Стрепсиад

...Кто же дождь посылает нам? Это сперва расскажи мне подробно и ясно.

Сократ (показывая на облака)

Вот они. Кто ж еще? Целый ворох тебе приведу я сейчас доказательств.

Что, видал ты хоть раз, чтоб без помощи туч Зевс устраивал дождь? Отвечай мне!

А ведь мог бы он, кажется, хлынуть дождем из безоблачной ясной лазури.

Стрепсиад

Аполлон мне свидетель, отличная речь! Ты меня убедил. Соглашайся.

А ведь раньше и верно я думал, что Зевс сквозь небесное мочится сито.»

Сегодня никому не нужно доказывать, что пар поднимается вверх, что влажный воздух легче сухого и что наверху холодно. Зато мало кому известно, что, если охлаждать идеально чистый влажный воздух, то в нем влага очень долго не оседает. В природе, где идеальной чистоты нет, пересыщенность воздуха влагой не превышает 102%, а в камере Вильсона с тщательно профильтрованным воздухом можно достичь пересыщенности в 800%, прежде чем влага все-таки начнет оседать. Разгадка в том, что для конденсации каплям нужна какая-то твердая частица, например пылинка. Над большими городами это обычно крошечные частицы автомобильных шин, летающие на высоте несколько километров над землей. Чем больше город, тем больше над ним летает частиц резины, тем больше влаги на них может осесть и тем обильнее там будет дождь. Когда автомобилей не было, дожди все равно шли — но не в таких количествах и не в тех местах. До появления шестиполосного хайвея от Голливуда до Лос-Анджелеса большая часть дождей выпадала у берега, поскольку туча от теплого моря подплывала к холодной суше и на границе температур проливалась. С появлением мегаполисов в Южной Калифорнии облака над городами стали засеиваться резиновой пылью и проливались дальше, чем раньше. В отличие от чистых облаков, в которых капель мало, но зато они большие и проливаются быстро, засеянные пылью облака содержат очень много мелких капель, и, чтобы вырасти и пролиться, им нужно время покрутиться в «центрифугах» облака и посталкиваться между собой. За это время они проплывают несколько километров. Проследить направление ветра и поставить мощную дымовую шашку неподалеку от полей и садов — это самый простой способ заставить дождь работать в странах, где вода на вес золота.

Дождь из центрифуги

Низкие облака (их еще называют теплыми) состоят из капель размером до 10 микрон. Под своим весом они медленно опускаются в нижнюю часть облака, но, не долетая до самого низа, испаряются из-за трения о воздух, и пар снова поднимается вверх. Этот круговорот капель в облаке создает динамическое равновесие, поэтому облако не падает. Чтобы пролиться вниз дождем, этим капелькам нужно весить в сто раз больше. Но парадокс в том, что чем капля больше, тем медленнее она растет. Выросши до 10 микрон (сотая доля миллиметра), капли практически перестают расти. Если бы дождь шел оттого, что капли сами выросли за счет конденсации и под своей тяжестью стали падать, то облака терпеливо висели бы над землей целую неделю. В реальности от появления облака до дождя проходит час-полтора, а в тропиках и вовсе минут двадцать. В школе нас учили, что капли в облаке сливаются вместе и проливаются дождем. Но эксперименты европейских физиков показали, что слить вместе капли размером от 1 до 10 микрон практически невозможно. Потoki одинаковых по размеру капель плывут с одной и той же скоростью в одних направлениях и потому не смешиваются. Но даже если капли разного размера движутся навстречу друг другу, маленькая всегда обтекает большую. Ученые всего мира



Известно, что теплый пар от земли поднимается вверх, туда, где холоднее, чем на земле, и от охлаждения влага оседает, образуя микроскопические капли. До этой простой истины греки, а за ними и европейцы, больше десяти веков не могли додуматься из-за того, что находились под большим влиянием научной школы **Архимеда**. А тот считал, что чем выше, тем ближе к Солнцу, а значит, теплее. И хотя в Греции много высоких холмов, куда Архимед мог забраться и ощутить на себе высокогорный холод (а может быть, даже и ощущал), но теоретики не склонны замечать детали реального мира, если они не вписываются в их представления о нем.



Первыми грамотно описали природу дождя **мусульмане из Басры** (ныне Ирак) в X веке: «Теплый воздух поднимает пар, и облака громоздятся друг над другом, как горы взбитого хлопка. Если же холод приходит сверху, пары собираются в капельки воды, которые падают сквозь облако, объединяются друг с другом и выпадают из-под облака большими дождевыми каплями». Это были члены анонимного общества любителей мудрости. Видимо, быть ученым уже тогда было небезопасно, поэтому имена авторов скрывались. Они хорошо знали и, конечно, читали Архимеда, но это не мешало им иметь свои собственные взгляды.

К сожалению, этот арабский текст никак не повлиял на развитие мировой науки — его просто не заметили. В результате Европа мучительно доходила до этих открытий еще не менее 6–7 веков. Причем с помощью экспериментов.



Европейцам понадобился гений **Ньютона**, который написал, что легкий влажный воздух поднимается вверх. До Ньютона ученые никак не могли совместить понятия «легкий» и «влажный», ведь вода тяжелее воздуха и, значит, подниматься вверх не может. Это и была самая большая трудность в понимании природы облаков и дождя. Да и после Ньютона еще как минимум полтора столетия открытие гения замалчивалось, не находя понимания у современников. Ведь Ньютон в тексте своего трактата «Оптика» не объяснил, каким образом он пришел к такому выводу.

многие века не знали механизма зарождения дождя. Правда открылась всего несколько лет назад.

Ветер всегда дует вихрем, а не в каком-то направлении. Вихри создают в облаке центрифуги, которые крутят капли рывками в разных направлениях. Это называется турбулентностью. Турбулентность может быть опасна для самолетов, зато она совершенно необходима для дождей. Раскрученные до большой скорости капли вырываются из орбит своих центрифуг и сталкиваются, образуя крупные дождевые капли. К такому выводу пришли мы вместе с физиками-теоретиками Александром Фуксоном и Михаилом Степановым и опубликовали об этом статью в Nature. А в 2014 году небольшое, но полностью «идентичное натуральному» облако создали в физическом Институте Макса Планка, где наша теория подтвердилась экспериментально.

Пока в Германии проверяли наши расчеты, мы вместе с аспирантом МФТИ Сергеем Беланом предсказали возможность отрицательного турбофореза — явления, при котором частицы в турбулентном потоке движутся в невозможном с общепринятой точки зрения направлении. Другими словами, мы поправили самого Джеймса Максвелла, который утверждал, что движущиеся частицы всегда собираются в самом холодном месте, как, например, частички копоти на внутренней поверхности керосиновой лампы. Логика Максвелла была проста: чем выше температура, тем быстрее движутся частицы среды и быстрее толкают попавшую в них чужеродную частицу. Так, случайным образом они выталкивают ее туда, где скорость частиц среды меньше, то есть их температура ниже. В турбулентной среде это правило работает и без учета разности температур по тому же принципу, то есть частицы вылетают из турбины к ее краям. Но более крупные из них обладают своей инерцией и, оказалось, могут двигаться в центр турбины с ее краев. Это открытие хоть и усложнило микрофизические расчеты эволюции облака от его появления до наступления дождя, зато еще больше сблизило теорию и практику.

Девять уравнений на сантиметр

Метеорологи и сегодня считают физиков чудаками, а каких-то десять-двадцать лет назад они вообще не воспринимали их всерьез. Поэтому когда похожие идеи высказывал в 80-е годы XX века один американский физик-теоретик, метеорологи махнули на него рукой. А на рубеже столетий, спустя всего лишь 20 лет, эту идею и наши расчеты скопления дождевых капель в облаке на стыке вихрей уже не отбраковали так безоговорочно. Теперь метеорологи пытаются превратить их в свой рабочий инструмент. Физики смеются: «У них же на десятки километров облаков всего три численных параметра, а у нас на один кубический сантиметр девять уравнений в частных производных! Как эти данные вообще возможно совместить?»

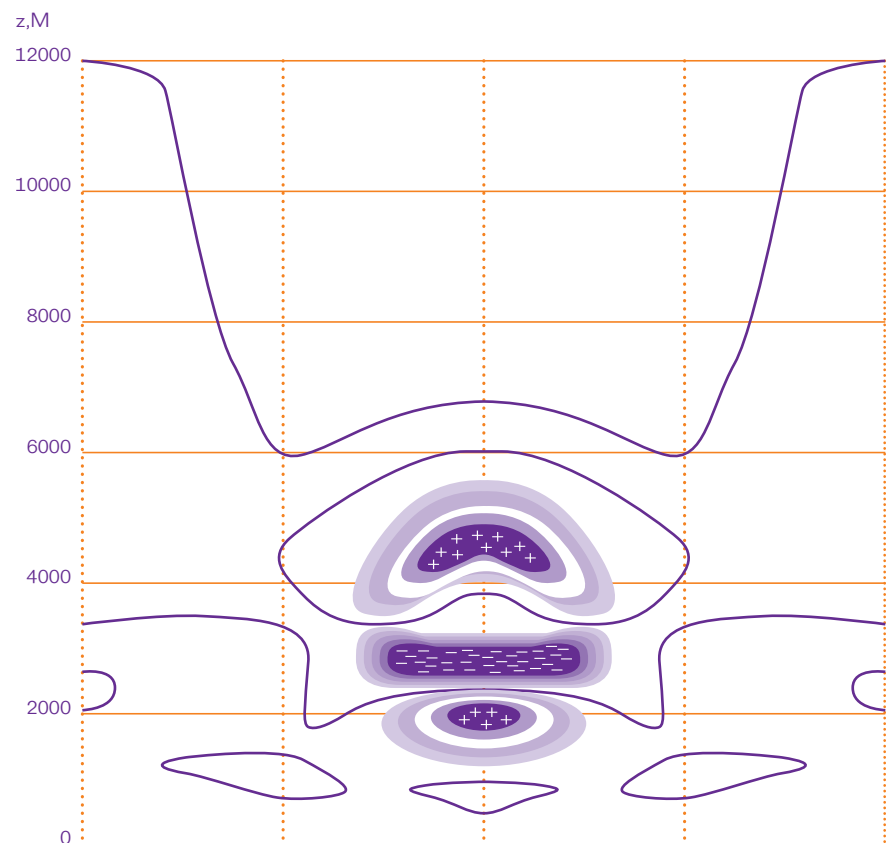
Меня часто спрашивают, когда будет практическое применение моих расчетов. Использоваться в метеорологии они будут лет через 30–40. Уже появилось первое поколение метеорологов, которые понимают микрофизику. Еще несколько поколений, и они научатся ее использовать.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда №14-22-00259

Грозы, ливни, град, шквалы: трехмерное численное моделирование

текст	Юлия Довгалоук
	кандидат физико-математических наук
	Николай Веремей
	кандидат физико-математических наук,
	Главная геофизическая обсерватория
	им. А.И. Воейкова, Росгидромет

рис. 01 → Вертикальный профиль объемной плотности электрического заряда ($\text{Кл}/\text{м}^3$) для осадкообразующего конвективного облака, полученный по модельным расчетам

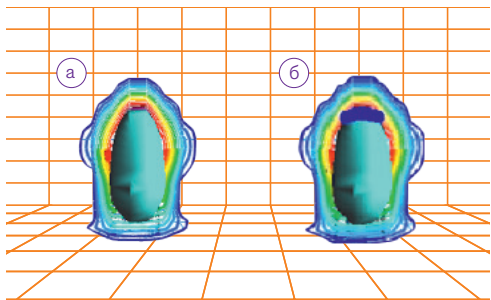


В качестве примера взят день с развитием гроз на Северо-Западе РФ. Выбран момент, когда начинается выпадение осадков. Разрез взят по плоскости, в которой лежит вертикальная ось облака. Видно, что зарядовая структура облака представляет собой трехполюсник. Положительный заряд сверху, отрицательный в средней части облака и положительный в нижней его части и под ним (в осадках). Такой трехполюсник обычно наблюдается в реальных условиях; таким образом, модель адекватно воспроизводит природные процессы. Несимметричность распределения заряда обусловлена сдвигом ветра с высотой.

Ливни, грозы, град, шквалы наносят существенный ущерб и зачастую просто опасны для жизни. Эти погодные явления неразрывно связаны с конвективными облаками (в первую очередь, кучево-дождевыми). Поэтому так важно изучение свойств кучево-дождевых облаков и методов активных воздействий на них.

Это важно не только с прикладной, но и с фундаментальной точки зрения. Во-первых, любые облака и связанные с ними осадки являются неотъемлемым звеном влагооборота в системе Земля — атмосфера. Во-вторых, они играют огромную роль в процессах переноса радиации в атмосфере. В-третьих (что особенно

рис. 02 —————> Вертикальный профиль скорости восходящих потоков в кучево-дождевом облаке, на который наложен профиль водности облачных капель и ледяных частиц (выпуклая поверхность)



Параметры облака при естественном развитии (а) и при активном воздействии кристаллизующим реагентом (б). В результате активных воздействий в облаке появляется облачный лед (темно-синяя область), чего не наблюдается при естественной эволюции (а). Появление дополнительных ледяных частиц способно вызвать преждевременное осадкообразование и разрушение грозо-градового облака. Тем самым будет предотвращено опасное градобитие.

касается конвективных облаков), они являются составляющей глобальной электрической цепи, замыкая ее. Все эти аспекты важны в формировании климата планеты.

Экспериментальные средства исследования — особенно самолетные — сложны и дороги. В связи с этим эффективным инструментом являются численные модели. В мировой практике уже накоплен значительный опыт создания численных моделей разного уровня сложности. Сформулированы системы уравнений одно-, двух- и трехмерных моделей отдельного конвективного облака. Используются также макромасштабные и мезомасштабные модели полей облаков, однако их применение пока сталкивается с проблемами.

Наибольшее развитие получили модели именно отдельного конвективного облака. Они воспроизводят физическую картину явлений, но потребляют сравнительно мало вычислительных ресурсов. Особый интерес представляют трехмерные модели, они позволяют описывать ряд процессов, которые невозможно адекватно описать в моделях малой размерности (взаимодействие облака с полем ветра, многоячейковые и суперячейковые облака, поля облаков, процессы активных воздействий, шквалы и смерчи).

В 2007 году Росгидрометом была поставлена задача построить отечественную полную трехмерную модель осадкообразующего конвективного облака, позволяющую исследовать его эволюцию как при естественном развитии, так и при активных воздействиях. Особое внимание должно быть уделено оценке эффекта активных воздействий и выработке рекомендаций по их проведению.

Модель должна учитывать все основные облачные процессы: динамику воздушных потоков, фазовые переходы влаги, столкновение и слияние капель и ледяных частиц, их заряджение, пространственное распределение электрических зарядов. Подчеркнем, что электрическими процессами невозможно пренебречь при изучении кучево-дождевых облаков, особенно грозовых. Между тем ранее в подобных моделях электрические факторы, как правило, не учитывались.

Модель должна иметь блочную структуру. Блоки могут подключаться или

отключаться в зависимости от конкретной задачи. И, наконец, эволюция облака должна рассчитываться за разумное время.

С учетом вышесказанного в России в 2008–2013 годах под руководством Главной геофизической обсерватории коллективом ведущих институтов Росгидромета (Центральная аэрологическая обсерватория, Высокотурный геофизический институт и НПО «Тайфун») была разработана численная трехмерная модель конвективного облака. Модель описывает эволюцию трехфазного конвективного облака как при естественном развитии, так и при активных воздействиях. В гидротермодинамическом блоке модели используется полная система уравнений гидродинамики Навье–Стокса, что позволяет описывать развитие глубокой конвекции с большими вертикальными скоростями. Включено описание всех основных облачных процессов, в том числе и электрических, с учетом наличия ледяных кристаллов и частиц кристаллических осадков.

Входными данными являются вертикальные профили температуры и влажности в атмосфере, получаемые в результате запуска радиозондов. Радиус репрезентативности одного радиозонда составляет около 150 км. Дополнительно задаются граничные условия, размеры пространственной области и промежуток времени. Если моделируются активные воздействия, задаются параметры воздействий.

После обработки входных данных запускается расчет, реализующий решение системы уравнений модели. На каждом шаге по времени реализуются два основных блока: гидротермодинамический и микрофизический. Первый описывает перенос энергии, влаги (пара, воды и льда) и электрических зарядов. Второй описывает различные превращения влаги (например, фазовые переходы воды) и зарядов (например, захват ионов каплями). Для расчета электрического поля в облаке применяется уравнение Пуассона.

На выходе модель позволяет получать пространственно-временное распределение основных характеристик облака (вектор скорости облачной среды, ее температура, давление и влажность, а также водность облачных капель, водность дождевых капель, ледность облачных кристаллов, градин, крупы, объемная плотность зарядов, напряженность электрического поля и др.). На основании анализа указанных данных модель позволяет дать заключение о наличии опасных погодных явлений (грозы, ливни, град, шквалы) и их количественных характеристиках.

На рисунке 01 [—————> стр. 9] приведен вертикальный разрез профиля объемной плотности электрического заряда для отдельно взятого случая.

При моделировании активных воздействий модель позволяет определить оптимальные значения координат и времени активных воздействий, а также количество реагента. Имеется возможность оценки эффекта активных воздействий — как в физическом, так и в экономическом аспекте. На рисунке 02 приведен вертикальный профиль ряда параметров кучево-дождевого облака как при естественной его эволюции, так и при активных воздействиях.

Развитие численных моделей имеет большие перспективы — в первую очередь, в части электрических процессов, которые пока недостаточно изучены, а также влияния этих процессов на фазовые переходы влаги и коагуляцию облачных частиц.

Разнообразная облачность

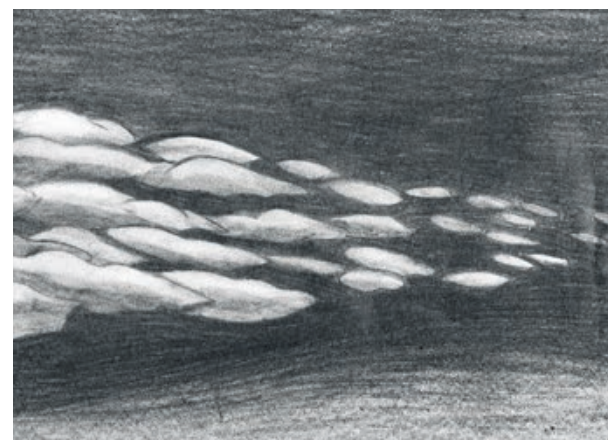
текст —————> Петр Харатьян
иллюстрации —————> Галя Панченко

Перисто-кучевые

Cirrocumulus

Перисто-кучевые облака имеют вид не крупных белых хлопьев, собранных в полупрозрачные слоистые валы или правильные параллельные гряды с легкой рябью. Высота, где встречаются такие облака, от 6 до 8 км, толщина их не превышает 0.4 км. Перисто-кучевые облака малоустойчивы: легко видоизменяются и размываются ветром, затем исчезают.

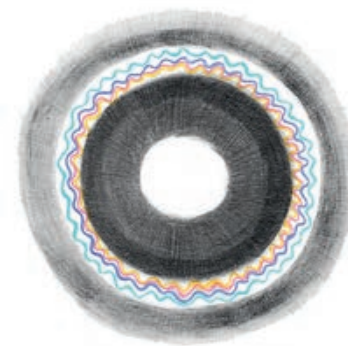
7000 м



Перисто-слоистые

Cirrostatus

Перисто-слоистые облака — тонкая однородная беловато-голубоватая пелена, нижняя граница — на высоте 6–8 км. Они встречаются почти всегда вместе с перистыми, часто предвещают пасмурную и дождливую погоду, закрывают все небо. На перисто-слоистых облаках возникает гало — светящееся кольцо вокруг Солнца или Луны. Осадки перисто-слоистых облаков, как и осадки перистых, не достигают поверхности Земли.



2000 м

Высоко-кучевые

Alto cumulus

Высоко-кучевые облака образуют полосы, гряды или слои белого или сероватого пышного покрова, иногда с просветами голубого неба. Их средняя высота в умеренных широтах 2–6 км. Толщина высоко-кучевых облаков обычно не превышает нескольких сотен метров. Эти облака состоят преимущественно из мелких переохлажденных капель, повисших в воздухе. Облака этого типа отличаются высокой плотностью и крупными размерами отдельных элементов.





Перистые

Cirrus

Перистые облака образуются на высоте 7–13 км, в зоне вторичных атмосферных фронтов (верхние слои тропосферы) вследствие охлаждения поднимающегося воздуха или же в верхних слоях кучево-дождевых облаков при их распаде. Осадки, выпадающие из них, никогда не достигают поверхности Земли. Толщина перистых облаков может варьироваться от нескольких сотен метров до нескольких километров. Облака этого типа отличаются от облаков среднего яруса своей тонкостью и выраженной волокнистой структурой.

7000 м



Высоко-слоистые

Altostratus

Облака этого типа обычно располагаются на высоте 3–5 километров над поверхностью Земли. Толщина серовато-синеватого покрова высоко-слоистых облаков может колебаться от 1 до 2 км. Нижние слои этого покрова состоят при положительных температурах из капель воды, а при отрицательных капли переохлаждаются и образуют снежинки. Зимой высоко-слоистые облака могут давать обильные снегопады. Летом же осадки из таких облаков не достигают поверхности Земли и испаряются в подоблачном слое воздуха.

Слоисто-кучевые

Stratocumulus

Сплошной темно-серый покров слоисто-кучевых облаков образуется в результате волновых движений, начинающихся в слоях инверсий или над подветренным склоном возвышенностей, а также в результате растекания кучевых облаков. Он состоит из пластин, крупных глыб или хлопьев, иногда сливающихся в обширный волнистый слой. Слоисто-кучевые облака обычно не дают осадков, однако изредка могут выпасть морось и снег.

Кучево-дождевые

Cumulonimbus

Плотные, мощные массы кучево-дождевых облаков имеют ярко-белые вершины и темно-серые основания, состоящие из капель воды и дающие обильные ливневые осадки, иногда с грозой или градом. Облака этого типа отличаются вертикальным развитием: их высота может достигать 12 километров. Кучево-дождевые облака часто образуются на холодном атмосферном фронте, при попадании холодного воздуха на теплую поверхность.

2000 м



Слоисто-дождевые

Nimbostratus

Слоисто-дождевые облака располагаются в небе ниже облаков всех остальных типов (средняя высота нижней границы 0,1–1 км, иногда ниже). Их толщина может достигать нескольких километров. Под этими облаками часто возникают разорвано-слоистые облака плохой погоды. Слоисто-дождевые облака в основном состоят из капель воды, часто выпадающих в обложные осадки в виде дождя или снега. Они имеют вид темно-серого облачного слоя с размытым основанием.

Кучевые

Cumulus

Мощные, плотные кучевые облака отличаются выраженным вертикальным развитием, состоят из капель воды, более мелких у основания и более крупных у вершины. Эти облака имеют куполообразные вершины и плоское серое основание с резкими очертаниями. Они обыкновенно располагаются в воздухе отдельными крупными облаками, закрывающими все небо. Кучевые облака формируются вследствие восходящего движения воздуха, вызванного термической конвекцией — неравномерным нагревом подстилающей поверхности.

»»»»» Министр финансов России Антон Силуанов заявил, что сложившиеся сейчас в экономике страны условия надо использовать для преодоления сырьевой зависимости, — рентабельность инвестиций в сырьевые отрасли уменьшилась, а инвесторы проявляют больший интерес к другим отраслям, например, сельскому хозяйству. Банку России, по мнению министра, в прошлом декабре после девальвации рубля удалось, даже чересчур, укрепить национальную валюту.

Наполнение бюджета важнее, чем стоимость национальной валюты

Девальвация — несколько устаревший термин. Традиционно под девальвацией подразумевалось государственное решение снизить курс национальной валюты — или при фиксированном курсе, или при переходе от фиксированного курса к плавающему.

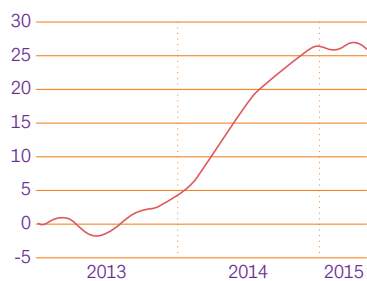
В новые времена, после Второй мировой войны, появилось понимание, что в открытой экономике не могут одновременно присутствовать фиксированный валютный курс, полная мобильность капитала и независимая денежно-кредитная политика. Это так называемая «невозможная триада», или трилемма Мандела-Флеминга. Скоро обнаружилось, что из трех возможных сочетаний (Фиксированный курс + Независимая ДКП — Свободное движение капитала; Фиксированный курс + Свободное движение капитала — Независимая ДКП; Плавающий курс + Независимая ДКП + Свободное движение капитала) все эмитенты резервных валют выбрали последнее.

В условиях плавающего курса более корректно использование термина «обесценение (depreciation)» валюты. Но термин «девальвация» продолжает активно использоваться, подчеркивается стремление государства к снижению курса своей валюты: тем самым государство способствует снижению издержек отечественных производителей и повышает конкурентоспособность их продукции на мировом рынке. Действительно, при снижении курса национальный капиталист тратит меньше средств (в иностранной валюте) на зарплату, сырье и оборудование, налоги и поэтому, не жертвуя нормой прибыли, может предложить товар на глобальном рынке дешевле (опять-таки в иностранной валюте).

Но нельзя этот в целом верный тезис возводить в абсолюте. Девальвация способствует снижению внутренних издержек экспортеров, но одновременно формирует множество отрицательных последствий, особенно — резкая девальвация.

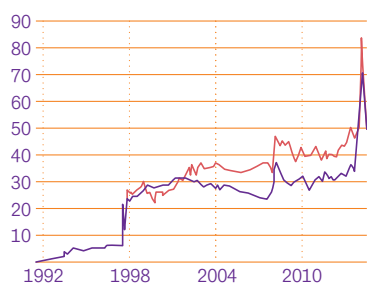
Во-первых, девальвация снижает привлекательность национальной валюты и привлекательность активов, выраженных в ней, как инвестиционных инструментов. Если национальная валюта дешевеет, их доходность должна быть выше доходности финансовых инструментов страны-конкурента с более устойчивой национальной валютой. Для стран, которым нужны крупные иностранные инвестиции (например, на модернизацию устаревшей производственной

рис. [01] — Накопленные расхождения между ценой нефти Brent и курсом доллара в рублях



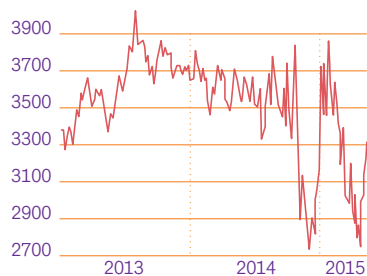
Зависимость курса рубля от цены на нефть была всегда (в период с января 2013 года по апрель 2015 года корреляция между курсом доллара в рублях и ценой нефти составила 0,95), но с ноября 2013 года начало накапливаться устойчивое отклонение курса рубля от траектории, предопределяемой движением нефтяных цен.

рис. [02] — Курс рубля, вся история наблюдений



Главной причиной беспрецедентной волатильности курса рубля в декабре 2014 года стали облигации «Роснефти» на 625 млрд рублей.

рис. [03] — Цена нефти Urals в рублях за баррель



Действия Центрального банка в апреле, направленные на сдерживание укрепления рубля через последовательное повышение ставок по валютному репо, показали, что сегодня наши денежные власти критическим уровнем считают 2800 рублей за бочку нефти сорта Urals.

базы), выгоды от сильной национальной валюты в виде притока дополнительного капитала могут перевесить плоды увеличения конкурентоспособности продукции, получаемые от ослабления национальной валюты.

Во-вторых, в нашем описании выгоды национального капиталиста мы предполагали, что сырье и оборудование он покупает внутри страны за национальную валюту, а продает товар за пределами страны за иностранную валюту. Но многие предприниматели строят бизнес ровно наоборот — покупают иностранные станки и производят на них товар, который продают внутри страны. Да и многие экспортеры также участвуют в международном разделении труда как покупатели и, что еще более важно, — как реципиенты инвестиций, особенно долговых, тяжесть обслуживания которых прямо зависит от динамики национальной валюты.

Нобелевский лауреат Пол Кругман предложил иной взгляд, более точно описывающий тенденции второй половины XX века и ставший основой Новой экономической географии. На место дешевизны факторов производства как источника глобальной конкурентоспособности отдельного товаропроизводителя был поставлен эффект от масштаба, позволяющий корпорации-производителю в условиях многократного сокращения транспортных издержек предложить всему миру наиболее приемлемые цены.

Так что можно усомниться в безусловной эффективности девальвации как антикризисной меры. Сомнений добавляет и современная российская ситуация. Чтобы увеличить долю на рынке, российским производителям недостаточно просто обесценения рубля — нужны инвестиции, увеличивающие мощности, обеспечивающие повышение не только количества, но и качества продукции. Санкции сделали иностранные инвестиции недоступными, а к аккумуляции долгосрочных внутренних инвестиций российские власти всегда относились прохладно. Сегодня в России девальвация рубля может приносить только одну пользу — обеспечивать сбалансированность бюджета.

Для понимания причин обесценения (с июля по декабрь 2014 года), а затем частичного укрепления и стабилизации рубля (с декабря 2014 года по апрель 2015 года) нужно иметь в виду, что в этот период для курса рубля были критически важны три фактора:

текст	Юрий Данилов
	кандидат экономических наук,
	ведущий научный сотрудник кафедры макроэкономической политики
	и стратегического управления
	МГУ им. М.В. Ломоносова

- цена нефти [рис. 01];
- геополитическая напряженность;
- действия спекулянтов и инвесторов, включая население.

В декабре состоялся, используя терминологию рыночных спекулянтов, «последний вынос», после чего рубль начал укрепляться [рис. 02]. Чтобы обеспечить размещение гигантской для внутреннего рынка эмиссии «Роснефти» за два дня сумма остатков на корреспондентских счетах кредитных организаций в Банке России выросла почти на 1.3 трлн рублей (т. е. в 2.5 раза). Эта гигантская масса рублей и обеспечила резкий перекоп на валютном рынке. «Роснефть» откестилась от участия в обвале рубля и, скорее всего, действительно не при чем. Покупать валюту и сбрасывать денежную рубль мог кто угодно, любой клиент тех банков, которые получили гигантскую рублевую ликвидность.

С конца декабря начался период укрепления рубля. Основными причинами этого стали:

- рост цен на нефть;
- преодоление острой стадии дефицита валюты, необходимой для погашения внешних обязательств корпораций;
- высокие процентные ставки, ставшие причиной, с одной стороны, резкого снижения рентабельности спекулятивных операций с валютой и, с другой стороны, сделавшие привлекательной покупку российских облигаций.

Период укрепления рубля продолжался до тех пор, пока этот процесс не начал угрожать бюджетной сбалансированности. Министр финансов заявил о «чрезмерном» укреплении рубля. Обеспокоенность министра финансов была связана с наполняемостью бюджета. Небезосновательно считается, что значительная часть платежей в бюджет прямо зависит от стоимости бочки нефти, выраженной в рублях. Профессионалы валютного рынка при проведении спекулятивных операций ориентируются на нее. Комфортным для бюджета показателем признается цена 3500–3600 рублей за баррель. Какую цену считать критической, есть разные мнения — от 3300 до 3000 и даже 2800 рублей [рис. 03].

Действия ЦБ, удовлетворяющие пожеланиям Минфина, свидетельствуют: для современной российской власти вопрос наполняемости бюджета, а не экономического развития — наиглавнейший.

геронтология

Обследование 1229 лиц зрелого возраста показало, что увеличение индекса массы тела сопровождается снижением концентрации Ca и Mg в волосах, при этом уровень K и Na по мере увеличения индекса массы тела повышается. Таким образом, развитие избыточной массы тела сопровождается дисбалансом макроэлементов у лиц зрелого возраста. — М.Г. Скальная, А.А. Тиньков, А.А. Никаноров, А.В. Скальный, «Технологии живых систем», Т. 11, №5, 2014 г.



LIZA RADLEY

генетика

Полностью расшифрован геном рыбы вида *Mesocottus haitej* (подкаменщик уссурийский, или амурская широколобка). Структура генома не демонстрирует принципиальных отличий от других рыб класса лучеперых. — S.V. Shedko, I.L. Miroschnichenko, G.A. Nemkova, «Mitochondrial DNA», Vol. 26, №1, 2015

нейробиофизика

Математическая модель нейронной сети, морфологическая структура которой динамически меняется в зависимости от активности (это свойство структурной пластичности типично для развивающихся нейронных систем мозга) показывает, что спонтанная генерация сигнала в таких сетях отвечает перколяционному переходу. Адаптивное изменение геометрической структуры сети приводит к кластеризации клеток и снижению эффективного порога перколяции, что соответствует экспериментальным наблюдениям нейробиологов. — Ф.Д. Иудин, Д.И. Иудин, В.Б. Казанцев, «Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики», Т. 101, вып. 4, 2015 г.



биохимия

Коллаген сухожилия хвоста крысы отличается высокой структурированностью, что позволяет использовать его для детального исследования влияния гамма-излучения на коллаген *in vivo*. — А. Maslennikova, M. Kochueva, N. Ignatieva et al, «International Journal of Radiation Biology», Vol. 91, №3, 2015

иммунология

Вакцинный штамм А/Ленинград/134/17/57 послужил основой для получения вакцин от птичьего гриппа (подвиды H5N1, H5N2, H7N3, H1N1 и H2N2). Клинические испытания вакцин на здоровых взрослых добровольцах продемонстрировали их безопасность и иммуногенность. — L. Rudenko, I. Isakova-Sivak, «Expert Review of Vaccines», Vol. 14, No. 3, 2015

Ведутся поиски вакцины против африканской чумы свиней

Патологоанатомические изменения при АЧС

текст

Алексей Серeda

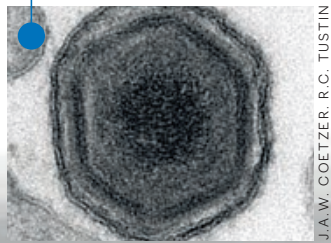
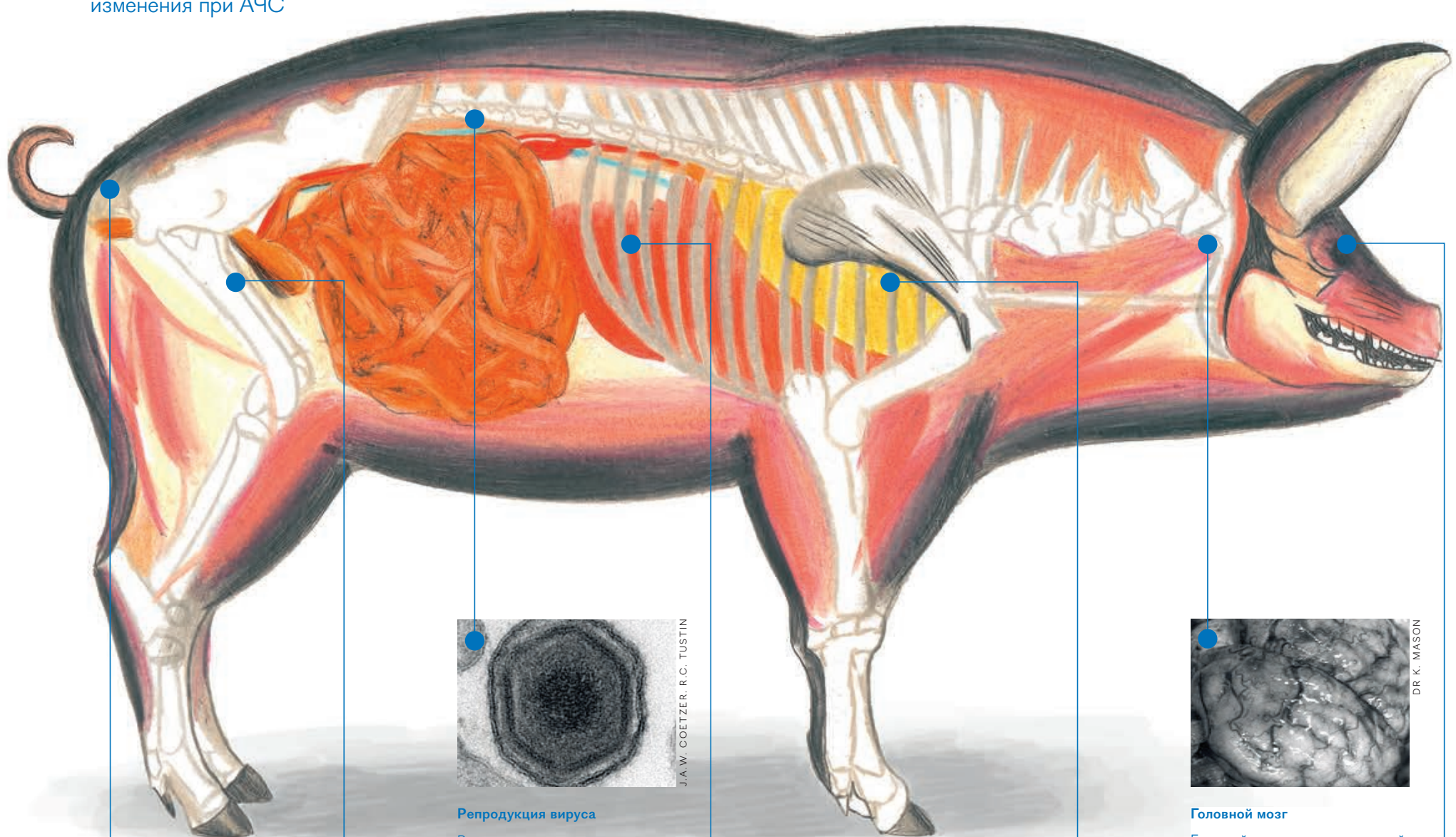
доктор биологических наук,

ведущий научный сотрудник ВНИИ ветеринарной вирусологии и микробиологии

Российской академии сельскохозяйственных наук

иллюстрация

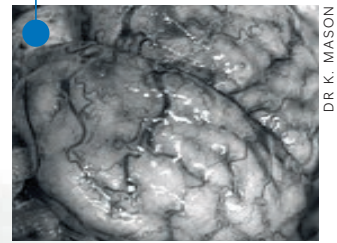
Гая Панченко



J.A.W. COETZER, R.C. TUSTIN

Репродукция вируса

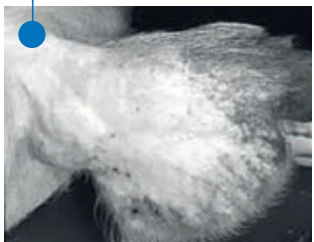
Репродукция вируса происходит в лимфоидной и миелоидной тканях органов иммунной системы, эндотелиальных клетках кровеносных и лимфатических сосудов.



DR. K. MASON

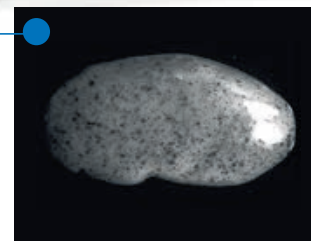
Головной мозг

Головной мозг в состоянии острой венозной гиперемии, отека; в нем имеются кровоизлияния, некроз глиальных клеток и нейроцитов.



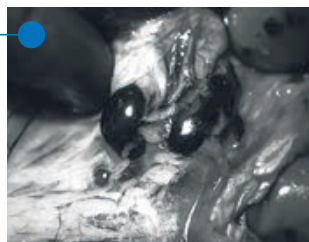
Геморрагический диатез

Геморрагический диатез характеризуется множественными точечными, пятнистыми и даже диффузными кровоизлияниями, которые локализуются в коже, особенно в области брюшной стенки, в слизистых оболочках ротовой и носовой полостей, глотки, гортани и трахеи, желудка, тонкого и толстого кишечника, почечных лоханок, мочеточников и мочевого пузыря, в серозных оболочках (брюшине, плевре, эпикарде), миокарде, эндотарде, почках, легких, печени, селезенке, лимфатических узлах.



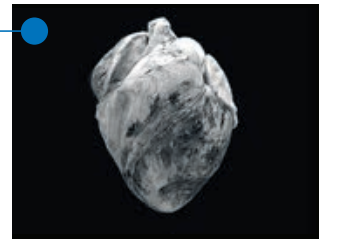
Органы пищеварения

Печень в состоянии венозной гиперемии, выражен рисунок мускатного ореха, в гепатоцитах зернистая и жировая дистрофия, некроз. В стенке желчного пузыря и желчного протока серозно-геморрагический отек. В желудке острое катаральное или серозно-геморрагическое воспаление слизистой оболочки, режее — очаговые некрозы, эрозии, язвы; в тонком кишечнике серозно-геморрагическое, иногда дифтеритическое воспаление, в толстом кишечнике серозный отек стенки и гематомы в подслизистом слое, особенно ярко выраженные в прямой кишке.



Органы иммунной системы

В органах иммунной системы — лимфоузлах, селезенке, костном мозге — в результате цитопатического действия вируса отмечаются обширные некрозы лимфоидной и миелоидной тканей.



Сердце

Сердце в состоянии зернистой или жировой дистрофии. В легких очаги серозно-геморрагического воспаления альвеолярной и междольковой соединительной тканей, венозная гиперемия. В почках диффузная венозная гиперемия, зернистая, гиалиново-капельная дистрофия и некроз эпителия канальцев, серозно-геморрагический гломерулит, серозно-геморрагический отек слизистых оболочек почечных лоханок.

Африканская чума свиней (АЧС) — вирусная, контагиозная, септичеческая болезнь свиней, характеризующаяся лихорадкой, признаками токсикоза, геморрагическим диатезом и высокой летальностью. При острой, наиболее распространенной форме инфекции, 100% животных погибают в течение 5–10 суток. Поскольку вакцины против АЧС не разработаны, то для ликвидации и предупреждения распространения болезни во всем мире применяются стемпинг аут и жесткие карантинные мероприятия.

Предыстория

На рубеже 60-х годов прошлого столетия, когда в мире были разработаны вакцины против полиомиелита, бешенства, кори, перспективы создания вакцин против вирусных болезней человека и животных представлялись весьма радужными. Поэтому, когда в 1957 и 1960 гг. АЧС впервые была занесена из Африки на Пиренейский полуостров, специалисты Португалии и Испании, получив аттенуированные, т. е. ослабленные в лабораторных условиях, штаммы, с согласия правительств вакцинировали около 600 тыс. свиней. Через несколько месяцев количество неблагополучных пунктов в обеих странах увеличилось в три-шесть раз, погибло до 50% привитого поголовья, у выживших свиней отмечали проявление клинических признаков болезни в поствакцинальный и отдаленный периоды. Негативные результаты широкомасштабного применения живых вакцин и последующие лабораторные исследования привели к формированию устойчивой позиции, что средства специфической профилактики АЧС на основе аттенуированных штаммов разработать невозможно, а ликвидацию болезни следует проводить посредством строгих ветеринарно-санитарных мероприятий, включающих тотальный убой свиней в очаге и угрожаемой зоне.

Первые попытки разработать вакцину

В 1960-х годах в связи с опасностью непреднамеренного или преднамеренного заноса вируса АЧС на территорию бывшего СССР было принято решение создать средства для временной защиты от болезни, чтобы обеспечить, как минимум, плановый убой свиней и переработку мясной продукции в комплексах, где содержали до 120–240 тыс. голов свиней. Специально для этого в г. Покров Владимирской области был построен ВНИИ ветеринарной вирусологии и микробиологии (сейчас — ГНУ ВНИИВВиМ Россельхозакадемии); институтским ученым помогли создать и научно-исследовательскую лабораторию в Народной республике Конго. Руководил проектом по «африканке» профессор Никифор Иванович Митин.

Параллельно с исследованиями по созданию средств специфической защиты от болезни накапливались данные о сероиммунотипичном плюралитете вируса АЧС. Первыми эту тему подняли британские и испанские ученые, но затем их интерес к этому направлению угас, а вот наши ученые по результатам реакции задержки гемадсорбции в культуре клеток и иммунологической пробы на свиньях создали сероиммунотипичную классификацию. Более ста хранившихся в институте изолятов и штаммов вируса АЧС со всего мира были разделены на девять сероиммунотипов. Для каждого из них надо было разрабатывать свои средства для временной защиты свиней.

В результате многократного пассирования, применения классических и весьма экзотических методов селекции в первичных и перевиваемых культурах клеток были получены аттенуированные штаммы (т.н. вакцинные) первых пяти сероиммунотипов. Они были безвредны для свиней в десятикратной прививочной дозе и на 14-е сутки

обеспечивали формирование защиты продолжительностью не менее 4 месяцев. Все вакцинные штаммы соответствовали и другим требованиям: не передавались контактно при совместном содержании с интактными животным, не ревертировали в пяти последовательных пассажах на свиньях, были слабореактогенными. В зависимости от способов и целей применения были разработаны различные формы экспериментальных вакцин: нативные, концентрированные, лиофилизированные и эмульгированные. Предполагалось, что применять вакцины против АЧС в промышленных свиноплеках закрытого типа можно будет только по специальному разрешению Главного управления ветеринарии МСХ СССР. Однако крупномасштабные эксперименты и лабораторные исследования с иммунологически ослабленными животными, включая супоросных свиноматок, подтвердили верность повторения негативного опыта испанских и португальских ученых. В результате сочли, что разработанные живые вакцины вряд ли будут когда-либо востребованы.

Современное состояние исследований

Неудачи в создании живых, инактивированных, субъединичных вакцин стимулировали исследования свойств вируса, иммунологических механизмов защиты при АЧС, поиск протективных белков.

Профессор В.В. Макаров на основании обобщения полученных во ВНИИВВиМ экспериментальных данных сформулировал иммунологическую концепцию, согласно которой: 1) нейтрализация вируса АЧС антителами невозможна ввиду того, что вирус проникает в клетки-мишени (моноциты, макрофаги) путем фагоцитоза



Что такое стемпинг аут

Один из важнейших элементов современной политики контроля эпизоотических инфекций, буквально «подворный убой», stamping out — в переводе с английского — тушить, затапывать огонь, искоренять, подавлять, истреблять. Процедура заключается в убое всех больных и подозреваемых в заражении (экспонированных) животных, утилизации, уничтожении их трупов (сжигании, захоронении), очистке и деконтаминации хозяйства.

Ключевыми моментами процедуры стемпинг аут в современном понимании являются:

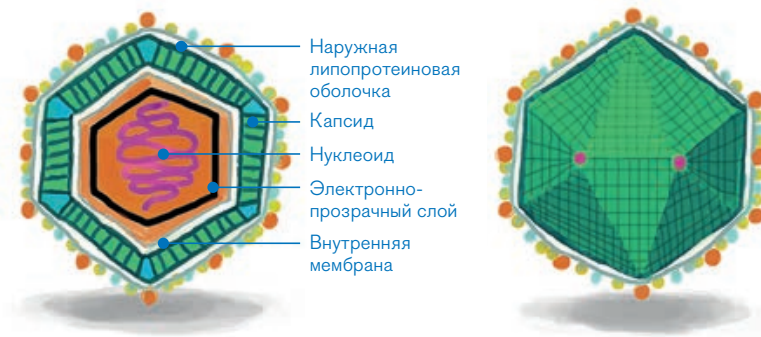
- обозначение зараженной территории;
- интенсивный надзор за болезнью с целью выявления зараженной территории и территории, где содержались опасно контактировавшие животные, или местности внутри этих зон;
- установление карантина и ограничение передвижения животных;
- немедленный убой всех восприимчивых животных, находящихся либо в зараженных и смежных помещениях, либо на всей зараженной территории; надежная утилизация туш животных и другого потенциально инфекционного материала;
- чистка и дезинфекция зараженных мест содержания животных;
- освобождение этих помещений от восприимчивых животных на необходимое время.



KJELL HANDELAND

Заражение

Свиньи заражаются алиментарным и аэрогенным путями через поврежденную кожу и конъюнктиву.



Вирус АЧС

Вирус АЧС классифицирован в отдельное семейство Asfarviridae. Крупные частицы вируса АЧС размером около 200 нанометров имеют сложное строение и округлую или икосаэдрическую форму. В их архитектуре выявляются несколько слоев: внешняя оболочка, происходящая из клеточной мембраны и приобретаемая в процессе выхода из клетки почкованием, и внутренняя мембрана, окружающая икосаэдральный капсид, в центре которого расположена сердцевина из слоя фибриллярных компонентов и нуклеоида.

Вирус чрезвычайно устойчив к факторам различной природы, его выживаемость в объектах среды и продуктах свиного происхождения необычно высока. Вне организма в физиологических средах или сыворотке крови вирус сохраняется 6 лет при -50°C , 18 месяцев в крови и сыворотке при комнатной температуре, до 1 месяца при $+37^{\circ}\text{C}$. В полевых условиях он устойчив к гниению, длительно сохраняется в различных выделениях больных свиней: крови и тканях, истечениях, сгустках и т.п. Внутри организма больных свиней общая инфекционность туши превышает 1013 инфекционных единиц вируса; 96% ее аккумулируется в костном мозге.

Основной фактор непредсказуемого заноса АЧС в благополучные страны — сохраняемость вируса в пищевых продуктах.

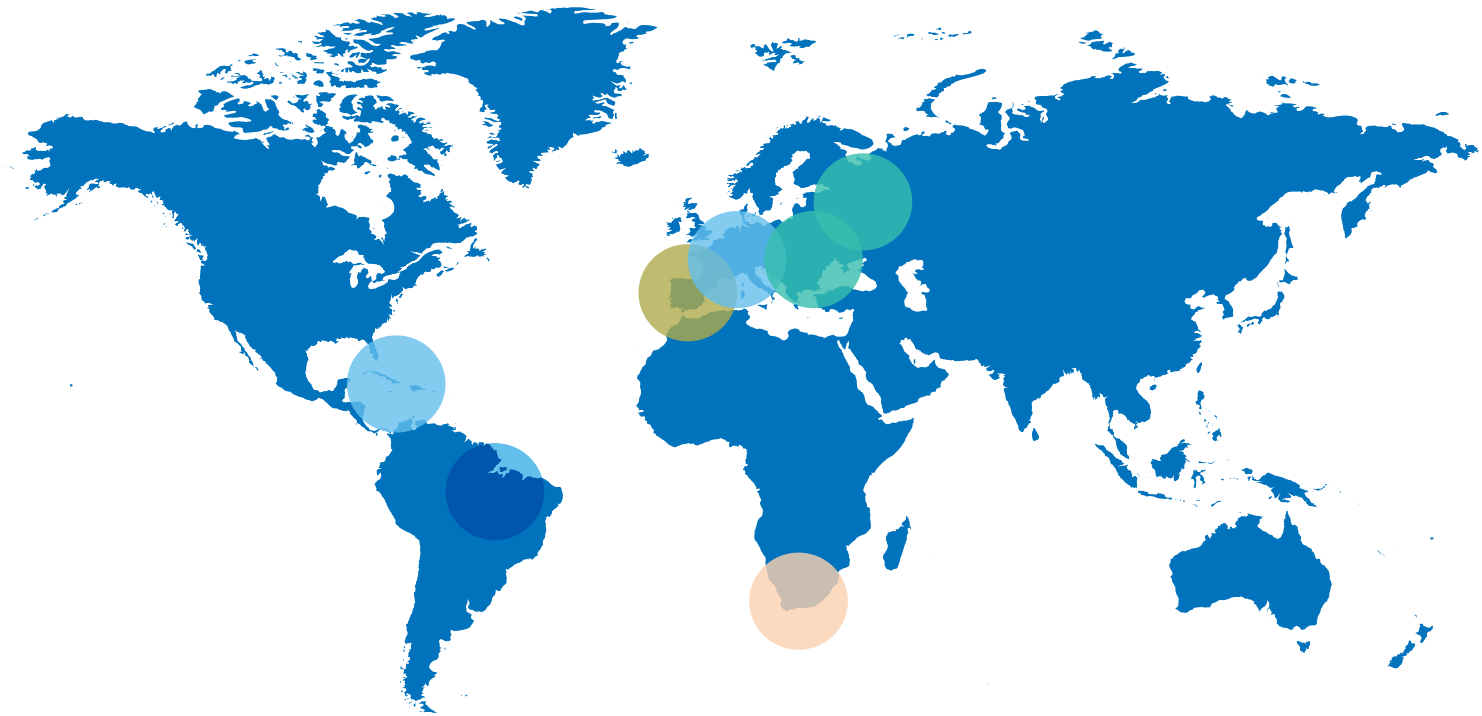
независимо от специфических рецепторов, а образование комплекса «вирион + антитело», наоборот, усиливает фагоцитоз по типу опсонизации; 2) ограничение репродукции вируса АЧС в организме свиньи происходит посредством противоклеточных эффекторных механизмов иммунитета, при этом критическую протективную роль выполняют цитотоксические Т-лимфоциты, которые, как правило, не индуцируются инактивированными и субъединичными вакцинами. Доказано, что важен и антителозависимый цитолиз нормальными киллерами.

Исходя из локализации в оболочке вирионов и плазматической мембране зараженных клеток, из сотни вирусных белков определены четыре-пять потенциально протективных. По логике, решающую роль в индукции защиты при АЧС должен играть белок, обладающий свойством серотиповой специфичности, который феноменологически обнаруживает себя в реакции задержки гемадсорбции. В 1990-х годах нами был идентифицирован серотипоспецифический гликопротеин, а испанскими исследователями — ген, кодирующий синтез вирусного CD-подобного белка, который отвечает за гемадсорбцию. Так разными путями был найден один и тот же критически важный для формирования противовирусной защиты белок.

В ведущих вирусологических центрах мира сейчас исследуют защитные свойства рекомбинантных конструкций, кодирующих синтез потенциально протективных белков. Молодые ученые нашего института совместно с американскими коллегами проводят интереснейшие и обнадеживающие исследования с геном CD-подобного белка «вакцинных» штаммов вируса АЧС. Министерство образования и науки Российской Федерации в рамках МЦП ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» финансирует выполняемые нами научно-исследовательские работы по созданию тест-системы для серодиагностики АЧС методом иммуноблоттинга на основе рекомбинантных иммунодоминантных белков. Полученные рекомбинантные конструкции будут полезны и в исследованиях по созданию кандидатных генно-инженерных вакцин.

Краткая история АЧС

АЧС установлена более ста лет назад английским ученым Р. Монтомгери (R.E. Montgomery). Естественная история АЧС может быть разделена на четыре периода.



I

начало 1900 г.—
1957 г.

Распространение только в пределах традиционного южноафриканского нозоареала в природно-очаговой форме с трансмиссивной передачей инфекции и редкими случаями острой летальной АЧС при заражении завезенных из Европы домашних свиней.

II

1957—1971 гг.

Возникновение, распространение среди домашних свиней и кабанов в Испании и Португалии, становление самостоятельного антропоургического цикла и эндемии с рядом спорадических вспышек в других странах Южной Европы.

III

1971—1995 гг.

Эндемия в Испании и Португалии вплоть до ее успешного искоренения (1995), вспышки и эпизоотии АЧС в ряде стран Западной Европы, в СССР (1977), на Кубе (1971, 1980), на о. Гаити и в Бразилии (1978—1983).

IV

2007 г.—настоящее
время

Занос АЧС в Грузию, широкое распространение в юго-восточном регионе Евразии (Армения, Азербайджан, Абхазия, Нагорный Карабах, Россия, Иран, Украина, Латвия, Литва, Эстония, Белоруссия, Польша), становление эндемии на юге и в центре европейской части РФ.



Опасен ли АЧС для людей

Десятилетия контакта с высокими концентрациями вируса АЧС сотен ученых из России, Испании, Португалии, Великобритании, США, Германии, а также тысяч свиноводов в эндемичных Бразилии и на Гаити, не говоря уже о тридцатилетней истории ликвидации АЧС в Португалии и Испании, не дали оснований усомниться в безопасности вируса АЧС для человека. Более того, не удалось экспериментально подтвердить репродукцию вируса АЧС у других видов лабораторных и домашних животных (мыши, крысы, кролики, морские свинки, козы, овцы, КРС, лошади, собаки, кошки, птицы, куриные эмбрионы и т.д.). Именно поэтому в экспериментах с вирусом АЧС во всем мире используют только свиней.



Экономический ущерб от АЧС

Эпизоотия АЧС в Бразилии в 1978—1985 гг. может служить примером беспрецедентного социально-экономического влияния на существование крупного государства. Она сопровождалась сокращением потребления свинины на внутреннем рынке и прекращением ее экспорта, некоторые страны наложили эмбарго на многие традиционные бразильские продукты животноводства и даже растениеводства. Прямые и косвенные затраты при чрезвычайных обстоятельствах на мероприятия, связанные с ликвидацией свиней, в целом составили 14,6 млрд долларов.

По расчетам, в США каждый эпизоотический инцидент, обусловленный АЧС, приведет к потерям 4,5 млрд долларов за счет мероприятий по эрадикации и эмбарго продукции (~10% бюджета всего животноводства страны). Официальных данных об экономических потерях и затратах от АЧС в России нет. В заявлениях руководителей Россельхознадзора два года назад фигурировала сумма 30 млрд рублей.



АЧС в России

После объявления МЭБ в июне 2007 г. о вспышках АЧС на территории Грузии, в ноябре того же года в Чечне были обнаружены инфицированные вирусом АЧС дикие кабаны. За период с 2007 г. по настоящее время в стране зарегистрировано 737 вспышек болезни в 34 субъектах РФ, в основном Южного и Центрального федеральных округов — примерно поровну среди свиней и кабанов. Принудительно уничтожено около 900 тыс. голов свиней и десятки тысяч кабанов. Несоблюдение владельцами свиней требований биологической защиты производственных помещений и запаздывание решений по регулированию численности кабана усугубляют эпидемиологическую ситуацию. Прогнозы на последующие годы неутешительны.

сфере ученые отмечают развитие у геймеров высокой импульсивности — склонности поступать необдуманно, действовать под влиянием момента и не задумываться о последствиях. В психологической литературе можно встретить различное понимание импульсивности: и как личностной черты, и как когнитивного стиля, и как одного из симптомов дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Американский психолог Дуглас Джентайл, исследующий влияние компьютерных игр на психическое развитие детей и подростков, отмечает, что высокая импульсивность у геймеров может быть связана с недоразвитием волевых и других контролирующих процессов, а также обусловлена нарушением мозговых механизмов, отвечающих за регулятивные процессы. Его выводы в определенной степени противоречат исследованиям, демонстрирующим развивающий эффект компьютерной игровой тренировки на механизмы когнитивного контроля — функции, отвечающей за поддержание и произвольное переключение деятельности, подавление ненужной информации.

Проведенное нами исследование исходило из двух трактовок импульсивности: импульсивность как когнитивный стиль и импульсивность как личностная черта, характеризующая особенность принятия решений.

Одним из тестов, применяемых для измерения импульсивности как когнитивного стиля, является сравнение похожих картинок — тест, разработанный в 1964 году американским психологом Джеромом Каганом: испытуемому предлагается соотнести с образцом несколько похожих изображений. Из всех предложенных картинок только одна — точная копия образца. Испытуемому предлагается решать задачу как можно быстрее и как можно правильнее. В результате серии таких испытаний удается выявить наиболее типичный стиль решения для каждого участника тестирования. В нашем исследовании когнитивностилевой специфики приняли участие 145 человек в возрасте 18–35 лет, из которых 88 человек регулярно играли в компьютерные игры, а 57 — не только не играли в компьютерные игры более трех лет на момент проведения исследования, но также никогда прежде особо не увлекались этим видом деятельности.

Сравнение результатов группы геймеров с группой не играющих в компьютерные игры испытуемых показало, что геймеры не отличаются значимо от неигроков по времени решения задач теста (для непараметрического критерия Манна–Уитни $p = 0.163$) и дают значительно меньше неправильных ответов в этом тесте ($p = 0.03$): в среднем 5 и 7,5 ошибок соответственно. Исследование не показало корреляции между показателями когнитивного стиля и полом испытуемых ($p = 0.421$ для времени ответа и $p = 0.083$ для количества ошибок, не значимо) или их возрастом ($p = 0.246$ для времени ответа и $p = 0.991$ для количества ошибок).

Из 188 испытуемых только 103 человека (57 геймеров и 46 негеймеров) явным образом могли быть отнесены к одному из двух полюсов когнитивного стиля: те, кто отвечал быстро и совершал много ошибок, были отнесены к полюсу «импульсивность», а совершавшие мало ошибок, но принимавшие решения медленно, — к полюсу «рефлексивность». Оказалось, что в группе геймеров преобладают рефлексивные испытуемые, в то время как в группе не играющих незначительно больше импульсивных [таб. 01 —> стр. 17].

Статистически различие в количестве тех и других нельзя считать значимым ($p = 0.058$). Исследование показывает, что для геймеров импульсивность как когнитивный стиль не характерна: они точнее решают задачи на сопоставление изображений, затрачивая при этом не больше времени, чем не играющие испытуемые.

Рассматривалась и другая трактовка импульсивности — как личностной черты. В этом случае под импульсивностью понимается склонность вести себя необдуманно, не осознавая последствий своих действий, в том числе опасных или рискованных. Исследование не выявило импульсивность в качестве характерной особенности игроков в компьютерные игры и в этой трактовке.

Для определения импульсивности как личностной черты использовался опросник «Импульсивность, 7-я версия», разработанный британскими психологами Гансом и Сибил Айзенк и адаптированный российскими психологами Александрой Долныковой и Татьяной Корниловой для русскоязычных испытуемых. Показатель выраженности импульсивности рассчитывался на основе ответов на вопросы, связанные с описаниями различных жизненных ситуаций (например: «Часто ли вы покупаете вещи по сиюминутному желанию?»), в которых люди нередко действуют излишне поспешно, не контролируя свои действия. В исследовании приняли участие 201 человек в возрасте от 18 до 35 лет. Из всех трех шкал теста (наряду с импульсивностью опросник оценивает степень выраженности склонности к риску, то есть к поиску новых острых ощущений, и эмпатию как склонность понимать и сопереживать чувствам других людей) значимых различий между игроками в компьютерные игры и контрольной группой не было только по шкале импульсивности ($p = 0.571$); средний балл 1.9 у геймеров и 1.4 у негеймеров (шкала может принимать и отрицательные значения). В то же время, геймеры оказались более склонны к острым ощущениям ($p = 0.034$; в среднем 1.7 и 0.4 балла соответственно) и менее эмпатичны ($p < 0.001$; 3.8 и 5.5 баллов соответственно), чем не играющие в компьютерные игры участники исследования. Полученные данные согласуются с результатами других известных исследований.

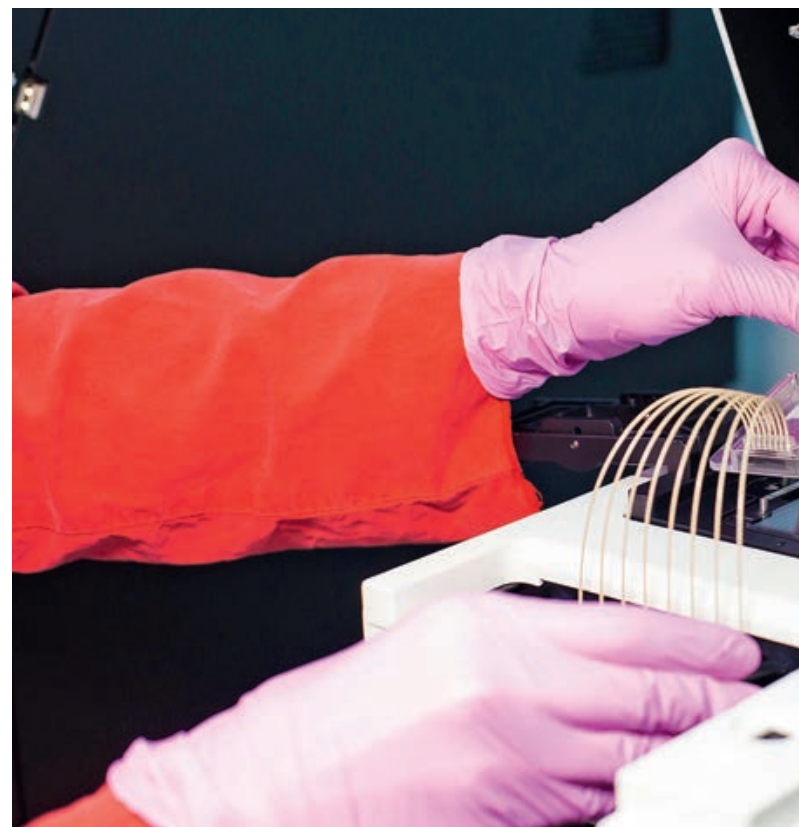
Таким образом, исследование не подтвердило традиционных представлений о высокой импульсивности геймеров. Напротив, игроки в компьютерные игры продемонстрировали преимущественно рефлексивный стиль решения задач, а также высокую склонность к поиску острых ощущений и более низкие показатели эмпатии.

Исследование подготовлено при поддержке государственных фондов РФНФ, проект №14-06-00740, и РФФИ, проект №15-06-06168

Понятие когнитивного стиля в психологии

Под когнитивными стилями понимаются индивидуально-специфические устойчивые характеристики восприятия и мышления, оказывающие влияние на деятельность человека в целом. Стили определяют наиболее удобные, привычные способы взаимодействия с реальностью, характерные для индивида. Самая распространенная

трактовка представляет когнитивные стили в виде биполярной характеристики, полюса которой — крайние степени выраженности стиля. Так, когнитивному стилю «импульсивность», определяемому как тенденция принимать в ситуации неопределенности поспешные решения, совершая множество ошибок, противопоставляется полюс «рефлексивность» — склонность решать задачи медленно, с минимальным количеством ошибок.

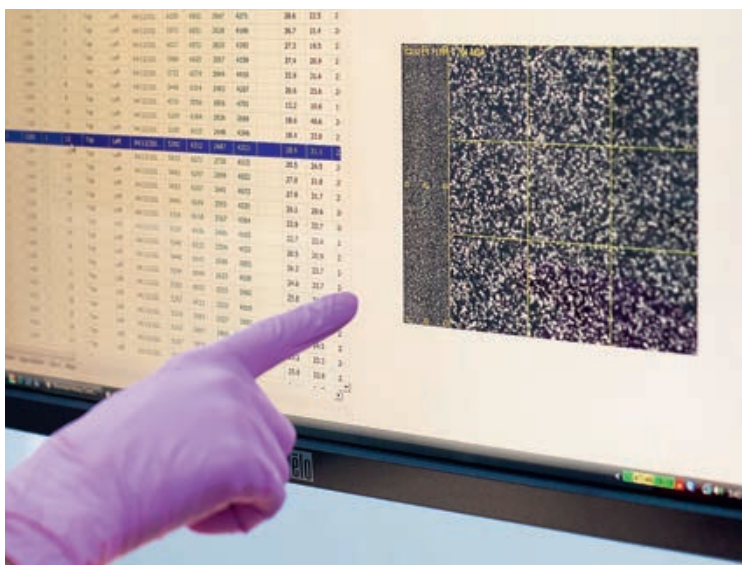


01



02

Чем занимается получившая мегагрант лаборатория эволюционной геномики МГУ



03

- 01 Во вспомогательном приборе cBot к секвенатору проводится амплификация — увеличение числа копий секвенируемых фрагментов ДНК
- 02 Секвенатор HiSeq2000 и вспомогательное оборудование
- 03 Визуализация результатов секвенирования

Лаборатория эволюционной геномики начала свое существование на факультете биоинженерии и биоинформатики МГУ в 2011 году, когда я получил мегагрант в рамках постановления №220 для проведения исследований по теме «Филогенетический анализ сложного отбора в молекулярной эволюции». Мы получили огромные деньги (\$5 млн), на которые стали обустривать лабораторию. На выделенные деньги мы смогли купить прибор нового поколения Illumina HiSeq2000 для секвенирования (определения генотипов), с огромной производительностью, вычислительный кластер для хранения и обработки этих огромных данных, а также построили дополнительную лабораторию на Беломорской биостанции МГУ, поскольку одна из наших работ связана с молекулярно-генетическим изучением биоразнообразия.

Лаборатория наша изучает эволюционную геномику экспериментально и теоретически. Общая цель наших исследований — изучение естественного отбора на геномном уровне. Но не только. Здесь также занимаются многими другими аспектами эволюционной, популяционной, функциональной и медицинской геномики. Мы не ставим перед собой одной конкретной биологической задачи, наша «бизнес-модель» другая: мы берем самые интересные маленькие вопросы и стараемся их решать. Мы биологи широкого профиля, и нас интересуют разные эволюционные вопросы.

Особенность нашей лаборатории состоит в том, что в ней сосуществуют два направления: «сухое» и «мокрое», теоретическое и экспериментальное. В ней одновременно работают математики, никогда в жизни не державшие в руках пипетки, и молекулярные биологи, никогда не учившие теорию алгоритмов; они взаимодействуют и дружат. Это непросто, но такой симбиоз исключительно выгоден. Совместное существование экспериментального и теоретического компонентов науки всем идет на пользу. Теорией можно заниматься и не имея никаких секвенаторов: данных сейчас столько, что можно анализировать их всю жизнь, — но собственный секвенатор дает возможность получать свои данные, что кажется нам важным.

Пять задач мегагранта

Первое время мы в основном работали над пятью задачами, которые были

текст **Алексей Кондрашов**

кандидат биологических наук, профессор, победитель первого конкурса мегагрантов, создатель и руководитель Лаборатории эволюционной геномики факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ им. М.В. Ломоносова

Тата Зарубина

фотографии

Иван Ерофеев

сформулированы в заявке на мегагрант. Все они чисто теоретические — это тяжелая эволюционная биология. Все заявленные задачи мы выполнили.

Один из наших больших проектов — изучение свойств адаптивных ландшафтов: например, что происходит, если в последовательности эволюционирующих видов какой-нибудь белок теряет кусок, как это событие влияет на всю молекулу в целом. Оказывается, что после того, как из белка выпал кусок, соседние участки в нем начинают быстро эволюционировать, подстраиваясь под новую реальность. Это как человеку, которому вырезали кусок кишечника, нужно некоторое время, чтобы научиться жить с этим урезанным кишечником. Мы посмотрели, сколько времени нужно белку и какой длины получается эта «адаптивная прогулка», и обнаружили, что белку, чтобы перестроиться, достаточно всего нескольких аминокислотных замен.

Отдельно мы изучили ситуацию случайной замены аминокислоты в белке: насколько это необратимо? Мы показали, что недавно замененная аминокислота часто восстанавливается, но чем больше проходит времени от этого события, тем вероятность обратной замены меньше, потому что белок за счет эволюции в других местах забывает, как ему работать с этой старой, заменившейся, аминокислотой. Эти результаты представляются мне очень интересными.

Работа, которой я особенно горжусь, — это разработанный нами метод обнаружения положительного отбора, действовавшего в прошлом. Положительный отбор — это классический дарвиновский отбор, который благоприятствует редкому, но полезному варианту гена и приводит к изменениям (если отбор благоприятствует частому варианту, то он называется отрицательным и к изменениям не приводит, а поддерживает status quo). В качестве примера такого положительного отбора можно привести способность людей пить молоко. Нормальное млекопитающее не может пить молоко во взрослом возрасте, потому что у него перестает вырабатываться фермент лактаза, отвечающий за расщепление молочного сахара. В двух человеческих популяциях 7–8 тысяч лет назад, когда была одомашнена корова, возникла поломка этого отключающего производства лактазы у взрослых: в Северной Африке и в Северной Европе. Те и другие научились пить молоко во взрослом возрасте. Когда возникает такая полезная мутация, отбор начинает



Нужно искать интересные задачи

Секвенирование очень быстро развивается, поэтому просто секвенировать сейчас уже недостаточно. В Китае в геномном институте BGI стоит 120 таких машин, как наш HiSeq. По объему данных и скорости мы не можем с ними конкурировать, поэтому, чтобы наша работа имела смысл, нужно искать интересные задачи. И мы ищем.

ее быстро распространять. Но мы ничего не знаем о положительном отборе на уровне генотипов; находить такие случаи очень трудно. Метод, который мы придумали, основан на очень простой идее: после того, как редкий полезный аллель вытесняет другой, этот редкий вариант становится частым. То есть положительный отбор со временем превращается в отрицательный. Мы придумали, что если посмотреть на современный отрицательный отбор, то можно понять, каким был в прошлом положительный. Это довольно тривиальная мысль, но до нас этого никто не придумал.

Кроме того, мы изучили причины скоррелированных замен в соседних сайтах. Из здесь получили не совсем то, что ожидали. Когда в каком-то месте генома происходит замена нуклеотида, можно ожидать, что от этого в соседних местах меняются условия и это повлечет возникновение замен и по соседству. Мы проверяли, есть ли здесь корреляция. Корреляцию мы обнаружили и показали, что это явление гораздо более распространено, чем считалось ранее, и что оно вызвано в основном одновременными или почти одновременными заменами многих нуклеотидов. Однако природа его, видимо, не селекционная, а мутационная.

Еще одна наша работа была посвящена изучению эволюции геномов далеко дивергировавших видов: общий предок млекопитающего и асцидии (животного, принадлежащего к подтипу оболочников или личинкохордовых — Urochordata) жил 600–700 млн лет назад. Участки генома, которые унаследованы теми и другими от этого общего предка, настолько дивергировали, что опознать их напрямую мы уже не можем. Но при этом они могут продолжать выполнять некую функцию, которую они (может быть, с некоторыми модификациями) выполняли на протяжении всех этих миллионов лет. Мы придумали способ обнаружения таких участков. Для этого не нужно сравнивать млекопитающих с асцидиями — это ничего не даст, — а нужно сравнивать между собой разных млекопитающих и разных асцидий.

Эти эзотерические вопросы эволюционной биологии относятся к «сухим» исследованиям, в которых мы анализируем не свои, а чужие данные. Помимо этих пяти задач, мы работаем и над другими проектами.

«Мокрые» исследования

Мы начали большой проект с байкальскими гаммарусами (рачки-бокоплавы). На Байкале живут сотни видов эндемичных гаммарусов, все они там возникли и только там встречаются. Это так называемое скопление видов, которое интересно уже само по себе: таких явлений в мире очень немного. Кроме того, это замечательный ресурс для изучения разнообразных теоретико-эволюционных вопросов. Мы секвенируем транскрипты разных видов этих гаммарусов, чтобы изучить процессы, сопровождавшие быстрое видообразование. Я надеюсь, что по этим гаммарусам мы сделаем много хороших работ. Например, исходя из теории катастроф, мы можем ожидать, что в медленном и размеренном течении эволюции иногда вдруг могут происходить очень резкие быстрые изменения. Гипотеза заключается в том, что периодически безо всякой внешней провокации должны наблюдаться рывки, в результате которых происходит резкий переход из одного устойчивого состояния



«Сухие» исследования

По результатам нашей деятельности уже написано 40 статей. Обычно статьи, посвященные какому-нибудь геномному проекту, пишутся в соавторстве; бывают статьи, у которых больше 70 авторов. У нас над такими проектами работает обычно не более 10 человек, поэтому работа занимает гораздо больше времени. Тем не менее мы расшифровали несколько геномов. Например, полтора года назад в лаборатории был получен геном самого мелкого геномного цветкового растения с самым маленьким геномом — насекомоядной травки генлизии (*Genlisea aurea*): мы показали, что она имеет меньше генов, чем все изученные виды растений, сравнили ее с близкими видами и изучили механизмы миниатюризации генома. Кроме этого, мы секвенировали геном дикого предка одного из двух видов культурной гречихи и провели его анализ. И делаем то же самое для предка второго вида. Секвенировали геном пастушьей сумки — продукт недавней полногеномной дубликации, и изучение начальных стадий эволюции этого процесса представляется нам интересным. Приняли участие в изучении генома одного из видов комаров-хиروномид: его червеобразные личинки, которых называют мотылем, обладают способностью полностью высыхать, а при попадании в воду снова оживают. Наши коллеги, с которыми мы вместе работали, нашли гены, отвечающие за способность этого комара сохранять жизнеспособность, высыхая.

Еще мы хотим проверить, следит ли отбор за геном после того, как он сломался. Часто бывает, что если сломался какой-нибудь не очень важный ген, то он остается в популяции еще очень много поколений (сломанный жизненно важный ген сразу вымывается из популяции, потому что его носители немедленно вымирают). И интересно выяснить, действует ли на этот ген какой-нибудь отбор с момента, когда в него вставлена фатальная поломка, до того, как он вылетит из популяции? Наша гипотеза состоит в том, что на него никакой отбор не действует.

в другое. То есть общематематические соображения предсказывают, что белок какое-то время эволюционирует медленно, а потом вдруг начинает эволюционировать очень быстро: раз — и несколько аминокислот в нем поменялось. Так выглядит теория, но в реальности этого никто никогда не видел. Для проверки этой гипотезы нужны богатые филогенетические данные большого количества очень близких видов. Если мы найдем такие спонтанные бифуркации — броски в эволюции белков, — будет очень интересно. Но здесь интересен будет любой результат.

Из завершенных работ — мы сделали геномный анализ адаптации трехиглой колюшки к пресной воде. Эта морская рыбка замечательна тем, что стала пресноводной несколько раз. Мы сравнивали генотипы трехиглой колюшки из популяций Белого моря и соседних с ним пресноводных озер и смотрели, за счет каких генетических изменений она приспособилась к жизни в пресной воде. Оказывается, в процессе приспособления в ней идет много параллельных изменений, то есть адаптация к пресной воде происходила несколько раз независимо.

Еще мы открыли самый изменчивый вид на свете — гриб под названием «шизофиллум» (*Schizophyllum commune*). Его внутривидовая изменчивость необыкновенно высока, она составляет почти 15% — это больше, чем отличие человека от макаки. Два человека отличаются на 0.1%, а два шизофиллума из одной популяции — на 15%, межпопуляционные отличия у него еще больше — 25%. При этом они свободно скрещиваются. В связи с этим возник вопрос: как происходит кроссинговер? Мы этот вопрос изучили. Оказалось, что для кроссинговера они выбирают участки хромосом с максимальным локальным сходством.

Большое количество работ мы сделали по зоологии беспозвоночных на Беломорской биостанции МГУ. Мы ведем систематическое изучение внутривидовой изменчивости макроскопических животных и водорослей, обитающих в Белом море. Мы изучили более 100 популяций и описали больше десятка видов-двойников. Наш главный результат за прошлый год — это медуза. В Белом море водятся крупные медузы *Syanea arctica*. Мы обнаружили, что это не один вид, а два. Новый вид назвали в честь директора биостанции Александра Борисовича Цетлина. Мы нашли в Белом море такое явление: митохондриальная интрогрессия — когда у всех (либо у части) представителей одного вида митохондрии не свои, а заимствованы у какого-то другого вида. Например, у некоторых особей одного из видов морских ежей митохондрии принадлежат другому виду. То есть какая-нибудь их пра-пра-прабабушка принадлежала другому виду, но кроме митохондрий, от этой истории никаких следов не сохранилось: весь ядерный геном у них типичный. Оказалось, что в Белом море таких случаев очень много.

Еще одно важное дело, которое мы сделали на Беломорской биостанции, — мы преобразовали процесс обучения студентов: они проходят практику у наших сотрудников и на нашем оборудовании. И такой практики нет, кажется, больше нигде: студенты-третьекурсники собственными руками проделяют весь цикл работ — от отлова зверей до секвенирования, занесения результатов в Genbank и, в случае обнаружения чего-то интересного, публикации статей.

Рак — это эволюционная болезнь

Главное, что нужно понимать про эволюционную науку, — что сама по себе она бесполезна. Ее бессмысленно пытаться как-то коммерциализовать, хотя разговоры об этом идут постоянно. Если объект, который эволюционирует, интересен кому-то, кроме нас, это хорошо. Байкальские гаммарусы, например, совершенно никому не нужны, а вот вирусы интересуют многих. У нас есть несколько прикладных задач. К ним относятся наши онкологические исследования, которые мы делаем в сотрудничестве с медиками. Рак — это эволюционное заболевание, потому что он возникает, когда клетка начинает эволюционировать в собственных интересах, а ее интерес в том, чтобы как можно больше делиться. Мы анализируем геном больных гепатокарциномой (опухоль печени): сравниваем геном здоровых и больных клеток и пытаемся понять, какие при этом ломаются регуляторные пути. Каждый больной — это независимая эволюция, и если мы увидим, что в большинстве случаев сломан один и тот же ген, значит, он и сидит в регуляторном пути, который ломается при гепатокарциноме. Этим мы только начали заниматься, но медики говорят, что мутации, которые мы нашли, очень интересны. В такой работе нет ничего оригинального, сейчас этим занимается весь мир, но это хорошая деятельность.

Еще мы занимаемся изучением эволюции вируса гриппа. У вирусов можно иногда наблюдать некое подобие полового размножения — реассортацию. Когда одну клетку инфицируют два разных вируса, из нее выходит гибридная вирусная частица, которая имеет в себе два типа молекул: от вируса «папы» и от вируса «мамы». Многие самые серьезные эпидемии (из последних — эпидемия «свиного» гриппа) возникли в результате таких реассортаций. Оказывается, после реассортации в белках вируса происходят вспышки быстрой эволюции. И по характеру таких вспышек: как долго они длятся и как далеко заводят, — можно многое сказать про эволюцию этих вирусов. Реассортация вирусов — очень интересное явление, но все любят писать, что мы изучили, как эволюционируют вирусы, и это нам поможет сделать вакцину. Это не так, наша работа совсем про другое. Я не люблю таким образом продавать свою науку.

Мы надеемся работать и дальше

Мегагрант нам дали на 2011–2013 гг., с возможностью продления на два года. Но пока на нашу научную деятельность это повлияло минимально: очень много проектов нужно доделывать, и какое-то время мы будем работать по инерции. У нас есть еще несколько небольших грантов, и мы пытаемся изыскать деньги на дальнейшую работу.

Лабораторий, как наша, в России больше нет: теоретическими эволюционными вопросами больше почти никто не занимается. Здесь просто нет теоретико-эволюционной школы, люди не думают таким образом, и студентов учить этому некому. К нам постоянно приходят студенты, но школа не может состоять из одной лаборатории, для этого нужна научная среда.



Оборудование устареет быстро

HiSeq — игрушка очень дорогостоящая, да и расходные материалы очень дорогие, и если на них нет денег, машина простаивает. На сегодняшний день HiSeq является самым высокопроизводительным секвенатором в мире. Три года наш HiSeq был единственной машиной такого уровня в Москве. И мы не только работаем на нем сами, но и даем возможность использовать технологию секвенирования нового поколения многим другим людям и лабораториям.

Но, поскольку технологии очень быстро совершенствуются, HiSeq будет востребован не так долго, максимум 5–10 лет. Как только появится машина, которая будет позволять читать по 50000 букв без ошибок, наш HiSeq можно будет выкинуть на помойку или отдать во дворец пионеров. Он морально устареет, и результаты, полученные на нем, будут неконкурентоспособны. Так что через несколько лет оборудование все равно нужно будет менять.

хроматография

Метод ионной хроматографии может применяться для определения концентраций серной и азотной кислот на всех диапазонах концентраций тройных смесей — он показывает наименьшие погрешности. — Н.Ю. Козлова, Ю.А. Габдрахманова, А.И. Харцинов, Р.Ф. Гатина, «Вестник Казанского технологического университета», №5, 2015 г.

сейсмология

Ущерб от сильных сейсмических воздействий (землетрясения, забивка свай) можно прогнозировать и для существующих, и для проектируемых сооружений — если анализировать акселерограммы от слабых пробных воздействий (ударов, вибраций от транспорта). — Н.К. Капустян, Г.Н. Антоновская, А.Н. Климов, И.М. Басакина, «Жилищное строительство», №3, 2015 г.

теплоэнергетика

Электроэнергия, выработанная на бинарной геотермальной электростанции, может быть использована для извлечения химических компонентов из гидротермальных рассолов хлоридно-натриево-кальциевого типа. — А.Б. Алхасов, Д.А. Алхасова, А.Ш. Рамазанов, М.А. Каспарова, «Теплоэнергетика», №6, 2015 г.

энергетика

Механоактивированное измельчение угля значительно увеличивает его воспламеняемость и эффективность горения. Обработанный таким образом уголь по своим теплоэнергетическим свойствам приближается к тяжелым сортам нефти. — А.Р. Burdukov, V.I. Popov, M.Yu. Chernetskiy et al, «Applied Thermal Engineering», Vol. 74, №5, 2015



нанотехнологии

Разработана технология получения нанопорошков и нанокристаллов с характерными размерами около 10 нм в полях СВЧ-излучения. Источником излучения служила специально созданная в МИФИ экспериментальная СВЧ-установка мощностью 5 кВт и рабочей частотой 2450 МГц, а в качестве исходных веществ — гидроксиды-оксигидроксиды циркония-иттрия, диспрозия-циркония и диспрозия-гафния. — А.Н. Диденко, М.С. Дмитриев, А.Д. Коляскин, Р.А. Краснокутский, «Радиотехника и электроника», №5, 2015 г.

Управление компьютером «силой мысли»: сегодня и завтра

В нашей лаборатории нейроэргономики и интерфейсов мозг — компьютер Курчатковского комплекса НБИКС (нано-био-инфо-когно-социо)-технологий разработан ряд новых методов управления техническими устройствами с помощью электрических сигналов мозга. В частности, нам удалось создать первый интерфейс глаз — мозг — компьютер, работающий на основе анализа электроэнцефалограммы в моменты кратковременных фиксации взгляда на экранных кнопках.

По моему велению, по моему хотению

Нейроинженерные технологии, позволяющие человеку управлять компьютерами и робототехникой с помощью «силы мысли» — одна из наиболее заметных областей на стыке науки и техники. Каждый год публикуется все больше исследований, связанных с разработкой новых разновидностей интерфейсов мозг — компьютер со все более впечатляющими результатами.

Если опубликованное в 2003 году в журнале *Neuropsychologia* двухстраничное письмо парализованный пациент писал целых шесть месяцев, то в 2010 году журнал *Amyotrophic Lateral Sclerosis* напечатал статью о полностью парализованном пациенте, который с помощью ИМК вел исследования в области молекулярных нейронаук и руководил небольшой научной лабораторией по электронной почте. Уже больше пяти лет свободно продаются ИМК, с помощью которых можно играть в компьютерные игры без единого движения — одной лишь «силой мысли», и по цене они вполне доступны многим геймерам.

В целом же, при взгляде со стороны могут сложиться весьма оптимистичные представления о возможности прямого взаимодействия между техническими устройствами и мозгом их пользователя. Но в этой, казалось бы, исключительно позитивной картине легко не заметить один нюанс.

Трепанация черепа с семью степенями свободы

Наиболее яркие исследования, связанные с ИМК, которым посвящены статьи в самых престижных научных журналах, — это так называемые инвазивные ИМК. Для «подключения» их к мозгу необходима нейрохирургическая операция, чаще всего — вживление электродов непосредственно в мозг. Это серьезный риск, неприемлемый для здоровых людей и нежелательный даже для тяжелых пациентов. Кроме того, стоимость таких операций на людях очень высока. Поэтому исследования с использованием инвазивных ИМК в течение еще многих лет будут выполняться в основном на животных.

Общедоступные коммерческие ИМК, как нетрудно догадаться, это неинвазивные ИМК. Их электроды считывают идущие из мозга электрические сигналы прямо с поверхности кожи головы. Иными словами, в этих ИМК используется та самая электроэнцефалограмма (ЭЭГ), которую



сейчас требуют при оформлении медицинской справки для ГИБДД.

Еще в 2011 году на международной конференции по ИМК в австрийском городе Граце отмечалось, что ни в одном эксперименте не было показано наличия принципиальной разницы между возможностями инвазивных и неинвазивных ИМК, и этому было дано вполне логичное объяснение. И те, и другие ИМК получают сигнал только с коры мозга, из-за чего во взаимодействие с ними не могут вовлекаться нижележащие структуры головного и спинного мозга, отвечающие за все нюансы естественного управления движениями. Но уже через год исследователи из Питтсбурга под руководством Эндрю Шварца, известного специалиста по моторной физиологии, смогли обучить парализованную пациентку, в кору которой были вживлены два 96-канальных блока электродов, управлению роботизированным протезом руки с семью степенями свободы. Ничего подобного при использовании неинвазивных интерфейсов никогда не удавалось достичь. И, что особенно важно, существует мало оснований надеяться на то, что в случае неинвазивных ИМК сопоставимый прогресс вообще возможен.

Сто тысяч и один нейрон

При вживлении электродов в кору ИМК может отдельно анализировать сигналы, идущие от одиночных нейронов. Мозг, «почувствовав», что у него появилась возможность выполнять действия во внешней среде с помощью изменения этих сигнала-

лов, может реализовать эту возможность, модифицировав работу, по крайней мере, некоторых из нейронов, к которым подключился интерфейс.

Это непростая задача, ведь работа каждого из нейронов тесно связана с работой еще множества других: активирующих или тормозящих этот нейрон, а также тех, кого активирует или тормозит он сам. Однако, как показали эксперименты группы Эндрю Шварца, кора мозга обладает очень высокой пластичностью, и специальная тренировка позволяет человеку за несколько месяцев в достаточной мере обучить нейроны и создать на их основе эффективный «выход» мозга сразу с несколькими параллельными каналами взаимодействия с ИМК.

При использовании ЭЭГ, регистрации на поверхности головы, подключение к отдельным нейронам невозможно. Для того чтобы в ЭЭГ возникло совсем небольшое изменение амплитуды электрического сигнала, требуется синхронная активация десятков и сотен тысяч нейронов. В противном случае сигнал не будет пропущен «фильтром», который состоит из других нейронов, кровеносных сосудов, мозговых оболочек, костей черепа, подкожной ткани и кожи. Поэтому создание даже двух параллельных каналов взаимодействия на основе ЭЭГ выглядит крайне сложной задачей.

Слишком много шума

Как же удастся обеспечить хоть какое-то функционирование неинвазивных ИМК? Ведь та переписка парализованных

текст	Сергей Шишкин кандидат биологических наук, Национальный исследовательский центр «Курчатowski институт»
иллюстрация	Мария Краснова-Шабеева



Что такое интерфейс мозг—компьютер (ИМК)

ИМК (англ. BCI — brain computer interface, также BMI — brain machine interface) — устройство для управления компьютером или подключенным к нему устройством с помощью сигналов мозгового происхождения и без использования мыщц и периферических нервов.

ИМК не просто дополняет или заменяет естественный способ управления движениями, он создает совершенно новый «выход» для мозга и психики, поскольку, как правило, подключается к верхнему уровню центральной нервной системы (ЦНС) — к коре головного мозга.

людей с родственниками, коллегами и работниками ИМК, о которой говорилось выше, стала возможной как раз благодаря использованию интерфейсов, снимающих ЭЭГ с кожи головы.

Дело в том, что уже в первых исследованиях с регистрацией ЭЭГ, проводившихся за много десятилетий до появления ИМК, было показано, что при мысленном выполнении человеком многих задач в этом сигнале происходят настолько крупные изменения, что они видны даже невооруженным глазом. Правда, детальные исследования показали, что специфичность связи этих изменений и выполняемых задач не очень высока. Например, большинство видов умственной деятельности вызывает более или менее генерализованное подавление альфа-ритма (колебаний с частотой около 10 Гц) и усиление бета-ритмов (более высокочастотных колебаний).

Но в компьютерной технике, да и в коммуникации между нейронами с помощью всего лишь двух уровней сигнала в канале связи (единиц и нулей) можно кодировать огромные объемы информации. И некоторые из наиболее эффективных неинвазивных ИМК как раз и используют этот двоичный принцип.

К сожалению, невозможно быстро и часто переключаться от одной мысленной задачи к другой, и это резко ограничивает скорость работы ИМК, которым управляют с помощью мысленных задач. Разумеется, разработчики нередко пытаются заменить дискретное управление градуальным, которое могло бы резко повысить объем передаваемой через ИМК информации, но оно оказывается слишком неточным. К тому же, из-за неизбежной сильной «зашумленности» ЭЭГ-сигнала электрической активностью разнообразных нейронных систем, непосредственно не участвующих в управлении, даже распознавание дискретных команд обычно требует неоднократного повтора мысленной задачи или выполнения ее в течение достаточно большого времени (по крайней мере несколько секунд). Только таким путем удается в нужной мере увеличить отношение сигнал — шум и достичь приемлемых значений точности.

Глаз — мозг — компьютер

Можно ли сделать доступные и безопасные неинвазивные ИМК практически полезными при всех тех ограничениях, о которых было сказано? Именно над этим сейчас работают исследователи и разработчики во многих странах мира. Важное направление такой работы — адаптация ИМК к задачам, в которых двоичное кодирование и низкая скорость срабатывания интерфейса приемлемы.

Второе направление — это объединение возможностей ИМК и других современных технологий взаимодействия человека и техники. Именно таким объединением и занимается наша лаборатория: мы разрабатываем гибридные неинвазивные интерфейсы глаз — мозг — компьютер (ИГМК).

В ИГМК объединяются интерфейс мозг — компьютер (ИМК) и управление с помощью перемещений и фиксации взгляда — как правило, на основе айтрекинга (видеоокулографии), точного отслеживания взгляда, использующего анализ видеозображения глаза. Как и неинвазивные ИМК, такие технологии имеют свои ограничения. Их главная проблема носит название проблемы прикосновения Мидаса.



Что кодируется в ИМК

При печатании текста чаще всего используют подсветку букв алфавита на экране. Чтобы напечатать нужную букву, надо внимательно считать, сколько раз она мигнет, не обращая внимания на мигания других букв. Наличие в ЭЭГ ответа, связанного со счетом буквы, говорит о том, что человек считал появившуюся в данный момент подсветку, а отсутствие — что он ее не считал. Зная, в какие моменты подсвечивались разные буквы, сравнением ЭЭГ после каждой из подсветок можно определить, какую именно букву нужно напечатать.

В других ИМК используется кодирование с использованием нескольких возможных вариантов. Например, можно отдельно распознать воображаемое движение левой рукой, правой рукой, ногами и языком. Но чем больше «кодов» одновременно используется, тем выше вероятность ошибки.

Пользователь айтрекингового интерфейса приобретает необычные способности. Так, он может управлять компьютером с помощью одних лишь фиксаций взгляда на экранных кнопках. Но за эти способности ему приходится платить отдачей нежелательных команд, которая происходит при естественных, непроизвольных фиксациях взгляда — как царь Мидас из греческого мифа превращал в золото все, к чему прикасался. Традиционные подходы к решению проблемы прикосновения Мидаса делают айтрекинговое управление в большинстве его приложений медленным и неудобным. А вот ИГМК потенциально способен дать более универсальные решения, основанные на ЭЭГ-маркерах управления, распознаваемых в онлайн-режиме с помощью ИМК-технологии.

ИГМК появились в мире лишь в последние годы, и до сих пор расширения их возможностей не удавалось достичь из-за слишком механистического сопряжения существующих технологий.

Мозг играет взглядом

Наша лаборатория стремится уходить от механистических подходов и разрабатывать гибридные интерфейсы, составные части которых дополняли бы друг друга максимально эффективно. Так, в нашем первом ИГМК, где в ИМК-компоненте для отдачи команды роботу применялось распознавание реакций мозга на подсветки, мы использовали то обстоятельство, что попытка отдачи команды путем счета подсветок начинается с перемещения взгляда в позицию, где подсветки возникают. С использованием детекции этого перемещения взгляда мы достигли нетипичного для неинвазивного ИМК сочетания низкой частоты ошибочных срабатываний (в среднем один раз в 10 минут) и сравнительно высокой скорости отдачи команды (за 3.6 секунды).

В последующих же работах мы стали использовать принцип «пассивного ИМК». Такие ИМК не требуют от пользователя выполнения специальных мысленных действий — они определяют, когда и какую команду следует отдать, посредством анализа ЭЭГ и учета контекста текущей деятельности.

Чтобы разобраться, какие ЭЭГ-маркеры можно использовать в ИГМК, мы ведем регистрацию ЭЭГ на фоне управления испытуемыми компьютером с помощью фиксаций взгляда. При этом мы, как правило, используем «взглядоуправляемые» игры, специально разрабатываемые нами на основе традиционных компьютерных игр.

Мы записываем ЭЭГ, и когда управление включено, и когда оно выключено, — то есть когда испытуемый может свободно рассматривать то, что он видит на экране, не опасаясь, что компьютер воспримет продолжительную фиксацию взгляда как подачу команды. Проводя сравнительный анализ этих ЭЭГ, мы находим те компоненты мозговой активности, которые характерны для управления. С помощью пассивного ИМК, нацеленного на выделение таких компонентов, управляющие фиксации уже удается отличать от спонтанных.

От управления взглядом к тренингу внимания

В настоящее время мы ведем эксперименты с онлайн-версией ИГМК,

разработанной с учетом наших первых результатов. Испытуемый играет в «глазоуправляемую» версию игры «Линии», переставляя шарики с помощью фиксации взгляда — сначала на шарике, а затем в той позиции, в которую он хочет его переместить. Во время нескольких первых игр ЭЭГ регистрируется в периоды осуществления управления и в периоды, когда оно отключено, чтобы обучить статистический классификатор, используемый в ИГМК, — как и в обычных ИМК, для эффективного распознавания попыток отдачи команды классификатор должен настроиться на индивидуальные особенности пространственно-временных характеристик мозговой активности данного пользователя.

Затем управление переводится в режим постоянного включения, а для предотвращения непроизвольного срабатывания используются два способа борьбы с «проблемой прикосновения Мидаса». Первый из них стандартный, заключающийся в повышении минимальной длительности фиксаций взгляда, требующихся для срабатывания интерфейса. Второй использует классификацию ЭЭГ, регистрирующейся во время фиксации, и в случае, если классификатор относит этот участок ЭЭГ к классу, соответствующему управлению, интерфейс срабатывает на полсекунды раньше, чем при использовании стандартного способа.

Классификатор в нашем эксперименте настраивается так, чтобы его ошибочные срабатывания, обычно раздражающие игрока и снижающие вовлеченность в процесс управления, случались как можно реже. Сделать это можно за счет повышения вероятности пропуска отдачи команды — ведь в этом случае интерфейс все равно срабатывает, как только будет достигнут порог фиксации, соответствующий стандартной методике.

Наша гипотеза заключается в том, что быстрое срабатывание ИГМК все же будет ощущаться участниками эксперимента как более желаемое и их мозг постепенно научится при отдаче команд вырабатывать все более четко распознаваемые классификатором компоненты ЭЭГ.

Есть основания думать, что это будет происходить путем повышения концентрации внимания или как-то сопряжено с повышением концентрации внимания. И тогда мы получим не только методику для эффективного управления с помощью ИГМК, но и методику тренировки внимания и, возможно, других когнитивных функций.

Управление техникой «силой мысли» уже сегодня стало вполне доступным благодаря интерфейсам мозг — компьютер. Скорость и точность такого управления пока оставляет желать лучшего. Однако ведущиеся сейчас исследования позволяют надеяться на превращение интерфейсов мозг — компьютер в практически полезную технологию уже в недалеком будущем.



Инвазивность vs неинвазивность

Регистрация сигнала от электродов, находящихся под черепом, но не в самом мозге, — так называемая электрокортикограмма (ЭКoГ), — значительно безопаснее и дешевле, чем использование электродов, вживленных в мозг.

В последние годы число исследований работы ИМК на основе ЭКoГ в мире выросло. В том числе и потому, что появилось много людей, которым временно устанавливают электроды для ее регистрации с целью уточнения границ очага поражения при тяжелых формах эпилепсии.

В ЭКoГ, как и в ЭЭГ, сигналы от отдельных нейронов неразличимы, но она дает возможность более детально выделять компоненты сигнала. Соответственно, ИМК на основе ЭКoГ оказываются намного более эффективными, чем на основе ЭЭГ. Но все-таки это скорее количественные, а не качественные различия.

Исследования ведутся по проектам, выполняющимся в НИЦ «Курчатовский институт» под руководством чл.-корр. РАН Б.М. Величковского при поддержке гранта Российского научного фонда (проект 14-28-00234 — «В поисках «Я»: междисциплинарное исследование порождения произвольного действия») в части поиска маркеров преднамеренных действий и разработки ИГМК и гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-29-01344 офм — «Исследование и моделирование волновой интеграции крупномасштабных нейросетей мозга: подходы к выявлению когнитивных состояний внимания у человека») в части развития методов классификации ЭЭГ-сигнала.

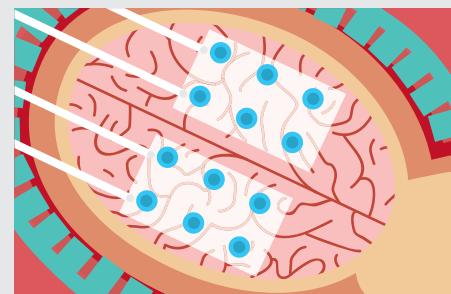
Как работает интерфейс мозг — компьютер (ИМК)

текст **Сергей Шишкин**
 кандидат биологических наук,
 Национальный исследовательский центр
 «Курчатовский институт»

иллюстрации **Лена Бялая**

ТЕХНОЛОГИИ

Типы ИМК



Инвазивные

Электроды отводят сигналы нейронов непосредственно от мозга, и для их подключения требуется опасная и дорогостоящая хирургическая операция. Инвазивные интерфейсы обеспечивают наиболее эффективное управление, но не смогут получить широкого распространения в обозримом будущем.



Задача пользователя

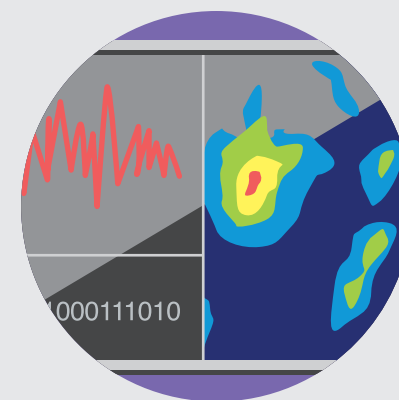
В наиболее современных инвазивных ИМК используются сигналы нейронов, возникающие, когда пользователь пытается совершить движение.

Неинвазивные ИМК надежно распознают сигналы мозга, когда пользователь воображает движение левой или правой рукой, расслабляется — напрягается или концентрирует внимание на одной из мигающих экранных кнопок.



Регистрация сигнала

Датчики регистрируют физические сигналы, возникающие при работе мозга пользователя, — обычно электрические потенциалы (ЭЭГ, ЭКoГ, сигналы от отдельных нейронов).

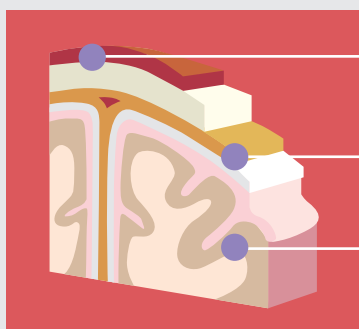


Предобработка

С помощью цифровой обработки полезный сигнал очищается от шума мозгового и внешнего происхождения.

ИМК

Типы сигнала

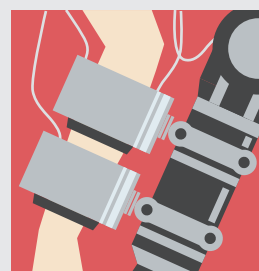


- ЭЭГ**
Регистрируется на поверхности кожи головы
- ЭКoГ**
Регистрируется на поверхности коры мозга
- Сигнал от нейронов**
Регистрируется электродами, вживленными в ткани мозга

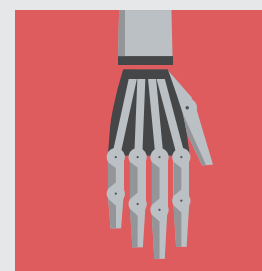
Типы устройств, которыми можно управлять



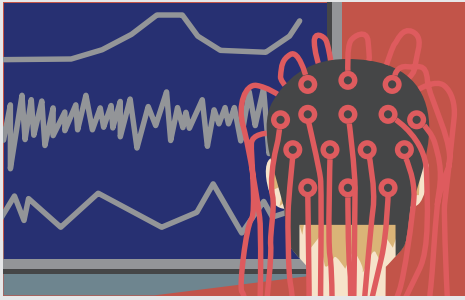
Виртуальная клавиатура для инвалидов



Тренажеры для нейрореабилитации



Роботизированные протезы



Неинвазивные

Электроды считывают электрические сигналы, возникающие при работе мозга, с кожи головы. Благодаря дешевизне и безопасности «подключения» могут быть использованы для широкого круга задач, однако их скорость и точность работы ограничены.

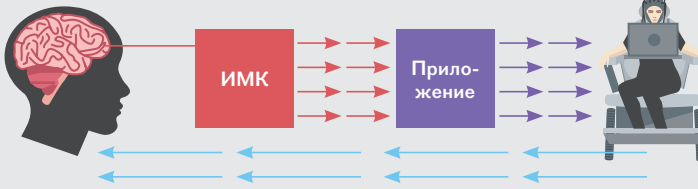
Два подхода к управлению

Выбор целей



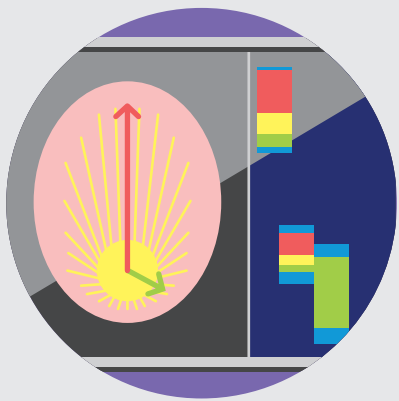
Роботизированное устройство берет на себя решение тактических задач, а пользователю достаточно указывать ему лишь основные цели его деятельности. Для этого подхода возможностей неинвазивного ИМК оказывается вполне достаточно.

Управление процессом



При управлении сложным техническим устройством можно пытаться контролировать все его функции и получать подробную обратную связь от его датчиков. Подход допустим лишь в инвазивных ИМК, поскольку требует высокой скорости передачи информации.

По Wolpaw & Wolpaw «Brain-computer interfaces: something new under the sun», in Jonathan Wolpaw (Editor), Elizabeth Winter Wolpaw (Editor), Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice. Oxford University Press, 2012



Выделение признаков

Рассчитываются характеристики сигнала, которые могут помочь в детекции отдаваемой пользователем команды.



Классификация

Статистический классификатор по совокупности характеристик сигнала определяет, какая именно мысленная задача выполняется пользователем.

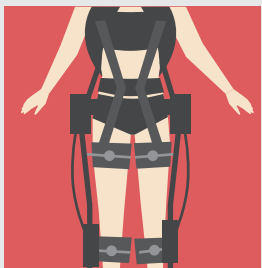


Интерфейс приложений

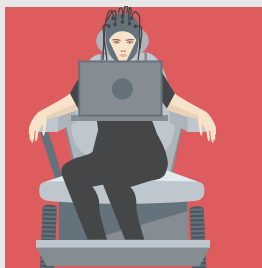
В зависимости от того, какими приложениями (программами, техническими устройствами) управляет ИМК, формируется команда, соответствующая выполняемой пользователем мысленной задаче.

Обратная связь

Пользователь получает обратную связь (зрительную, тактильную и др.), с помощью которой может корректировать мысленные действия так, чтобы кодируемые ими команды распознавались точнее и быстрее.



Экзоскелеты



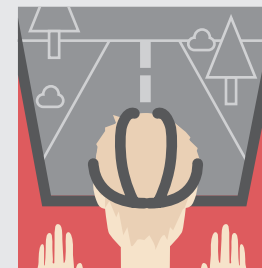
Роботизированные инвалидные кресла



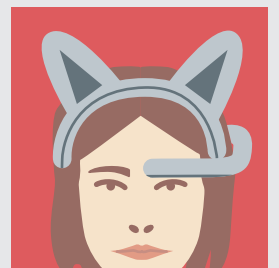
Управление бытовой техникой, умным домом



Рисование для инвалидов



Игры для здоровых и инвалидов



Дополненное тело

В Нижнем Новгороде создается робот-аватар

Нейротехнологии, разрабатываемые сегодня, обеспечивают передачу биометрических сигналов человека для управления внешними устройствами как напрямую — от мозга человека, так и опосредованно — за счет сигналов периферической нервной системы, электромиографической активности, кинематики конечностей, движения глаз и т.д.

Положение тела человека в пространстве, геометрию расположения его конечностей можно рассматривать как информативный биометрический паттерн. Эффективность его использования как элемента нейроинтерфейса можно почувствовать в компьютерных играх с видеосенсорами, где игрок может управлять виртуальными аватарами посредством собственных движений без использования джойстиков. С прямым управлением «силой мысли» ситуация сложнее. Например, самый известный метод прямой регистрации мозговой деятельности — электроэнцефалография (ЭЭГ) — сталкивается с серьезной проблемой классификации и интерпретации сигналов нейронов [→ стр. 22].

Можно использовать сигналы мышечной активности, регистрируемые электромиографическими датчиками. Еще проще — отслеживать объем сокращенной мышцы. Такие сигналы сравнительно просты и могут быть классифицированы не только по типу паттерна, но еще и градуально, в зависимости от силы сокращения мышц. Эта градуальность дает возможность пропорционального управления.

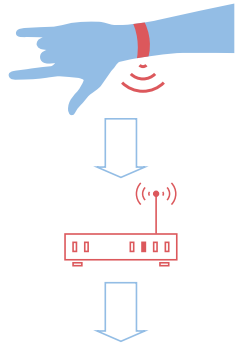
На первый взгляд, все просто: снимай биометрические паттерны человека и преобразуй их по заданному алгоритму в команды управления периферическими устройствами. Но для решения этой задачи логическими методами и координации движения руки в режиме реального времени (с интервалом, скажем, в 1 мс) потребовался бы процессор с тактовой частотой порядка 1 млн ГГц — что вряд ли достижимо даже с привлечением параллельных вычислений. В задаче моторной координации требуется непрерывный обмен данными между потоками: динамикой отдельных мышц, — и распараллелить процессы трудно. Мозг же человека, осуществляющий моторную координацию, использует «тактовую» частоту всего лишь 10 Гц вместо 1 млн ГГц при потреблении «энергии», не превышающей сотни ватт.

Возникают два варианта решения. Первый — попытаться создать нейроморфную искусственную систему, способную реализовать многопараметрическое нейроуправление. Но алгоритмы нейровычислений мозга в целом и нейроуправления в частности до сих пор не известны. Упомянутая огромная разница в вычислительной эффективности «логического компьютерного» и «мозго-нейронного» подходов к решению задачи координации движений свидетельствует, что мозг использует принцип вычислений, отличный от бинарной, нечеткой или каких-либо других логик, используемых в современной информатике.

Второе направление — построение эффективной системы регистрации

текст	Виктор Казанцев доктор физико-математических наук
	Василий Миронов Алексей Пимашкин кандидат физико-математических наук, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

рис. 01 →
«Нейротранслятор» — бытовые применения



- приготовить кофе
- сделать заказ
- включить свет
- регулировать температуру

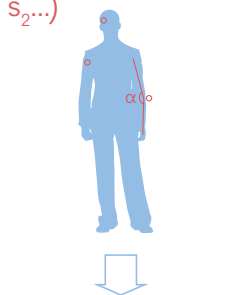
и декодирования сигналов мозга (СРД) на уровне центральной нервной системы и на уровне ее периферических проекций.

Таким устройством может быть робот-аватар, снабженный, кроме систем копирования кинематики движений человека-оператора, еще и нервно-мышечным и мозговым каналом обмена сигналами — нейроинтерфейсом, позволяющим оператору чувствовать движения робота. Он вовсе не должен быть антропоморфным: это может быть любая промышленная машина. Задача заключается лишь в эффективной проекции ее параметров, калибровке биометрических сигналов человека и организации биологической обратной связи, позволяющей достигнуть адаптивного результата.

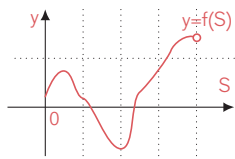
Последние несколько лет работы по созданию нейроинтерфейса управления (комплекс системы регистрации и декодирования, СРД-1) ведутся и в ННГУ им. Н.И. Лобачевского в сотрудничестве с Приволжским федеральным медицинским исследовательским центром и Центром когнитивных исследований ВШЭ. Упрощенная концептуальная схема прототипа устройства такова: биометрические сигналы (мозг — компьютерный интерфейс, сигналы с электромиографических датчиков и датчиков положения конечностей) регистрируются и подаются на вход транслятора СРД-1, осуществляющего декодирование и дальнейшую передачу команды исполнительным устройствам. Система устроена так, что, например, при пропорциональном управлении можно движением руки или напряжением мышц контролировать мощность двигателя, громкость музыки или движение искусственного манипулятора.

Проблем еще много: предстоит увеличить точность регистрации биометрических сигналов, поработать с моделями их декодирования, алгоритмами совмещения и интерпретации сигналов, регистрируемых с различных каналов, алгоритмами выработки команд для исполнительных устройств и настройкой обратной связи (обучением оператора-пилота). Но все эти проблемы теоретически и технически разрешимы.

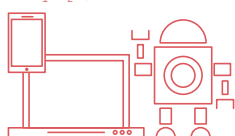
рис. 02 →
Схема сенсоров для регистрации биоэлектрических сигналов человека S (s₁, s₂...)



Интерпретатор сигналов биоуправления команд внешним исполнительным устройством (СРД-1)
T:S->Y



Средства интеграции с исполнительным устройством
Y (y₁, y₂...)



Работа проводится при поддержке Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEF158114X0011).

В основу систем «технического зрения» должны быть положены живые нейротехнологии

текст	Валерий Кирий доктор биологических наук, профессор Дмитрий Шапошников кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Сергей Анищенко PhD, НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана, Южный федеральный университет
-------	--

Особенностью подхода к разработке систем «технического зрения» в НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ является тесная взаимосвязь нейрофизиологических и бионических принципов для увеличения эффективности распознавания образов рукотворными «глазами» приборов и минимизации вычислительных процедур.

Человек, рассматривая предмет, фиксирует взгляд на определенных участках, которые привлекают внимание, и узнает этот предмет именно по этим признакам [рис. 01]. Технический сканер «рассматривает» весь предмет с одинаковым «вниманием», и в итоге строит и запоминает избыточную по информативности картинку для узнавания этого предмета.

Для распознавания простых предметов такое «техническое зрение» подходит, но в реальном мире применять принцип сканера для замены человеческого зрения означает создавать чересчур сложную вычислительную задачу для аналитической части сканера, имитирующего человеческий глаз. Любой поворот предмета, изменение его масштаба, условий освещения и многое другое создает слишком невыгодное соотношение сигнал — шум, что сильно затрудняет, если не делает вообще невозможным инвариантное (безошибочно однозначное) распознавание предмета.

Сравнительно недавно при решении задач компьютерного зрения стал использоваться подход, основанный на разработке вычислительных алгоритмов, имитирующих принципы работы реальных зрительных систем (нейроинспирированный подход), который в настоящее время рассматривается как наиболее перспективный.

Детальная обработка техническим устройством не всего изображения, а наиболее информативных для восприятия отдельных его фрагментов может существенно уменьшить вычислительные затраты и увеличить эффективность распознавания. Также принципиально важно найти алгоритмы, обеспечивающие сжатое и вместе с тем исчерпывающее описание фрагментов изображений при сохранении инвариантности к различным трансформациям этого изображения.

Одним из широко используемых методов инвариантного описания является представление изображения на нескольких уровнях разрешения. Примерно так, как это происходит при взгляде человека: очень четкая и детальная картинка ключевых областей рассматриваемого предмета и менее четкая, как бы размытая картина по периферии этих областей. По сути создается аналог нейробиологических

механизмов выбора и восприятия перцептуально важных фрагментов при просмотре изображений [рис. 02].

Перспективность такого подхода подтверждается несколькими системами «технического зрения» различного предназначения, разработанными в нашем институте и уже реально работающими [рис. 03].

Это биометрическая система санкционированного доступа, система для распознавания дорожных знаков (разработана в содружестве с коллегами из Великобритании), система оценки положения головы пациента во время томографического обследования, методика бесконтактного определения функционального состояния пилотов (последняя сейчас находится на стадии тестирования).

Мы убеждены, что в рамках исследуемого нами нейробиологического подхода может быть найдено еще много решений актуальных проблем, стоящих сегодня перед разработчиками систем «технического» зрения, в том числе при создании автономных адаптивных роботов с целесообразным поведением.

рис. 01 —————> Пример информативных областей для изображений лиц и дорожных знаков



рис. 02 —————> Многоуровневое признаковое описание изображения

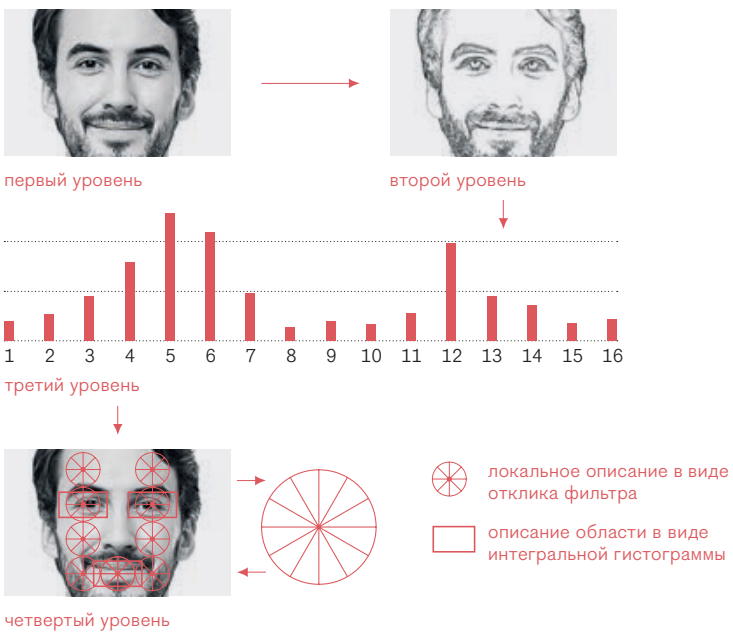
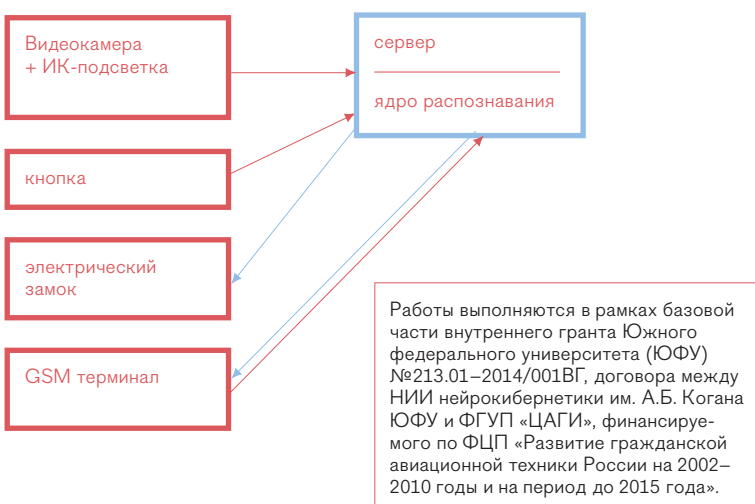


рис. 03 —————> Электронный вахтер



Разработаны способы переработки бедных, упорных и особо упорных руд золота

текст

Владимир Лобанов

кандидат технических наук,

профессор Уральского федерального университета

им. первого президента России Б.Н. Ельцина

Владимир Тесленко

кандидат химических наук



WORLD OF GEMS.RU

Уральская золотоносная провинция (которую иногда называют золотым поясом Урала) эксплуатируется в промышленных масштабах уже более 200 лет, и запасы в недрах подходят к концу, причем остатки представляют собой бедные и особо бедные руды с высокой упорностью, с вредными примесями (мышьяк, теллур и др.) и антитехнологичными битумными включениями. По утверждениям геологов, запасов относительно бедных руд хватит еще на несколько десятилетий. В связи с вовлечением в переработку все более бедных руд затраты на каждый грамм извлеченного золота растут, а рудник перестает приносить прибыль.

Вместе с учеными из Уральского федерального университета специалисты ООО «Березовский рудник» разработали ряд усовершенствований технологии извлечения золота, которые могут быть полезны не только для переработки концентратов рудника, но и для многих других видов золотосодержащего сырья, и получили на них девять патентов.

Горная порода с низким содержанием золота березит получила название по имени рудника — Березовский

В частности, в соответствии с патентом РФ 2307181 (2007) руды и концентраты смешивают с карбонатом кальция при расходе 100–120% от стехиометрически необходимого для полного связывания серы в гипс и обжигают при температуре выше 550°C. Золото из полученного огарка извлекают флотацией. Применение этого способа исключает выделение вредного для экологии газа SO₂ и повышает извлечение золота на 5–8%. Принципиально важно, что более рыхлая структура огарка и большая освобожденность частиц золота позволяет применить для извлечения золота не цианидное выщелачивание, а экологически щадящую флотацию. При использовании традиционных условий флотации (собиратель — ксантогенат, вспениватель Т-66) в концентрат переходят металлическое золото и недоокисленные сульфиды. Теоретически содержание золота в концентрате может достигать нескольких процентов, но на практике концентрат содержит не более 1–5 кг/т. Материал с минимальными затратами перерабатывают известными методами и далее отправляют на аффинажный завод. Извлечение золота составляет не менее 92%.

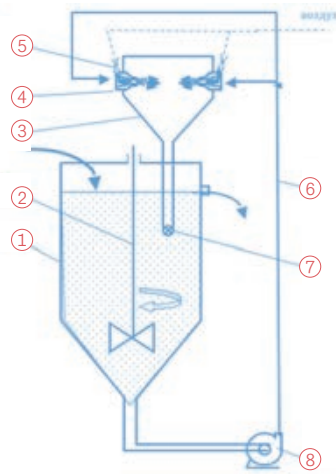
В патенте 2439176 (2012) предложен экологически чистый метод извлечения золота из богатых гравитационных концентратов с содержанием золота на уровне 0.1% и больше. Концентрат шихтуют со свинецсодержащими материалами, восстановителем и шлакообразующими флюсами. Очень важно, что в большинстве случаев свинец в достаточном количестве изначально присутствует в концентрате в виде галенита PbS. В качестве восстановителя используют металлическое железо. Осадительно-коллектирующую плавку шихты проводят при температуре 1100–1200°C. Сера, содержащаяся в концентрате, образует штейновую фазу, при этом ее выделение в атмосферу в оптимальных условиях исключено. Образующийся золото-свинцовый сплав подвергают электролитическому растворению в азотнокислом электролите при анодной плотности тока 800–1500 А/м² и непрерывной подаче в электролизную ванну свежего электролита, содержащего 15–30 г/л HNO₃ с расходом, при котором вытекающий из ванны товарный электролит содержит 1–3 г/л HNO₃ и 50–100 г/л Pb(NO₃)₂. При этом для предотвращения восстановления свинца катод отделяют от анода анионообменной мембраной. Золото выделяют в шлам, а из электролита осаждают свинец в виде труднорастворимой соли, которую при необходимости возвращают на плавку. Штейн и шлак плавки, в которых неизбежно остается часть золота, отправляют на цианирование. Этот метод увеличивает извлечение золота.

Способ, запатентованный под номером 2479650 (2013), нацелен на руды с высоким содержанием органического углерода — около 1%, представленного битумоидной и органоминеральной формами. Способ включает обработку золотосодержащего материала в атмосфере водяного пара в смеси с кислородом при температуре 300–500°C при содержании кислорода в газовой смеси в пределах 10–20%. В результате окисления органического углерода частицы металлического золота освобождаются для последующего выщелачивания. Установлено, что органические соединения золота при этом разрушаются, золото трансформируется в легкоцианируемую форму. Этот способ обеспечивает снижение температуры и затрат при подготовке упорных руд и концентратов к выщелачиванию.

Три патента [рис. 01–03] описывают эволюционно связанные конструкции устройств для высокоинтенсивного цианистого выщелачивания золота из концентратов.

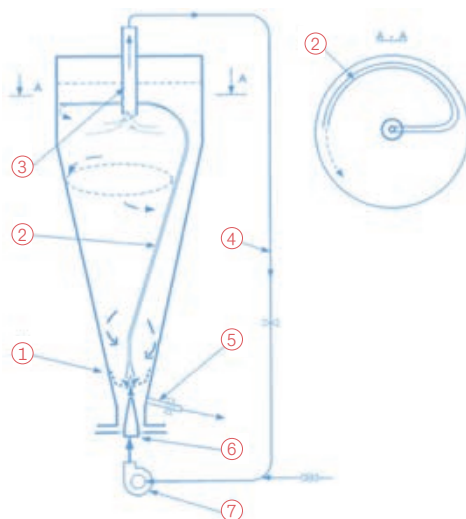
Патент 2532576 (2014) объединяет цианирование в реакторах и кучное выщелачивание. Способ включает стадийное цианистое выщелачивание золота. На первой стадии измельченный исходный материал при перемешивании выщелачивают оборотным цианистым раствором. Из продукта первой стадии выделяют классификацией песковую фракцию. На второй стадии песковую фракцию выщелачивают в цианистом растворе с концентрацией NaCN 0,5–2 г/л. При этом растворы, полученные на второй стадии, направляют для выщелачивания исходного материала. Золото извлекают из растворов выщелачивания первой стадии. Кеки выщелачивания первой и второй стадий смешивают со свя-

рис. 01 —————> Схема устройства для выщелачивания



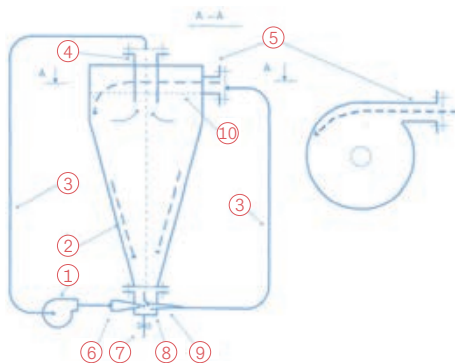
Устройство включает в себя реактор 1, снабженный механической мешалкой 2, циркуляционный насос 8, всасывающую выщелачиваемую смесь из нижней части реактора, камеру 3, снабженную соплами 4 для нагнетания в камеру циркулирующей смеси и эжектором 5 для нагнетания газообразного окислителя, трубопровод 6, соединяющий насос 8 и камеру 3, клапан 7.

рис. 02 —————> Устройство для выщелачивания золота (патент 2526350)



Исходный дисперсный материал (руда, концентрат, шлам и т.д.), содержащий золото, вместе с выщелачивающим реагентом в виде пульпы с помощью насоса 7 загружают в реактор до уровня, при котором выходной патрубком 3 оказывается погруженным в реакционную смесь. Жидкая часть (слив) реакционной смеси через выходной патрубком реактора выводится в контур внешней циркуляции и под давлением возвращается насосом 7 в нижнюю часть конуса реактора через сопло нагнетающего патрубка 5. Введение в устройство контура внутренней циркуляции пульпы повышает в 1.3–1.5 раза скорость выщелачивания золота из концентрата.

рис. 03 —————> Вариант конического реактора для выщелачивания золота (патент 2537632)



Устройство включает в себя циркуляционный насос 1, конический реактор 2, соединительные трубы 3, выходной патрубком реактора 4, входной патрубком реактора 5, сопло эжектора 6, всасывающую камеру эжектора 7, диффузор эжектора 8. Для разгрузки реактора по окончании выщелачивания служит патрубок 9, снабженный вентилем. По словам гендиректора «Березовского рудника» Фаида Набиуллина, этот реактор прошел опытно-промышленные испытания, обеспечив увеличение скорости выщелачивания в два раза по сравнению со старым оборудованием.

зующим и пористым наполнителем, смесь гранулируют, складывают в виде штабеля и дополнительно извлекают золото из штабеля кучным выщелачиванием. В качестве пористого наполнителя используют золу сжигания каменных углей в количестве 5–10% от массы кеков. Кучное выщелачивание золота проводят обеззолоченным раствором с содержанием 0.1–0.5 г/л NaCN. Продуктивный раствор с кучного выщелачивания подкрепляют цианидом и направляют на стадию выщелачивания песковой фракции. В результате суммарное извлечение золота из концентратов повышается на 4–5%.

Наконец, патент 2541236 (2015) фиксирует способ извлечения золота из теллуристых руд и концентратов. Исходное сырье обрабатывают раствором, содержащим 1–10 г/л сульфита натрия, 0.1–1 мг/л растворенного кислорода, при pH=10–11. После обработки кек отделяют от раствора и подвергают цианированию. Отделенный от кека раствор возвращают для обработки новой порции сырья в растворе сульфита натрия. Техническим результатом является повышение скорости растворения золота при цианировании на 20–30% за счет разрушения прочной связи между золотом и теллуром.

Следует помнить, что теллурид золота является типичным труднорастворимым соединением. На практике при переработке теллуристых руд проводят окислительное выщелачивание. Мы предложили перед цианированием проводить восстановительную обработку, целью которой является разрушение прочной связи между золотом и теллуром. Из числа наиболее доступных восстановителей рекомендуется использовать сульфит натрия. В растворе Na₂SO₃ концентрация растворенного кислорода, обуславливающего протекание выщелачивания в окислительном режиме, снижается до величины 0.1–1.0 мг/л. Другими словами, введение в раствор сульфита натрия снижает окислительный потенциал и создает условия для восстановительной обработки.

Комплексное решение проблем цианистого выщелачивания золота в обязательном порядке должно включать экологические аспекты. В патенте 2526069 (2014) предложен способ обезвреживания отработанных цианистых растворов с использованием современных электрофизических методов. Способ включает обработку растворов электрическими импульсами высокого напряжения и отличается тем, что в исходный раствор перед обезвреживанием добавляют соединения железа, а также тем, что в обеззараживаемый раствор добавляют пирит в количестве 10–100 кг на 1 т раствора. При этом смесь обеззараженного раствора и пирита после электроимпульсной обработки подают на флотацию золотосодержащей сульфидной руды. Предлагаемый способ основан на идее генерировать в растворе во время электроимпульса не только активный и относительно неустойчивый озон, но и какой-либо более устойчивый продукт, обладающий окислительным потенциалом, достаточным для окисления цианида. Из числа доступных этому условию удовлетворяют соединения на основе железа, например сульфат или гидроксид Fe²⁺. В качестве источника железа можно использовать растворимые соли, а также его труднорастворимые соединения. Исследования показали, что сульфиды железа — пирит и пирротин — энергично окисляются озоном: 2FeS₂ + 5O₃ + H₂O = Fe₂(SO₄)₃ + H₂SO₄, — и, в конечном итоге, способствуют обезвреживанию цианида. Это техническое решение дает возможность снизить расход электроэнергии на обезвреживание более чем в три раза и сократить потери золота со сбросом.

физика высоких энергий

В ходе эксперимента Compass (проводится в ЦЕРНе) большой многонациональной группе ученых удалось совершить первое точное измерение поляризуемости заряженного пиона — и оно оказалось близким к теоретически вычисленно-

му. ————— С. Adolph, R. Akhunzyanov, M.A. Ivanov et al. Physical Review Letters, 2015; 114

вирусология

Установлено, как именно запирается крошечный «чемоданчик» — капсид, в котором содержится наследственная информация вируса иммунодефицита человека, что будет иметь важнейшее значение для терапии ВИЧ. ————— D.N. Ivanov, M. Yeager, A. Bhattacharya et al., Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014; 111 (52)

химия

Предложен эффективный метод синтеза наночастиц диоксида марганца, основанный на гидротермально-микроволновой обработке раствора перманганата калия и нитрита натрия в присутствии серной кислоты. ————— О.В. Бойцова, Т.О. Шекунова, А.Е. Баранчиков, «Журнал неорганической химии», №6, 2015 г.

механика

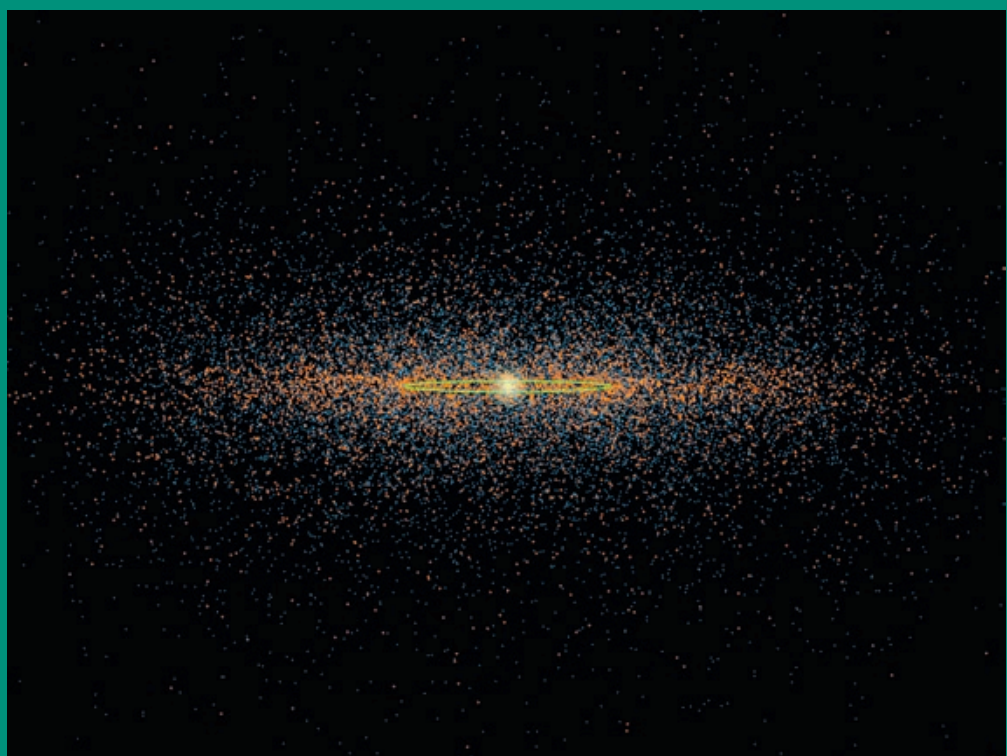
Для системы «струна — смычок» получены усредненные уравнения движения в канонических переменных действие — угол, найдены стационарные точки, соответствующие автоколебательным режимам, и исследована их устойчивость. —————

В.Г. Вильке, И.Л. Шаповалов, «Вестник Московского университета, серия 1: математика и механика», №1, 2015 г.

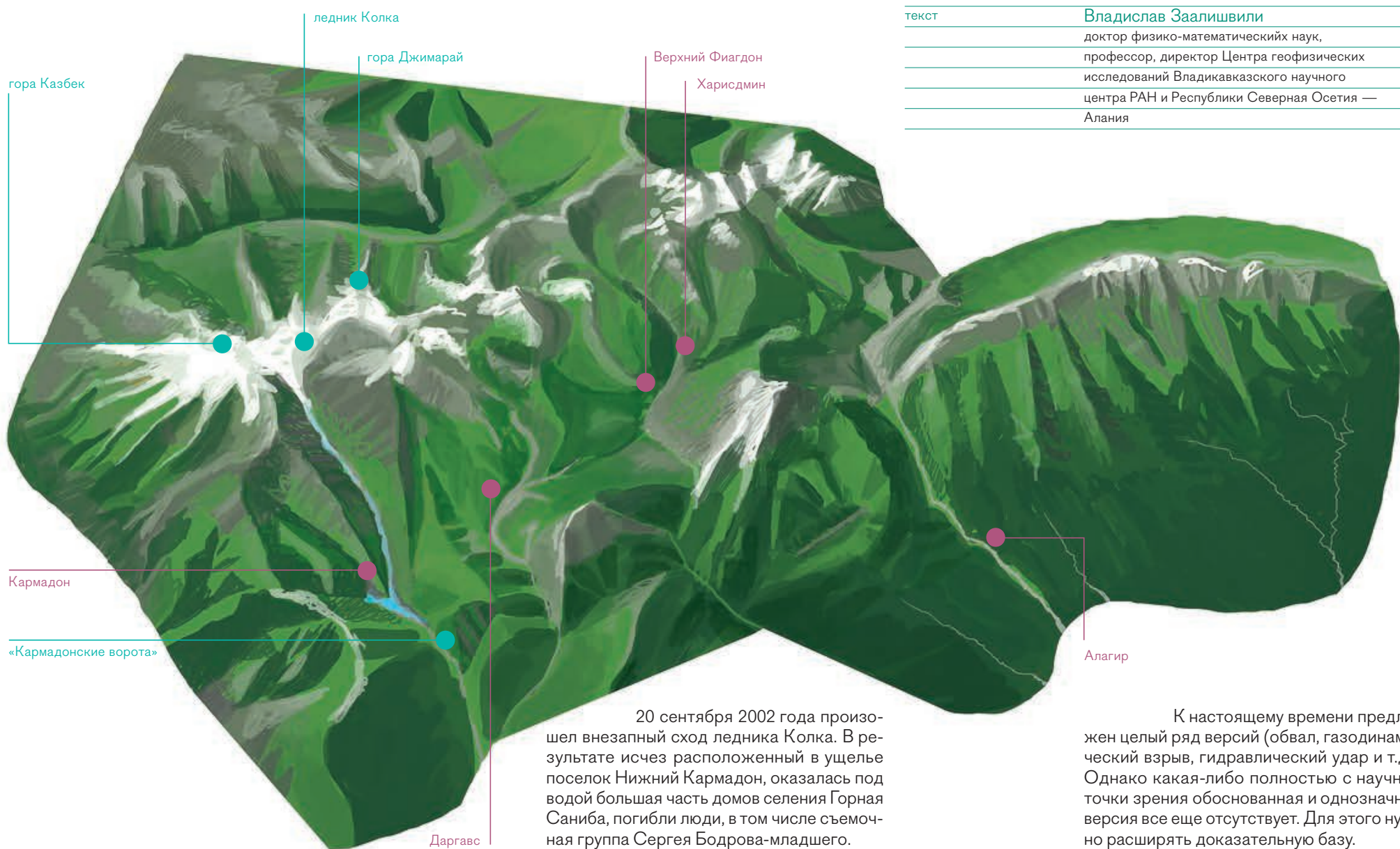
астрономия

Общая масса главного пояса астероидов составляет $(12,25 \pm 0,19) 10^{-10}$ массы Солнца. —————

Е.В. Питьева, Н.П. Питьев, «Труды Института прикладной астрономии РАН», 2014, №31

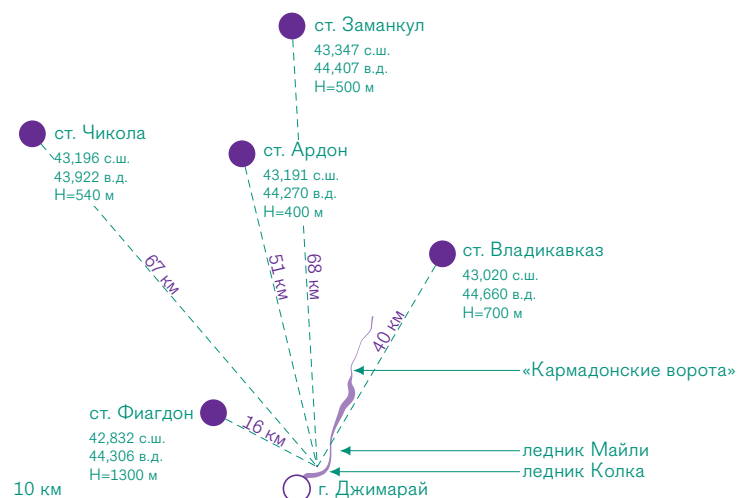


Реконструкция схода ледника Колка 20 сентября 2002 года по инструментальным сейсмическим данным



текст	Владислав Заалишвили
	доктор физико-математических наук, профессор, директор Центра геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН и Республики Северная Осетия — Алания

рис. 01 —> Расположение сейсмических станций Центра геофизических исследований, зарегистрировавших сход ледника Колка 20 сентября 2002 года



20 сентября 2002 года произошел внезапный сход ледника Колка. В результате исчез расположенный в ущелье поселок Нижний Кармадон, оказалась под водой большая часть домов селения Горная Саниба, погибли люди, в том числе съемочная группа Сергея Бодрова-младшего.

Сразу после схода ледника правительство Северной Осетии создало комплексную экспедицию с участием и при поддержке РАН, МЧС, МГУ и других ведомств и организаций.

На основе инструментальных записей Центра геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН и Республики Северная Осетия — Алания (далее — Центр), а также станций сопредельной территории, в 2004 году переданных грузинскими коллегами, был разработан сценарий основных этапов схода ледника Колка. Позднее (в 2006 г.) Центру были переданы инструментальные записи с других станций Северного Кавказа. Это позволило, с одной стороны, проверить полученные ранее результаты, а с другой — существенно дополнить наши знания. Наконец, после получения в 2010 г. сейсмических записей станций системы наблюдений в районе Зарамагской ГЭС Центр располагает всеми имеющимися сейсмическими записями процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 г.



Сергей Бодров-младший

1971–2002 гг. Российский актер и режиссер. Пропал без вести вместе со съемочной группой фильма «Связной» в Кармадонском ущелье при сходе ледника Колка.

К настоящему времени предложен целый ряд версий (обвал, газодинамический взрыв, гидравлический удар и т.д.). Однако какая-либо полностью с научной точки зрения обоснованная и однозначная версия все еще отсутствует. Для этого нужно расширять доказательную базу.

Анализ инструментальных данных сетей наблюдений различных стран и ведомств

Анализ имеющихся инструментальных данных показывает соответствие основных этапов, полученных на разных пунктах локальной сети сейсмологических наблюдений Северной Осетии, аналоговых записей сети сейсмологических наблюдений Грузии и цифровых записей станций Геофизической службы РАН.

Для детального анализа схода ледника Колка были изучены данные сейсмических станций Абастумани, Амбролаури, Ахалкалаки, Ахалцихе, Они, Тбилиси, предоставленные грузинскими коллегами. Указанные аналоговые записи полностью охватывают период продолжительностью в сутки с 19 по 20 сентября 2002 г. Наиболее полными

и качественными являются данные станции Тбилиси (геофизическая обсерватория).

Максимальная продолжительность процесса схода ледника Колка, которую контролировали станции Центра, охватывает 7 минут 40 секунд и, несомненно, включает основную часть процесса схода по его амплитудному вкладу.

Особый интерес представляет собой детальный анализ сейсмической записи станции Фиагдон^[1]. Во-первых, это обуславливается близостью ее к району схода (16 км), и, кроме того, расстояние от трассы движения ледово-каменной массы до этой станции остается практически постоянным, что позволяет непосредственно по записям надежно оценивать амплитуды и спектральный состав колебаний грунта, возбуждаемых при движении ледника.

Скорости и ускорения движения ледово-каменного потока

Для анализа рассматриваемого движения использовались данные оперативной схемы Кармадонской котловины и верховьев Геналдонского ущелья на 21.09.02^[2], а также космические снимки до и после схода ледника (ASTER, 27.09.02 и 03.10.02). На схеме были выделены особые точки, связанные с изменением условий транзита ледника и зоны поражения (направление движения, угол наклона и т.д.). При этом на записях выделялись собственно воздействия ледово-каменной массы на борту ущелья и рассчитывались расстояния, проходимые ледником между указанными точками [рис. 02]. Выделение основных этапов движения ледово-каменной массы по сейсмическим записям, на наш взгляд, наиболее целесообразно проводить по графикам энерговыделения, использованным нами ранее^[3]. Эти графики представляют собой зависимость квадрата скорости колебаний грунтов в точке наблюдения от времени [рис. 03].

В основу расчета скорости с учетом сил трения была положена следующая формула^[4]:

$$v = [R\xi(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)]^{1/2}$$

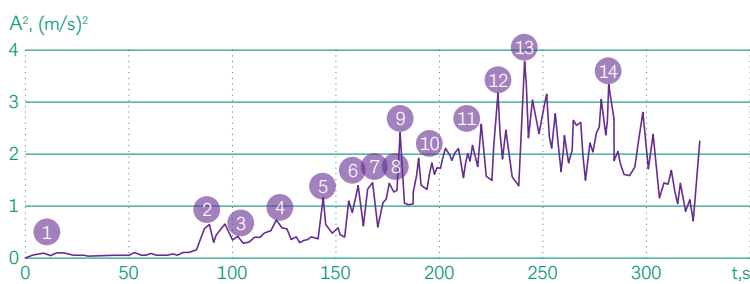
R — гидравлический радиус, представляющий собой отношение поперечного сечения к смоченному периметру; ξ — коэффициент турбулентного трения; μ — динамический коэффициент трения; α — средний угол наклона на участке.

Коэффициент ξ зависит от формы трассы и ее шероховатости, μ — от объема «лавины» и типа (сухой/влажный).

Согласно швейцарскому руководству по расчету лавин^[5] рекомендуются для коэффициента сухого трения $\mu=0.155-0.30$ и для коэффициента турбулентного трения $\xi=400-1\,000\text{ м/с}^2$. Причем для больших величин «шероховатости» (порядка метра) и для лавин, движущихся по «каналам» (отношение ширины потока к его высоте от 1:1 до 1:2) $\xi=500-600\text{ м/с}^2$. Еще меньшие значения (400 м/с^2) используются при большей шероховатости (величине препятствий).

Значения коэффициента μ для лавин больших объемов ($>10^6\text{ м}^3$) составляет $\mu=0.155$. Причем наблюдается снижение μ при увеличении объема движущейся массы. Механизм такой зависимости до сих пор неизвестен^[6]. Отдельные авторы объясняют это образованием воздушной подушки, пара от нагревания поровой воды и т.д.^[6]

рис. 03 — Основные этапы движения, станция «Фиагдон»



Катастрофа 1902 года

«Начальник Терской области и наказный атаман г. Владикавказ.

Тифлис, Командующему войсками

3-го июля (1902 года. — «Ъ-Наука») 7 часов вечера обвалился Санибанский (одно из названий ледника Колка. — «Ъ-Наука») ледник, заградил реку Генал-дон, погибло 1500 овец, 69 лошадей, о 31 человеке, бывших на курорте в Кармадоне, сведений не имеется, сообщений туда нет. В случае прорыва запруды опасность угрожает селению Гизель, станции Архонской; жители предупреждены.

Ген.-лейт. Толстов. Отправлена <...> июля в 1 ч. ночи»

Феноменология катастрофических оползней показывает, что они имеют характер потоков, поэтому, на наш взгляд, вполне обосновано для оценки движения ледово-каменных масс ледника использовать соответствующие выражения для оползней. В то же время необходимо учитывать влияние скорости движения массы на величину коэффициента трения.

С другой стороны, величина турбулентного трения для наших условий должна быть, видимо, порядка $400-600\text{ м/с}^2$.

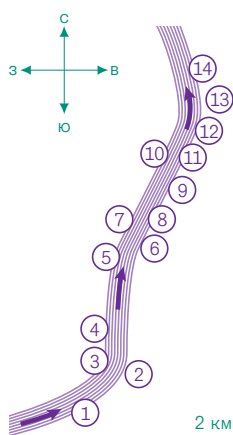
Для вычисления параметров, необходимых для расчетов (поперечное сечение потока и т.д.), использовались данные оперативной схемы Кармадонской котловины и верховьев Геналдонского ущелья на 21.09.02.

На рисунке 04 приведено изменение скорости движения вдоль профиля, рассчитанное по сейсмологическим данным (с использованием сплайн-интерполяции) и результаты расчетов по вышеприведенной формуле. Расчет производился для участка после поворота массы в районе л. Майли. Наибольшее соответствие значений по расчетной кривой со значениями скоростей, полученными экспериментально, наблюдается для $\mu=0.113$ и $\xi=350\text{ м/с}^2$. Хорошо видно, что данные значения достаточно близки к калибровочным оценкам, приведенным выше. Меньшее значение ξ можно объяснить большой «шероховатостью» вдоль трассы (которая, вообще говоря, изменяется). Например вдоль трассы в точках 5–9 [рис. 02] наблюдаются заметные изменения направления движения, т. е. после поворота в точке 5, в результате чего происходит уменьшение кинетической энергии движущейся массы и, соответственно, уменьшение скорости. Увеличение общего уровня амплитуд после точки 5 также отмечается на графике энерговыделения [рис. 03].

На рисунке 03 также приведен наклонный профиль вдоль зоны транзита. Изменение крутизны склона приводит к уменьшению величины проекции силы тяжести на направление движения и, соответственно, к уменьшению ускорения и последующему торможению движущейся массы (величина ускорения становится отрицательной), что отмечается для обоих графиков изменения скорости.

рис. 02 — Трасса движения ледово-каменной массы

Трасса движения ледово-каменной массы



Оценка протяженности ледово-каменного потока

Очевидна связь размеров ледово-каменного потока и скорости движения его на различных участках. Для оценки протяженности потока была произведена оценка объемов между соответствующими разрезами, занимаемыми ледово-каменной массой. В результате мы можем оценить динамику изменения протяженности ледово-каменного потока на различных этапах движения [рис. 05]. Таким образом, длина

ИССЛЕДОВАНИЯ

Ледник отобрал землю

«Его Превосходительству Начальнику Терской области и Наказному Атаману Терского казачьего войска <...>

Прошение.

Летом 1902 года падением ледника «Колка» в Тменикавском ущелье причинены огромная утраты нашему обществу <...>, все наше общество окончательно лишилось возможности пользоваться главными земельными угодьями своими, расположенными по обоим склонам того ущелья, по которому прошел ледник. <...> В настоящее время замечается приближение новой опасности в виде движения соседнего ледника с горы Казбек. <...> Находясь в столь критическом положении, мы имеем честь покорнейше просить Ваше Превосходительство командировать теперь особаго чиновника, для выяснения на месте о новом движении ледников по нашим землям и о невозможности жителям нашего общества дальнейшей эксплуатации пастбищ и лесов, расположенных по этому ущелью, без опасности для жизни жителей.

По выяснении этих обстоятельств мы имеем честь почтительно просить Ваше Превосходительство ходатайствовать пред Высшим Правительством о надлении нашего общества особым участком земли с казенных земель в пределах Терской области.

При сем прилагаем приговор общества от 19 сего марта.

Доверенный Беца Мисиков, а за него неграмотного и за себя расписался Найтко Царахов

Марта дня 1903 года

Резолюция: отказать по неимению в Области свободных земель. 27/3»

потока на участке после перехода через ледник Майли достигала $5.0-5.5\text{ км}$, и при переходе в зону аккумуляции на конечном этапе движения длина уменьшилась до 3 км . А поскольку оценка длины производилась по максимальным объемам, протяженность может быть еще больше. Тем не менее динамика сохраняется и полностью соответствует динамике изменения скорости движения. При переходе к участку с меньшим углом наклона происходит торможение фронтальной части, в то время как тыловая часть продолжает двигаться с большей скоростью, в результате чего протяженность уменьшается.

Сейсмическая интенсивность проявления процесса

Одним из вопросов, представляющих научный и практический интерес, является оценка уровня воздействия ледово-каменной массы ледника Колка 20 сентября 2002 г. на горную породу в месте удара, то есть оценка динамической интенсивности воздействия на горную породу. В процессе исследования макросейсмического проявления окрестностей зоны транзита ледника Колка нами в июле 2005 г. было, в частности, обследовано пятиэтажное здание в с. Верхнее Кани, расположенное в непосредственной близости от места удара ледово-каменной массы.

Согласно результатам макросейсмического обследования, интенсивность в районе здания была условно оценена в 4–5 баллов. Схема сейсмических изосейст события по результатам макросейсмического обследования района схода ледника Колка в 2005 году представлена на рисунке 06. Предполагается направленность областей изосейст в соответствии с направлением удара. В условиях горного рельефа эти области, несомненно, будут сильно искажаться. Также направленность воздействия, вероятно, значительно влияет на картину распределения интенсивностей, что выражается в зависимости от азимута на источник. В связи с этим важно отметить, что обследованные населенные пункты Кани, Тменикау, Ламардон, Джимара расположены фактически в одном направлении и позволяют достаточно достоверно проследить изменение интенсивности с расстоянием.

Можно вспоминать трагические события двенадцатилетней давности по-разному: рассматривать сход ледника Колка исключительно через траурную призму или, не забывая о прошлом, планировать будущие задачи и решать соответствующие

рис. 04 — Скорости движения лавинообразного потока по инструментальным данным

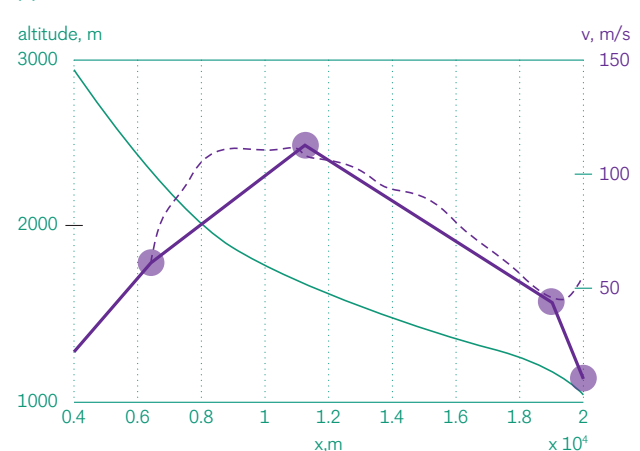
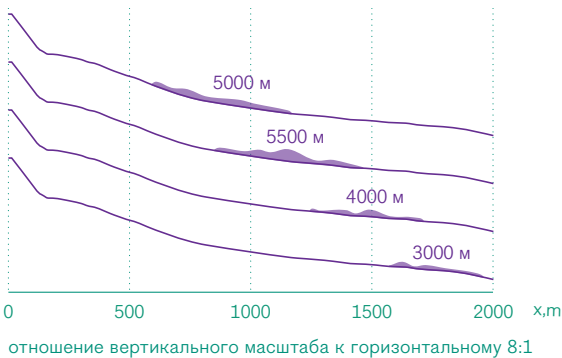


рис. [05] —————> Протяженность лавинообразного потока на различных этапах движения, отношение вертикального масштаба к горизонтальному 1:4



проблемы. Для этого, очевидно, надо создавать условия, чтобы исключить в будущем повторение подобных последствий. Самой лучшей памятью безвременно ушедшим будет именно такой подход.

В 2011 г. Центром была создана сейсмическая станция в верховьях реки Геналдон на высоте 2970 м. Уже три года ведутся наблюдения за сейсмическими процессами в районе Казбекского вулканического центра. 17 мая 2014 г. станцией зарегистрирован обвал массы горных пород и льда в районе ледника Девдорак и движение образовавшегося лавинообразного потока вниз по ущелью с последующим перекрытием русла р. Терек. Образовалось подпрудное озеро, которое представляло реальную потенциальную опасность для г. Владикавказ. Движение по Военно-Грузинской дороге было надолго перекрыто.

Как изменило исследование трагедии Колки наши представления о ледниках

Детальное исследование трагедии, связанное с Колкой, конечно, изменило наши — во всяком случае мои, — представления вообще о ледниках и, в частности, о ледниках Северного Кавказа. Массовая людская память, хотя и помнит отголоски давних событий, может за одно-два поколения совершенно забыть, если они смешиваются с другими памятными процессами.

Вот, например, имел место сход ледника Колка в 1902 году, когда также погибло много людей. Тогда ледник Колка за несколько дней сошел два раза. И второй сход погубил спасателей и людей, ищущих близких. Можно только удивляться всем тем расторопным приказам, сообщениям и распоряжениям представителей властных структур сразу после трагедии. Речь шла и о помощи населению. Все эти губернаторы, генералы, атаманы, урядники, ученые, крестьяне формировали, с нашей точки зрения, вполне достойное общество.

Затем были исследования, результаты которых представляют большой научный интерес и сегодня. Так что опасность ледника вполне была известна. Но потом произошли две революции, Первая мировая война, Гражданская война. Тысячи людей погибли, были переселены, потеряли связь со своей родиной. Все это ослабило память. Иначе как можно объяснить, что в наше время на транзите ледника возник новый плотно населенный поселок, заранее обреченный Нижний Кармадон. Там даже появился дом отдыха! Медленный и поэтому неопасный сход ледника Колка в 1969 и в 1970 гг. напом-

нил об опасности. Но, к сожалению, ничего не изменил.

О причинах коллапса ледника

Единственную причину схода ледника Колки очень сложно назвать. Известны четыре возможные причины, но указать однозначно на какую-либо из них, увы, мы на сегодня не смогли. Это мог быть гидравлический удар, или газодинамический взрыв, или удар от падения висячего ледника. Наконец, это могло быть результатом воздействия удаленного землетрясения на тело ледника. Это воздействие длиннопериодное, и его собственный период колебаний мог совпасть с собственными колебаниями Колки, вызвав резонанс. Есть такие теории. Но вот доказательность причин недостаточна. Не потому что ученые не работают. Наоборот, благодаря именно нашим республиканским геологам мы смогли рассчитать во всех деталях, как ледник сходил. И длину потока, и все остальное.

Что касается других ледников Северного Кавказа, наши коллеги с географического факультета МГУ (С.С. Черноморец, О.В. Татубалина и др.) многое делают по их изучению. И мы надеемся, что инструментальные методы, разработанные для ледника Колка, будут апробированы и для других ледников.

[1] Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности движения ледово-каменной массы 20 сентября 2002 г. по сейсмологическим и геоморфологическим данным // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: тр. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Владикавказ, 20–22 сент. 2007 г.). Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО—А. 2008. С. 185–195

[2] Долгов Г.А., Дробышев В.Н. Оперативная схема Кармадонской котловины и верховьев Геналдонского ущелья на 21.09.2002. Катастрофическая подвижка ледника Колка. Масштаб 1:10 000 / ФГУГП Севосгеологоразведка. Владикавказ, 2002

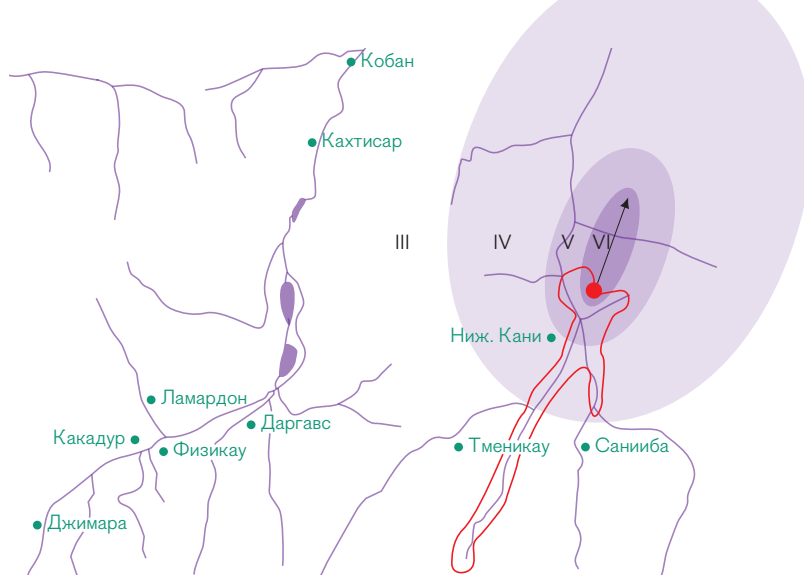
[3] Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Харебов К.С. Анализ инструментальных записей схода ледника Колка по данным локальной сети сейсмических наблюдений // Вестн. Владикавк. науч. центра. 2004. Т.4. №3. С. 58–64

[4] Guber H. Swiss Avalanche-Dynamics Procedures for Dense Flow Avalanches. AlpuG, 2005. URL: www.alpug.ch/pdf/pdf_01_en.htm

[5] Salm B., Burkard A., Gubler H. U. Berechnung von Flieslawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen // Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Praktiker mit Beispielen. Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung. Davos, 1990. №47

[6] Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. М.: Недра, 1981. С. 232

рис. [06] —————> Схема сейсмических изосейст события



Атомарная точность молекулярной механики

текст

Евгений Гордеев

кандидат химических наук

Валентин Анаников

член-корреспондент РАН,

Институт органической химии

им. Н.Д. Зелинского РАН

Анализ ситуации в области селективного органического синтеза, проведенный российскими химиками, позволяет говорить о появлении нового направления в органической химии. Синтез как простых молекул, так и сложных биологически активных соединений все чаще идет с «атомарной точностью» (atomic precision).

В последние годы коллективом российских химиков был завершен ряд крупных проектов. Синтезировано более трехсот органических молекул с заданными свойствами. Среди них — структурные блоки лекарственных препаратов, биологически активные соединения, компоненты «умных» материалов нового поколения, функциональные производные для нанoeлектроники.

Подобные работы активно ведутся во всем мире, конкуренция очень высока. Проведение химических реакций исключительно по заданному атому в молекуле — мечта любого химика-синтетика и «Священный Грааль» всей органической химии в целом. Вот почему было важно проанализировать ситуацию в современной методологии органического синтеза и определить перспективность конкретных направлений.

В рамках проекта реализована беспрецедентная по масштабам работа по анализу состояния тонкого органического синтеза. В ней участвовали более четырех десятков исследователей из ведущих химических лабораторий тринадцати научных центров от Новосибирска до Санкт-Петербурга.

Нельзя сказать, что результат был полностью неожиданным, но он доказывает, что в органической химии действительно происходит новая революция. Химия выходит на следующий виток развития, который можно охарактеризовать словами «атомарная точность». Чтобы понять, как к такой точности пришли современные химики, надо отступить на несколько шагов назад.

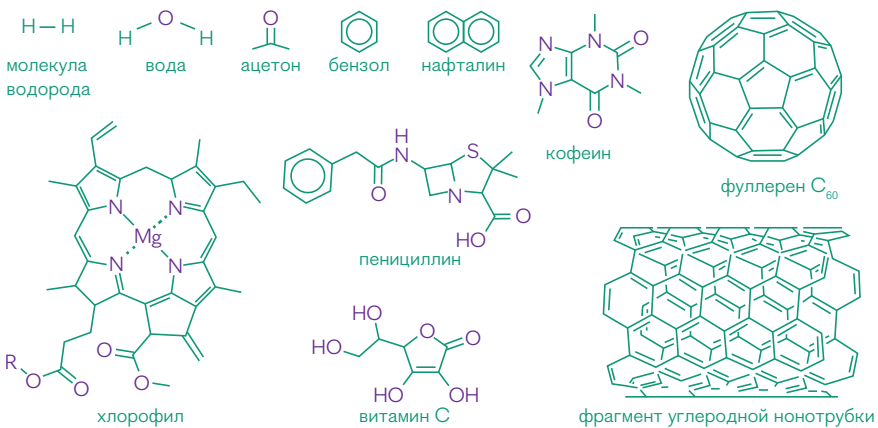
Квантовая химия: все ясно, только трудно подсчитать

До начала XX века химия напоминала книгу кулинарных рецептов — у кого-то получилось, вот и рецепт. Изменить ситуацию в одиночку химики не могли, потребовалось привлечение физических и физико-химических методов.

Стало понятно, что для объяснения и прогнозирования свойств молекул, а значит, их способности вступать в те или иные реакции, необходимо спуститься на уровень фундаментальных кирпичиков материи. Описанием же атомных ядер и электронов занимается уже не химия, а квантовая физика. Впоследствии часть квантовой физики, изучающая электронное строение молекул, выделилась в отдельную область — квантовую химию, которая стала мощнейшим инструментом для исследования механизмов химических реакций.

Фундаментальной основой квантовой химии является волновое уравнение, предложенное в 1926 году австрийским физиком Эрвином Шредингером. В применении к атомам и молекулам уравнение Шредингера описывает распределение электронов в поле ядер. Решая уравнение Шредингера для молекулы, можно определить области накопления электронов и области, обедненные электронами. И те и другие являются

рис. [01] → Водород, углерод, кислород



Уникальные химические свойства углерода — причина многообразия органических соединений и залог бесконечного практического потенциала тонкого органического синтеза (для сравнения приведены молекулы водорода и воды).

потенциальными реакционными центрами, по которым может протекать химическая реакция. Обладая такой информацией, химики могли целенаправленно планировать и получать продукты с заранее заданной структурой.

Спустя всего год после появления уравнения Шредингера, в 1927 году, Вальтер Гайтлер и Фриц Лондон выполнили успешный квантово-химический расчет молекулы водорода, которая содержит два протона и два электрона. Расчетные величины энергии связи молекулы и межъядерного расстояния совпали с экспериментальными данными. Квантовая теория молекул продемонстрировала свою работоспособность.

Продвинуться дальше молекулы водорода оказалось не так-то просто. Даже небольшое усложнение молекулы приводило к огромному математическому усложнению задачи. Как сказал в 1929 году Поль Дирак: «Основопологающие законы, необходимые для математического описания большей части физики и всей химии, полностью известны, трудность в том, что применение этих законов приводит к уравнениям, которые слишком сложны, чтобы их можно было решить».

Потребовались десятилетия и появление компьютерных технологий, чтобы квантово-химические расчеты небольших молекул (до 200 атомов) стали рутинной процедурой. В 1998 году «за разработку вычислительных методов квантовой химии» и «за развитие теории функционала плотности» были удостоены Нобелевской премии по химии Джон Попл и Вальтер Кон. А теория функционала электронной плотности (Density Functional Theory, DFT) является в настоящее время наиболее востребованным разделом квантовой химии и «рабочей лошадкой» большинства теоретических исследований.



Зачем нужна зеленая химия

Изобилие новых органических материалов, большинство из которых не имеет природных аналогов, привело к значительному увеличению нагрузки на природные экосистемы. Это давление мы все ощущаем на себе. В последнее десятилетие в химическом сообществе, как среди ученых, так и среди промышленников, начала формироваться система взглядов, подходов и методов, которая получила название «зеленая химия». В рамках этой концепции перед химией поставлена сверхзадача по разработке «идеальных» синтетических процессов со 100-процентной селективностью, то есть приводящих к одному целевому продукту. Только в этом случае можно говорить о действительно экологически безопасных химических производствах, в которых не будет токсичных для природы отходов.

Регулировщики реакций — граничные орбитали

В работах японского химика-теоретика Кеничи Фуки было показано, что для описания реакционной способности молекул наибольшее значение имеют не все молекулярные орбитали, а только так называемые граничные. В рамках теории граничных орбиталей реакция рассматривается как перераспределение электронов между занятой электронами граничной орбиталью одного реагента и свободной от электронов граничной молекулярной орбиталью другого реагента. Зная пространственную форму и энергию граничных молекулярных орбиталей, можно объяснять и прогнозировать реакционную способность молекул.

Обобщение экспериментального материала с учетом идей квантовой химии привело двух американских химиков Ролда Хоффмана и Роберта Вудворда к формулировке еще одной важной концепции, «Правила сохранения орбитальной симметрии». В соответствии с этим правилом, чтобы химическая реакция протекала легко, симметрии взаимодействующих молекулярных орбиталей реагентов должны определенным образом соответствовать друг другу.

Теория граничных орбиталей Фуки и требования к симметрии орбиталей Вудворда-Хоффмана



75 миллионов разных молекул

По данным Химической реферативной службы (CAS—Chemical Abstracts Service) Американского химического общества, в 1990 году было зарегистрировано 10 миллионов соединений. В ноябре 2008 года зарегистрировано 40-миллионное соединение. В сентябре 2009 года — 50-миллионное. В мае 2011 года — 60-миллионное. В декабре 2012 года была достигнута отметка в 70 миллионов соединений. В ноябре 2013 года зарегистрирована 75-миллионная молекула. Такой быстрый прирост количества известных соединений обеспечен главным образом за счет органических молекул. Сейчас новое органическое соединение появляется каждые три секунды.

ИССЛЕДОВАНИЯ

позволили объяснить многие закономерности в органической и элементоорганической химии.

Молекулярная динамика: чем проще, тем больше

Несмотря на огромные успехи квантовой химии в моделировании химических реакций с участием малых и средних молекул, ее возможности в моделировании больших молекулярных систем ограничены. Особенно это заметно при изучении биомолекул.

Например, даже небольшой полипептид инсулин состоит почти из 800 атомов. Но чтобы модель адекватно воспроизводила поведение биологических молекул, нужно «поместить» их в естественную среду, то есть окружить множеством молекул воды. А это еще в несколько раз увеличивает размер системы.

Кроме этого, надо выполнить моделирование динамики молекулы, движения ее атомов и групп с учетом движения окружающих молекул растворителя. Словом, увидеть «молекулярное кино». Например, как фермент связывается с молекулой субстрата, как сворачиваются в глобулы полипептидные цепочки или как движутся молекулы по каналу нанотрубки.

Даже на современных компьютерах удается провести квантово-химическое моделирование только относительно небольших структур. Для моделирования огромных молекулярных систем химики-теоретики пошли другим путем. Они вообще отказались от квантово-химического аппарата. Вид молекулы упрощают до точек-атомов с определенной массой, зарядом и направлением химических связей (как бы пружинок, соединяющих атомы).

Такой метод называется молекулярной механикой, а при моделировании динамических процессов (то есть для получения «молекулярного кино») — классической молекулярной динамикой (потому что он основан не на законах квантовой физики, а на законах физики классической).

Оказалось, что и с таким упрощенным подходом классическая молекулярная динамика дает хорошие результаты в биохимии, моделирование наноструктур также часто проводится именно этим методом. Даже для молекулярной системы из миллионов атомов классическая молекулярная динамика позволяет проследить траекторию движения каждого атома и его взаимодействие с другими атомами. А в конце 2013 года группе немецких ученых удалось осуществить молекулярно-динамическое моделирование системы из более чем четырех триллионов атомов.

Сейчас такие исследования проводятся с привлечением суперкомпьютеров. Но, учитывая темпы развития микропроцессорной техники, есть все основания предполагать, что в обозримом будущем такой масштаб моделируемых объектов станет доступным и на обычных рабочих станциях.



Изучение механизмов реакций

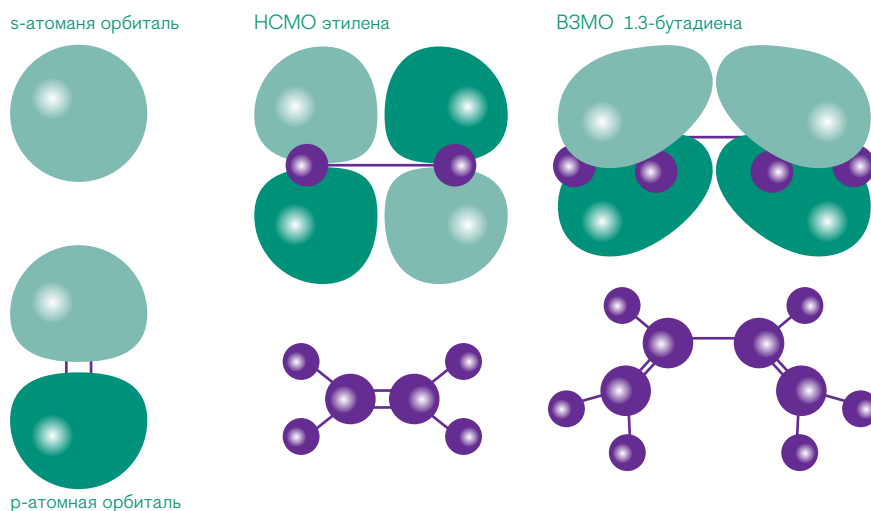
При изучении химической реакции очень часто недостаточно знать геометрию и электронную структуру исходной молекулы-реагента. Необходимо изучить все состояния, через которые проходит реагирующая система на пути от исходных веществ к продуктам. Но промежуточные частицы в реакции могут существовать ничтожно короткие, слишком короткие, чтобы зафиксировать и охарактеризовать их в опыте напрямую. Данные о механизмах таких реакций получают либо по косвенным экспериментальным признакам, либо методами квантово-химического моделирования. Другим направлением моделирования явлений на атомарном уровне является метод классической молекулярной динамики, позволяющий имитировать поведение систем из многих тысяч атомов. В 2013 году Мартин Карплус, Арье Уоршел и Майкл Левитт были удостоены Нобелевской премии по химии «за разработку многомасштабных моделей для сложных химических систем». В первую очередь под этим подразумевались методы классической молекулярной динамики.



Обзор атомарной точности

Результаты последних работ российских химиков опубликованы в журнале «Успехи химии» в виде многостраничного обзора под названием «Развитие методологии современного селективного органического синтеза: получение функционализированных молекул с атомарной точностью». Прочсть этот обзор и узнать о текущем состоянии проекта по атомарной точности можно на странице лаборатории: [facebook.com/ananikov.lab.ru](https://www.facebook.com/ananikov.lab.ru)

рис. [02] → s- и p-электронные орбитали



Пространственные структуры s- и p-атомных орбиталей атома углерода и молекулярных орбиталей этилена и 1,3-бутадиена, взаимодействующих в ходе реакции циклоприсоединения. Дополнительно показано расположение молекул.

Лего для химиков

Чрезвычайно важное место при разработке эффективных синтетических методов занимают каталитические процессы. Особенно реакции образования связей углерод-углерод и углерод-гетероатом, с помощью которых получено большое количество фармацевтических препаратов и природных соединений.

Современные каталитические системы позволяют встраивать в органические молекулы целые блоки и собирать продукт как конструктор. Некоторые катализаторы реакции образования C-C связи (реакции циклоприсоединения и семейство реакций сочетания) на основе соединений палладия, никеля и меди позволяют осуществить реакцию по одному атому из десятков возможных. Здесь мы приходим к важнейшему параметру химических реакций — селективности, то есть способности реагировать с конкретным заданным атомом в молекуле, оставляя остальные атомы незатронутыми.

Реакции циклоприсоединения и сочетания позволяют создавать новые наноматериалы. Например, углеродные наноструктуры, такие как нанотрубки и графен, состоят из соединенных вместе неопредельных углеродных циклов, которые могут вступать в реакцию циклоприсоединения. Следовательно, этот способ позволяет «прививать» различные функциональные группы на поверхность таких структур, существенно модифицируя их химические и физические свойства. И такие модификации в последнее время успешно осуществлены.

И сами углеродные наноматериалы, полициклические структуры, можно получить с помощью реакции циклоприсоединения. Если взять за основу один сегмент нанотрубки, то, присоединяя к нему молекулы неопредельных углеводородов, можно формировать дополнительные сегменты, выращивая трубку, как полимер.

Главный синтез еще впереди

В аналитическом исследовании российских химиков, с которого началась эта статья, рассмотрены практически все современные селективные методы органического синтеза. Выделены ключевые направления, включая методы получения фторорганических соединений, каталитические реакции кросс-сочетания и окислительного кросс-сочетания, атом-экономные реакции присоединения, процессы метатезиса, реакции окисления и восстановления, получение гетероциклических соединений, создание новых гомогенных и гетерогенных каталитических систем, применение фотокатализа и другие.

Все это открывает практически безграничные возможности для синтеза новых веществ.



Новые нанотехнологии будут в значительной степени построены благодаря методам тонкого органического синтеза

Виноват ли углекислый газ в окончании последней ледниковой эпохи

текст

Дмитрий Дежежко

доктор геолого-минералогических наук,

Лаборатория геодинамики Института геофизики

УрО РАН

О роли парниковых газов в современном потеплении, продолжающемся немногим более столетия, говорят и пишут много. Особенно достается двуокиси углерода, назначенной главным врагом человечества. Но если политики для себя все решили и приняли план борьбы с этим злом, то у многих исследователей климата остаются сомнения. Мы попытались если не разобраться, то хотя бы немного прояснить вопрос.

Взгляд из прошлого

Современная климатическая ситуация действительно осложнена факторами человеческой жизнедеятельности. Речь не только об углекислом газе, но и о выбросах сульфатных аэрозолей, глобальном изменении характера растительности, сельскохозяйственной деятельности, изменениях гидрологического режима суши и т.д. Разобраться в том, какой вклад вносят эти факторы в климатические изменения, чрезвычайно сложно. Поэтому имеет смысл обратиться к прошлому — к тем счастливым периодам климатической истории, когда значительные изменения происходили заведомо без человеческого участия. Наиболее подходящий период — плейстоцен (2 млн — 11 тыс. лет назад), в течение которого ледниковые эпохи периодически сменялись теплыми межледниковьями. В последнем таком межледниковье, голоцене, мы и живем последние 11 тысяч лет.

Информация о климатических изменениях плейстоцена была получена во многом благодаря изобретению в середине прошлого века «изотопно-кислородного палеотермометра». Он основан на различиях в температурах фазовых переходов (например, лед-вода) тяжелого ^{18}O и легкого ^{16}O изотопов кислорода. Обнаруженные вскоре периодичности в соотношениях изотопов из морских отложений (в первом приближении — глобальной температуры) оказались весьма близки к изменениям инсоляции Земли. Это стало косвенным доказательством того, что ледниковые циклы связаны с вариациями параметров орбиты Земли — эксцентриситета, угла наклона и прецессии земной оси. С другой стороны, содержания двуокиси углерода в пузырьках воздуха, заключенных в антарктических льдах, также

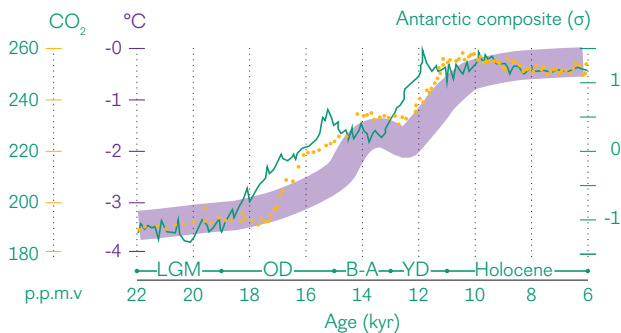
менялись почти синхронно с температурой. Можно предположить, что и углекислый газ как-то связан с изменениями климата. Но как? Был ли он главной причиной этих изменений (через механизм парникового эффекта), играл ли подчиненную роль «усилителя» колебаний, обусловленных орбитальными факторами, или вариации содержания CO_2 лишь отражали температурный режим океана?

Ответить на этот вопрос пытались многие. Самый, казалось бы, очевидный способ — сравнить хронологию событий: кто начал меняться первым, тот и причина, а другой, соответственно, следствие. Так и поступили авторы недавней публикации в Nature. Они сопоставили изменения температуры в различных регионах мира во время окончания последней ледниковой эпохи 22–10 тыс. лет назад с изменениями содержания CO_2 в антарктических ледовых кернах. Выводы были сделаны следующие: в Антарктике изменения температуры немного (в пределах первых сотен лет) опережали изменения двуокиси углерода, но зато глобальные температуры значительно отставали [рис. 01]. Таким образом, потепление, первоначально возникшее в Антарктике, вызвало увеличение температуры Южного океана, Атлантическая меридиональная циркуляция способствовала распространению теплых вод в Северное полушарие, а высвободившийся из океанов углекислый газ усилил парниковый эффект и довершил начатое глобальное потепление.

Немного критики

Несмотря на кажущуюся очевидность, описанная методика и, следовательно, полученные выводы оставляют некоторую неудовлетворенность. Причина в том, что температурные кривые, представленные на рисунке 01, реконструированы на основе различных и по-разному датированных палеоклиматических свидетельств. Объединение их в общей временной шкале — процедура нетривиальная и во многом субъективная. Но хуже всего дело обстоит с датировкой воздуха, содержащегося в пузырьках ледяного керна. По мере уплотнения снежного покрова эти пузырьки еще долго сохраняют связь с атмосферой, и,

рис. 01 → Соотношение трех изменений



Изменения содержания CO_2 в атмосфере (желтые кружки), глобальной температуры Земли (в отклонениях от среднего значения за период 11,5–6,5 тыс. лет назад — голубая линия) и температуры в Антарктиде (красная линия).

следовательно, их содержимое значительно (иногда — на несколько тысяч лет) моложе окружающего льда. На рисунке 03 приведены данные об изменениях содержаний CO_2 в атмосфере из других не менее авторитетных источников. Хорошо видно, насколько велика неопределенность этих оценок.

И, наконец, главное — увеличение содержания двуокиси углерода в атмосфере не приводит непосредственно к увеличению температуры планеты. Вызываемый этим газом парниковый эффект лишь возвращает часть излучаемого Землей в космос теплового потока обратно. Небольшая доля возвращенного потока поглощается Землей, что приводит к повышению температуры земной поверхности. Да и то не сразу — для этого требуется немалое время. Таким образом, сравнивать хронологии температурных кривых и содержаний CO_2 — занятие ненадежное и не вполне корректное.

Мы предложили иной способ атрибуции климатических изменений рассматриваемого периода. Он основан на реконструкциях температуры земной поверхности и теплового потока через эту поверхность по данным анализа термограмм глубоких скважин.

Взгляд из-под земли

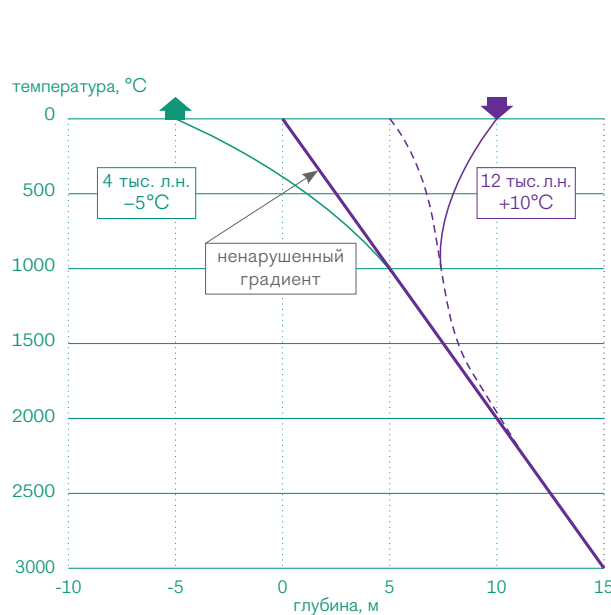
Понять, как работает метод реконструкции, несложно. Если бы климат Земли не менялся, а вместе с ним сохранялась неизменной и температура земной поверхности, то температуры горных пород равномерно, то есть с постоянным геотермическим градиентом — увеличивались бы с глубиной [рис. 02, черная прямая линия]. Колебания температуры поверхности вызывают аномалии, которые, постепенно затухая, медленно распространяются в глубь Земли, нарушая постоянство геотермического градиента. Глубина проникновения аномалии зависит от времени, прошедшего с момента ее появления на поверхности, и от коэффициента температуропроводности пород. Предположим, что единственное климатическое событие — скачок температуры на $+10^\circ\text{C}$ — произошло 12 тыс. лет назад. К настоящему времени температурная аномалия (красная кривая) от этого события проникнет на глубину примерно 2 км. Скачок температуры на -5°C 4 тыс. лет назад в настоящем фиксируется аномалией до глубины примерно 1 км (синяя кривая). Если же имели место оба этих события, то распределение температур будет представлять собой их простую сумму (зеленая кривая). Таким образом, анализируя график изменения температуры с глубиной, полученный при измерениях в скважинах, можно реконструировать температурную историю земной поверхности. Но не только

температурную. Как видно из приведенного примера, на поверхности меняются также температурный градиент и связанный с ним по закону Фурье тепловой поток. История изменения теплового потока через земную поверхность — еще одна важная и, на наш взгляд, сильно недооцененная характеристика климата. Тепловой поток выражается в тех же величинах, что и предполагаемые факторы климатических изменений (инсоляция, парниковый эффект) — в ваттах на квадратный метр, поэтому их можно сравнивать. Кроме того, изменения теплового потока опережают изменения температуры. Мы наблюдаем это явление ежедневно: максимум солнечного потока очевидно приходится на астрономический полдень, а максимальная температура земной поверхности достигается примерно на три часа позднее. То же самое происходит и в годовом климатическом цикле, и любом другом — с соответствующим увеличением сдвига.

Результаты

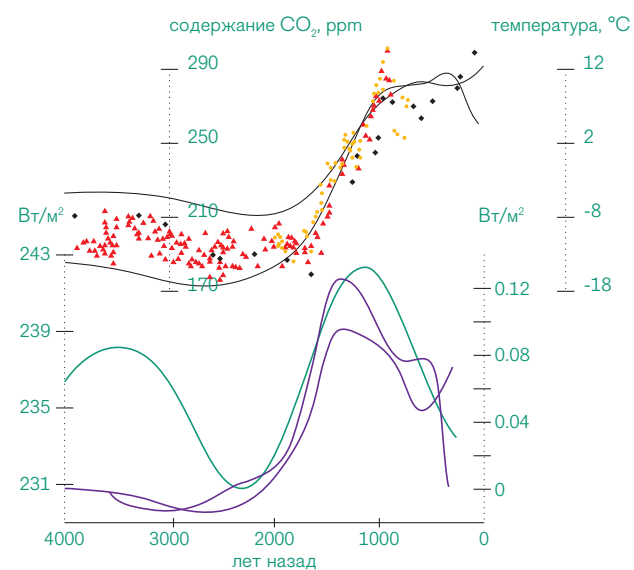
На рисунке 03 приведены реконструкции температурной истории земной поверхности (синие кривые) и истории изменений теплового потока через поверхность (коричневые кривые), полученные в результате анализа данных термометрии Уральской сверхглубокой СГ-4 и Онежской параметрической скважин (расположенных, соответственно, на Среднем Урале и в Карелии). На этом же рисунке показаны и потенциальные причины климатических изменений — среднегодовая инсоляция Земли в Северном полушарии на широте 60° (зеленая кривая) и изменения содержания двуокиси углерода в атмосфере (разноцветные точки). Что сразу бросается в глаза? Существенные различия в форме и хронологии изменения температуры и потока. Если температура земной поверхности, однажды поднявшись, зафиксировалась на новом, более высоком, уровне, то тепловой поток, начавший рост на несколько тысяч лет раньше, примерно 13–11 тыс. лет назад достиг максимума и начал снижаться. В этом изменения потока весьма схожи с изменениями инсоляции.

рис. 02 → Как реконструировалась температурная история



Современное распределение температуры по скважине после скачка температуры земной поверхности в прошлом. Стрелками обозначены направление и величина аномального теплового потока через земную поверхность. Сокращение л.н. — «лет назад».

рис. 03 → Результаты реконструкции



Реконструкции изменений температуры земной поверхности (синие кривые) и истории изменений теплового потока через поверхность (в отклонениях от среднего значения 40 тыс. лет назад — коричневые кривые), полученные в результате анализа данных термометрии Уральской сверхглубокой СГ-4 и Онежской параметрической скважин. Потенциальные причины климатических изменений: среднегодовая инсоляция Земли в Северном полушарии на широте 60° (зеленая кривая — по данным Berge and Loutre, 1991) и изменения содержания двуокиси углерода в атмосфере (разноцветные точки — по данным Blunier и др., 1998, Barnola и др., 2003, Pedro и др., 2012)

Различия в амплитудах. Колебания солнечного потока достигают 11 Вт/м^2 , а теплового — не превышают 1% этой величины ($0.09\text{--}0.13 \text{ Вт/м}^2$). Но так и работает климатическая машина Земли — сопротивляясь внешним воздействиям!

Изменения температуры, напротив, значительно ближе к изменениям двуокиси углерода в атмосфере. Судить о том, кто первым начал изменения в этой паре, на существующем уровне неопределенностей практически невозможно. Да и не нужно. Если бы углекислый газ играл сколь-нибудь значимую роль в потеплении, это неизбежно отразилось бы именно на реконструированном потоке. А раз не отразилось, значит, и не было значительного и долговременного потока, обусловленного парниковым эффектом, а рост содержаний CO_2 лишь отражал потепление океана.

Что еще не сказано

Коль скоро речь идет о климатической системе Земли — то фактически ничего и не сказано. Здесь лишь предложен новый подход к решению проблемы, проиллюстрированный двумя экспериментальными примерами. Конечно, этого мало. Ничего не сказано о роли положительных и отрицательных обратных связей. А без них нельзя понять, каким образом изменения внешнего потока трансформируются в изменения потока через земную поверхность. Непонятно, почему реконструкции потока в Карелии и на Урале оказались похожи. В последнюю ледниковую эпоху район Онежского озера был покрыт Скандинавским ледниковым щитом, а на Урале таких покровов не было. Да и выводы относительно роли двуокиси углерода касаются лишь рассмотренного масштаба событий — десятков тысяч лет. В другой работе автора проанализировано влияние солнечной радиации и содержания CO_2 в атмосфере на поверхностный тепловой поток последнего тысячелетия (49 реконструкций по скважинам Среднего и Южного Урала). Оказалось, для такого временного масштаба эти факторы по своему влиянию уже сопоставимы.

Математическое образование важно как никогда

текст

Станислав Смирнов

Два года назад наше правительство решило обновить преподавание математики на всех уровнях. Была создана рабочая группа, в которую вошли представители Академии наук, университетов, школ — замечательные педагоги и ведущие ученые. Результатом стала новая Концепция математического образования, призванная развить и улучшить образование как в школах, так и в вузах.

В истории нашей страны такое уже случалось: в середине 1960-х и в середине 1980-х годов. Почему именно математика? Это один из двух стержней, на которых держится образование любой страны, второй — родной язык и литература. Математика необходима, потому что человек должен уметь думать, хорошо изъясняться, мыслить творчески. То есть математика нужна в школе не только затем, чтобы человек выучил дроби или логарифмы, — это важно не только для тех, кто идет в технические вузы, но пригодится и в обыденной жизни, например, при выборе кредита в банке. Главное — именно с помощью математики проще всего научить школьника логически мыслить, думать, рассуждать, точно выражать свои мысли и легче всего развить его творческие способности.

Почему именно сейчас возникла новая концепция? Общество меняется, и люди меняются. Каждое поколение немножко другое. Психологи приводят такой пример: современный ребенок хуже концентрируется, ему сложнее, чем человеку моего поколения, сесть и прочесть 30 страниц книги. Но ему проще переключаться, ему проще читать книгу, слушать одновременно любимую песню и писать смс, это феномен изменения общества, где растут современные дети: стало больше информационных потоков. Дети другие, и учить их надо немного по-другому. Отсюда и новая концепция.

Математика важна еще и потому, что современное общество все больше завязано на технологиях, в частности информационных. Математики работают и в IT-компаниях, и в Росгидромете, и в авиакомпаниях, и в нефтегазовом секторе; профессий, где математические знания важны, все больше.

Если мы хотим получать сильных инженеров из высшей школы, надо, чтобы их хорошо учили математике. А для этого нужно, чтобы в математических вузах хорошо учили математике тех, кто потом придет в технические вузы преподавать будущим инженерам.

Из мер, предложенных в концепции для высшей школы, я бы выделил три. Первая — программа поддержки математических факультетов, не только ведущих. Чтобы люди смогли пересмотреть программы, обновить их, чтобы лучше готовить следующее поколение математиков. Вторая — позиции федеральных профессоров: специальные гранты для хороших ученых,

«Классе в пятом я зашел на математическую олимпиаду, и это дало мне толчок в нужную сторону, я пошел в математический кружок и увлекся.»

«Математика не только наука, у нее много общего с искусствами, скажем, с музыкой. Только математика существует по строгим правилам, и чтобы оценить ее красоту, нужно иметь подготовку.»

«Правительства большинства развитых, да и многих развивающихся стран понимают, что без фундаментальной науки нельзя, и вкладывают в нее большие средства. Россия не должна отставать.» — Станислав Смирнов



Станислав Смирнов — лауреат премии Филдса за 2010 год, учился в школе №239, как победитель математической олимпиады без конкурса был зачислен на математическо-механический факультет Санкт-Петербургского (тогда — Ленинградского) государственного университета. Диссертацию защитил в Калифорнийском технологическом институте, стажировался в Йеле, работал в институте перспективных исследований в Принстоне и в институте Макса Планка в Бонне, затем стал профессором Королевского технологического института в Стокгольме, последние 12 лет — профессор Женевского университета. В 2010 году выиграл конкурс и получил мегагрант правительства России на 95 млн рублей на создание лаборатории.

профессоров в разных университетах, чтобы у них были хорошие условия работы. И третья, может быть, главная — организация новых международных научно-образовательных центров, которые завязаны на современные математические исследования и на подготовку студентов и аспирантов. Один из таких центров возник в Институте Эйлера в Петербурге тридцать лет назад. Мы надеемся, что сейчас будет возможность обновить и расширить его, а также открыть один подобный центр в Москве и еще четыре по стране.

В Санкт-Петербургском государственном университете я заведу лабораторией имени Чебышева, еще я председатель совета образовательной программы «Математика» — мы решили перезагрузить преподавание математики, обновить программу. Остается пятилетний специалитет (20 мест), и мы открываем бакалавриат «Математика» — 45 мест.

В бакалавриате образование становится более персонализированным, рассчитанным на индивидуальные потребности студентов. Меняется не только программа, но и формат обучения: только половина курсов зафиксирована жестко, остальные можно будет выбирать из тех, что предлагает эта образовательная программа и весь СПбГУ. У каждого студента будет индивидуальный куратор, профессор, с ним можно будет встречаться раз в семестр. Они вместе будут решать, какие курсы для студента важны. Скажем, компьютерный перевод. Это сейчас очень математически интенсивная область, ей занимаются не только лингвисты, но и математики. Куратор дает совет: курс статистики, курс искусственного интеллекта и курс лингвистики у филологов. Появляется индивидуальная образовательная траектория — не приспосабливаться к образованию, а приспосабливать его к себе.

Большая часть вещей, которым мы учим в математике, довольно старая. Но возникли новые способы преподавания этих старых вещей, новые применения. Какие из классических теорем важны и много применяются — тоже это изменилось. Более современная программа, плюс больше модульных мини-курсов про новейшие достижения математики. В Лаборатории Чебышева накоплен большой опыт: за четыре года у нас прочли больше 150 мини-курсов, в основном ученые из других городов и стран.

По окончании бакалавриата по математике есть большой выбор карьеры, можно сразу идти работать. В ежегодном опросе The Wall Street Journal о лучших профессиях несколько лет первые три места занимают математические профессии: первая — математик, вторая — актуарий (статистик, рассчитывающий страховые риски), третья — статистик. Получается, математика — интересная, востребованная и хорошо оплачиваемая профессия. Математики работают везде, от нефтегазовой отрасли и авиастроения до биомедицины и IT.

Индивидуализация образования и востребованность математической подготовки проявляется еще в одном: после математического бакалавриата необязательно идти в магистратуру по математике, можно в магистратуру по большинству других специальностей, например, по биологии или физике, экономике или психологии. Серьезные математические навыки можно применять к решению сложных, нестандартных задач. Самое перспективное — математика в биологии: биологи и медики за последние десять лет накопили много данных, настала пора их систематизировать.

Если люди математику ненавидят, научить их невозможно

«Для исполнения одного из инаугурационных указов Президента Владимира Путина Правительство России разработало и утвердило Концепцию математического образования.

Кто создавал концепцию? Большая работа велась в МГУ, ее координировал ректор Виктор Садовничий. От СПбГУ принимал участие филдсовский лауреат Станислав Смирнов.

Значительная часть аналитической работы происходила в МИОО, которым тогда руководил Алексей Семенов — академик РАН, нынешний ректор МГПУ. Большое участие в проекте принимал и Математический институт имени Стеклова, и лично академик Валерий Козлов.

В работе над концепцией очень пригодился опыт московского Центра непрерывного математического образования. Над концепцией трудились также представители Ассоциации учителей, в частности, Москвы (координатор — учитель года Михаил Случ) и Петербурга (координаторы — директор физматшколы №239 Максим Пратусевич). Среди участников рабочей группы были и руководители сборной России на международных математических олимпиадах Назар Агаханов, и знаменитый учитель, работающий с одаренными детьми в Кирове, Игорь Рубанов.

Дорабатывала текст небольшая редколлегия, на ее базе создали затем координационную группу при министре образования.

Одна из главных проблем в образовании в том, что существенная часть уроков имитирует образование: так надо, в учебнике написано, обязаны проходить. А то, что ребенок не воспринимает материал, — игнорируется. Национальное исследование качества образования дало такие результаты: половина уроков математики в старшей школе просто неэффективна. Если человек не умеет раскрыть скобки, то его бессмысленно учить дифференцировать произведения функций. Лучше давать доступное. Но если одиннадцатиклассник еле сдал базовый ЕГЭ, в 10–11-м классах его зря учили математике. Это и есть профанация образования. Если подростка заставлять делать то, чего он не понимает, к чему он не готов, — он начинает все это ненавидеть.

Концепция математического образования рассматривает три блока проблем: кадровые, мотивационные и содержательные. Мотивационная проблема довольно существенная: если люди математику ненавидят, научить их невозможно. Нужно внимательно разобраться, какое содержание уроков люди готовы осваивать, а какое нет, а потом дать возможность каждому получить математическое образование на нужном ему уровне. Ребенок может переходить и на другой уровень, доучив то, что пропустил.

И, конечно, критическая проблема — учительские кадры.» — Иван Яценко, директор Центра непрерывного математического образования, директор Центра педагогического мастерства



Филдсовская премия (Fields Medal) — международная премия и медаль, которые вручаются один раз в четыре года на каждом международном математическом конгрессе двум, трем или четырем молодым математикам не старше 40 лет (или достигшим 40-летия в год вручения премии).

Приз и медаль названы в честь Джона Филдса, который, будучи президентом VII международного конгресса, проходившего в 1924 году в Торонто, предложил на каждом следующем конгрессе награждать двух математиков золотой медалью в знак признания их заслуг.

культурология

Современная личность вынуждена реагировать на изменения, происходящие бурными темпами в современном информационном обществе, проявляя свою индивидуальность и неповторимость. Социальные сети открывают необыкновенные возможности для реализации творческого потенциала. — М. Бизюкова, «Вопросы культурологии», №1, 2015 г.

психология

Действующая система материального стимулирования государственных гражданских служащих не ориентирована на повышение результативности их деятельности, она является непрозрачной и зависит от субъективных факторов. Ее использование приводит к значительной дифференциации уровня оплаты труда по группам должностей и между отдельными служащими. — В. Южаков, «Государственная служба», №2, 2015 г.

социальная психология

Информационная повестка дня создается новостными выпусками крупнейших федеральных телесетей России под очевидным влиянием владельцев. — М.И. Макеевко, А. А. Кугушева, «Вестник Московского университета, серия 10: Журналистика», №1, 2015 г.

лингвистика

Понимание и перевод представляют собой концептуальную пару: понимание в целом ряде своих аспектов выступает как перевод, перевод — как практика, реализующая герменевтический акт понимания. Последний предполагает не уничтожение границы между двумя автономными текстами (своим и чужим), а создание конвергентного пограничного пространства. — А. Жеребин, «Вопросы литературы», №1, 2015 г.

юриспруденция

Концепции единого Гражданско-процессуального кодекса и Кодекса административного судопроизводства имеют законотворческую разобщенность, что может повлечь серьезные негативные последствия для механизма судебной защиты *de lege ferenda* (по будущему закону). — Т. Сахнова, «Арбитражный и гражданский процесс», №1, 2015 г.



Влияние информационного дефицита на структуру власти и распределение ресурсов

текст

Ольга Моляренко

Лаборатория муниципального управления,
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Обыденное представление о соотношениях уровней власти в России сводится к трехуровневой пирамиде: сверху федеральная власть, посередине — региональная, в основании — местная [рис. 01]. На деле картина сложнее — большинство государственных структур имеет иерархическую разветвленную систему территориальных отделений. В упрощенном виде это представлено на рисунке 02.

Например, Федеральная служба статистики: в каждом регионе действует подведомственная структура — территориальный орган Федеральной службы, на уровне городских округов и муниципальных районов функционируют подведомственные региональному Росстату отделы. Министерство внутренних дел: в регионах — управления МВД по субъекту федерации, в городских округах и муниципальных районах — отделы и управления МВД.

То же для региональной власти. Например, Министерство социальной защиты населения региона на уровне городских округов и муниципальных районов представлено территориальными отделами социальной защиты.

По горизонтали получается, что на муниципальном уровне действует целый ряд органов власти разного уровня: федеральные — МВД, Росстат, ФНС, Росреестр, ФМС, Прокуратура, Федеральное казначейство и проч.; региональные — центры, отделы социальной защиты населения, областные казначейства и др.; муниципальные — органы местного самоуправления.

При этом система сбора и распределения финансов выстроена аналогичным иерархическим образом. Федеральная, региональная и местная власти имеют собственные доходные полномочия, часть ресурсов распределяется трансфертами с вышестоящего уровня. В нынешней системе наибольшее количество поступлений идет на федеральный уровень, чуть менее — на региональный. Бюджеты же большинства муниципалитетов хронически дефицитны в связи с практически полным отсутствием собственных источников доходов. Собранные на федеральном уровне ресурсы распределяются вниз по территориальной и ведомственной сеткам. В первом случае федеральные власти перечисляют трансферы региональным, региональные — органам местного самоуправления. Во втором средства, выделенные, скажем, МВД, распределяются по управлениям МВД в регионах и далее — по отделам в муниципалитетах.

Потоки спускаемых ресурсов подкрепляются обратными потоками информации. Показатели по территории собирает целый ряд отделов органов федеральной власти, ряд органов региональной и сами

органы местного самоуправления. То есть информация «уходит наверх» тоже по территориальной и по множественным ведомственным сеткам. При сравнении же по горизонтали возникает проблема несоответствия одних и тех же показателей (численности населения, его имущества, экономической активности на территории). Ситуация усугубляется тем, что вместо усреднения и взаимной проверки данных происходит отключение отдельных элементов системы от сбора информации или лишение их права на ее использование.

Истоки информационного дефицита местной власти

В процессе постсоветских преобразований и выделения обособленного уровня местного самоуправления в нормативно-правовом поле было закреплено, что Федеральная служба статистики обязана обеспечивать информацией только государственный уровень власти. На момент формирования такой практики за первичный

сбор данных отвечали сами органы местного самоуправления, затем передавая показатели в низовые отделения Росстата. А значит, местная власть владела соответствующей информацией. Однако после постепенной передачи учетно-регистрационных функций и полномочий профильным органам государственной власти муниципалитеты были практически отстранены от формирования статистики. Тем не менее ряд полномочий органов местного самоуправления и отдельные пункты законодательства подразумевают сбор муниципалитетами различных данных (или владение ими) как для передачи органам государственной власти, так и в качестве основы для принятия собственных решений. Росстат же достаточным количеством информации местные власти не обеспечивает.

В связи с этим органы местного самоуправления стараются сами обеспечивать себя информацией. Низовые органы власти приближены к местной жизни, официальная же статистика не позволяет передать все ее реалии. Поэтому на разных уровнях управления формируются несовпадающие представления о социально-экономическом положении населения.

рис. 01 → Типичное представление об иерархии государственной власти в России

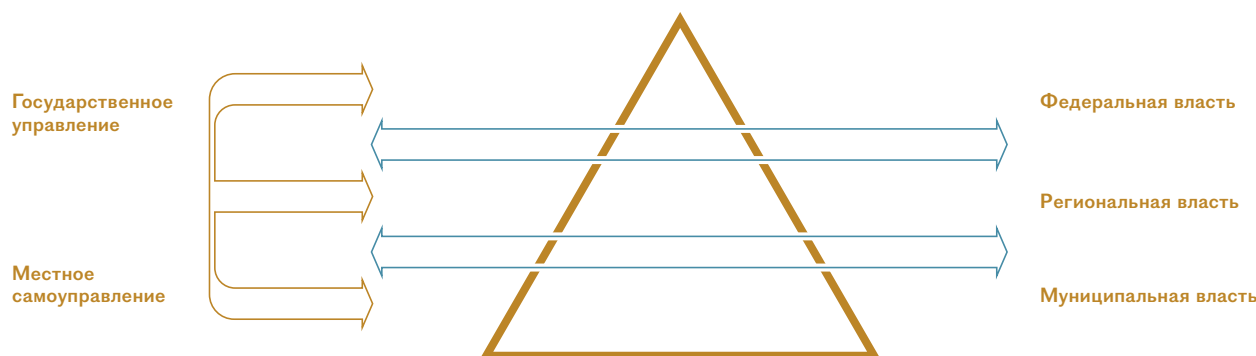
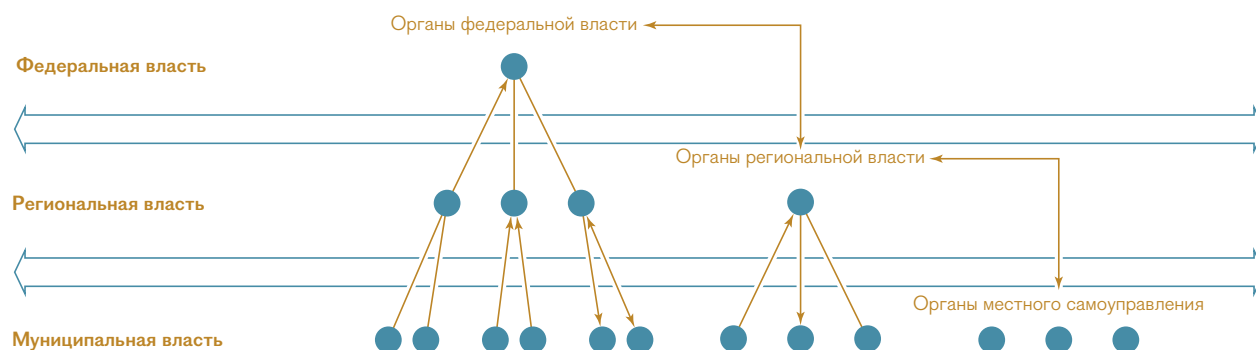


рис. 02 → Упрощенная схема уровней власти в России



В реальности представленные уровни неоднородны и должны быть описаны более подробно. Не все органы федеральной и региональной власти имеют под собой представленную структуру (или она может спускаться только до регионального уровня). У некоторых органов власти (Министерство обороны, Пограничная служба) административно-территориальное деление специфично и не совпадает с «общегосударственным».

К примеру, формы статистики, продуцируемые низовыми отделениями органов госвласти и органами местного самоуправления, не позволяют транслировать информацию о таких источниках доходов населения, как работа на выезде (отход) и промысловая деятельность (сбор грибов, ягод и проч.). Для сельской местности значимо также неотражение информации о количестве дачников — они, кстати, также выступают в роли источника дохода для местных жителей. Зачастую территории, представляющиеся государственной власти депрессивными, превосходят по уровню жизни соседние муниципалитеты, процветающие по данным статистики. Наиболее сильны такие несовпадения для отдаленных и труднодоступных муниципалитетов (по нашим наблюдениям, потому, что население и местная власть в этом случае ориентируется не на получение ресурсов «сверху», а на самостоятельное удовлетворение потребностей).

Кроме того, качество фиксируемых Росстатом показателей зачастую настолько низко, что не позволяет формировать представление даже об учитываемых официальной системой явлениях. Это проявляется при сравнении показателей по Росстату и аналогичных — по данным нелегальных ведомственной и муниципальной статистик.

Как собрать информацию

Потребность органов местного самоуправления в информации покрывается двумя основными способами: 1) с помощью данных от низовых отделений органов госвласти (местная инспекция налоговой службы, отдел полиции, управление миграционной службы и проч.); 2) посредством самостоятельного сбора данных.

Так как местные власти не имеют официальных полномочий для получения информации (ни от Росстата, ни от других федеральных органов, ни непосредственно от физических и частных юридических лиц), ключевыми становятся личные связи муниципальных служащих с сотрудниками органов государственной власти.

Отметим, что, как правило, крупные муниципальные образования (городские округа и муниципальные районы) склонны ликвидировать информационный дефицит за счет получения ведомственной статистики, а малочисленные городские и сельские поселения — с помощью самостоятельного сбора.

Наиболее распространены следующие формы получения информации от отделов органов государственной власти на территории:

1. Межведомственные комиссии.

Чаще всего встречается взаимодействие по вопросам борьбы с неплатежами физических и юридических лиц и легализации налоговой базы. В обязательном порядке к работе комиссий привлекаются сотрудники администрации муниципалитета, инспекции Федеральной налоговой службы, Пенсионного фонда России. Часто в состав входят также представители полиции, центра занятости населения, прокуратуры, службы судебных приставов. Комиссия является коммуникационной площадкой, на которой происходит обмен списками неплательщиков и другой информацией. Одно из важнейших ее значений — обеспечение не только межведомственного, но и межличностного взаимодействия.



«У меня был такой случай, я вот в свое министерство привозила данные Налоговой инспекции. Мы берем у них все время, ежегодно. Сумма, балансовой прибыли, выручки. Если мы баланс вывести не можем, мы берем у них. Вот я приезжаю в Калугу. А Калуга берет по статнаблюдению, у них значитится гораздо меньший объем прибыли. Я говорю: "У меня прибыль в городе в три раза больше. Вот данные налоговой, за подписью, с печатью". — «Нет, у нас статистика такая.»»

из интервью с муниципальным служащим городского округа Обнинск



«А для того, чтобы нам понимать что бы то ни было. Не для того, чтобы знать, а чтобы понимать — миграцию из района в Липецк, рабочую миграцию. Миграцию как таковую из района в другой район или в другую область — для этого существуют, я еще раз говорю, не межведомственные, а межличностные отношения. То есть, если для аналитики нужно — это один вопрос. Если это нужно для работы — то для работы соответствующие есть структуры, соответствующие запросы...»

из интервью с муниципальным служащим Грязинского муниципального района

2. Официальные запросы. Реальный канал работает только в случае личных связей, так как формально в предоставлении практически любой информации можно отказать.

3. Неформальный обмен информацией. Отдельные инспекции ФНС скидывают местным администрациям информацию о встающих на учет и выбывающих организациях, чтобы муниципалитеты могли вести собственные базы. В процессе полевых исследований был зафиксирован один случай взаимодействия по такому каналу с Росстатом — когда муниципальным служащим на ночное время и на выходные передавались заполненные бланки Переписи субъектов малого и среднего бизнеса 2011 года, чтобы местная власть могла оперативно оценить экономику муниципалитета.

Основные формы самостоятельного сбора информации:

1. Ведение похозяйственных книг городскими округами, городскими и сельскими поселениями. На территории сельских поселений похозяйственный учет осуществляется с 1934 года, на городские же округа и городские поселения эта обязанность возложена приказом Минсельхоза РФ №345 от 11.10.2010. В реальности для сельских поселений похозяйственные книги являются формой учета населения. Именно поэтому резкое негодование вызвало изменение Минсельхозом формы книг в 2010 году, предполагающее смещение акцента от учета населения (который был отдан Росстату, ЗАГСам и ФМС) к учету показателей сельского хозяйства. При этом из формы выпали многие важные для сельских поселений показатели — место работы, уровень образования членов домохозяйства и проч. В городских округах и городских поселениях ситуация иная — на местные власти были возложены новые для них обязанности по ведению учета сельского хозяйства на территории без соответствующего ресурсного обеспечения. Поэтому похозяйственный учет в этих муниципалитетах полноценно до сих пор не ведется.

2. Запрос информации напрямую от субъектов частного сектора экономики. По оценкам муниципальных служащих, отвечает на запросы примерно половина предприятий. Тем не менее считается, что это наилучший канал сбора информации. Наблюдается зависимость между размером муниципального образования и прозрачностью для местной власти деятельности экономических субъектов разного размера. Чем ниже статус и численность населения муниципалитета, тем легче ему получить информацию о малом и среднем бизнесе; но данные, например, по филиалам РЖД или Газпрома, по предприятиям с иностранным участием — невозможно (они взаимодействуют напрямую с регионом). И, наоборот, для крупных муниципалитетов непрозрачно, что происходит в сфере малого и среднего бизнеса, однако за счет большего административного веса оказывается возможным получить информацию о крупных юридических лицах.

Как использовать знание

Уже упоминалось, что де-факто существующие муниципальная и ведомственная статистики нелегалы. Это является следствием желания государства унифицировать показатели и упростить таким образом процесс управления (не согласовывать собранные разными органами данные,

гуманитарии



«Ну, почему отменили эту форму еще, по населению. Потому что несопоставление пошло — то, что дают сельсоветы, и то, что, согласно движению, выводит статистика. Это были факты. Ну и пришли к тому. ... Пусть это будет головная боль сельсовета.»

из интервью с сотрудником Росстата в Грязинском муниципальном районе



«При формировании межбюджетных отношений между областным и местными бюджетами на очередной финансовый год Департаментом финансов области используется численность постоянного населения по состоянию на 1 января текущего финансового года по сведениям Федеральной службы государственной статистики по Вологодской области, которая является единственным официальным источником для предоставления информации о численности постоянно проживающего населения на территории области в разрезе муниципальных образований поселенческого уровня.»

из Решения Арбитражного суда Вологодской области от 19.05.2014 по Делу №А13-2547/2014

а отдать монополию одному). И, заметим, речь идет о гражданской сфере. Военные и правоохранители обладают значительной автономией в формировании показателей по своим сферам. Монополию Росстата подтверждает и судебная практика попыток оспаривания муниципалитетами данных Всероссийской переписи населения 2010 г.

Таким образом, использовать имеющуюся информацию в отношениях с государственным уровнем власти органы местного самоуправления не могут. На стыке нефиксируемых и некачественно фиксируемых официальной статистикой процессов и их понимания местной властью возникает теневое государственное и муниципальное управление или реальное самоуправление. Низовые отделения государственных органов также оказываются включенными за счет межличностных связей. Деятельность главы муниципалитета в решении актуальных «невидимых» местных вопросов может принимать две основные формы. В первом случае органы местного самоуправления при продумывании стратегии развития территории ориентируются на имеющееся «теневое» знание, при этом пытаются обосновать реальные потребности официальной статистикой.

Но в значительной массе случаев удовлетворение актуальных потребностей населения происходит без привлечения государственных ресурсов (вторая форма). Местная власть формулирует актуальную для населения задачу, оценивает имеющиеся ресурсы, координирует порядок реализации решения. Так, в Республике Башкирия глава одного сельского поселения обязала предпринимателей по очереди вывозить с территории мусор. В административном центре одного муниципального района Липецкой области за счет привлечения ресурсов (нефинансовых — материалов, работников и проч.) местных организаций был существенно облагорожен центр города.

Процессы оптимизации органов государственной власти (укрупнение налоговых инспекций, сокращение участковых, сокращение низовых отделений Росстата и проч.), по сути, являются уходом власти с территории, прямым следствием которого становится еще больший разрыв между официальной и реальной «образами» муниципалитета. В силу эклектичности представления государственной власти о территории и все большей ее отстраненности муниципалитеты вынуждены искать внутренние ресурсы. Иногда это приводит к решению, например, не уведомлять налоговую об обнаруженной «серой» организации, а формировать из таких субъектов ресурсный пул, главным достоинством которого является мобильность. Бизнес видит, что насущные вопросы решаются, местная власть имеет мобильный бюджет для их решения — территория выигрывает.

Уход власти с территории и эклектичность ее представления о местной жизни форсирует процесс изоляции населения от этой самой власти — «видимыми» остаются лишь явления, ориентированные на государственное финансирование.

Можно ли по текстам измерить близость политических позиций

Существует множество методик измерения близости политических позиций. Можно анализировать голосования в парламенте: если, к примеру, два депутата часто голосуют одинаковым образом, то их позиции близки, и наоборот.

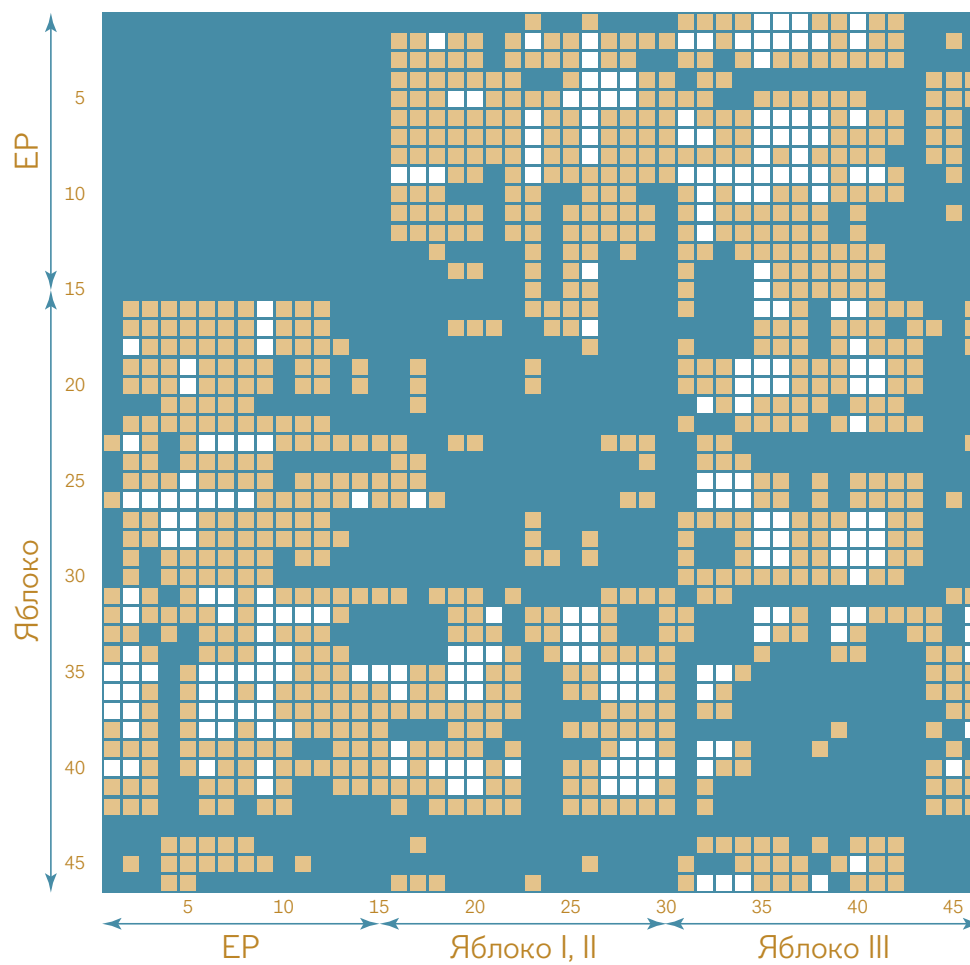
Можно анализировать тексты: предвыборные программы, стенограммы выступлений и т.п. Наиболее известна методика извлечения политических позиций из текстов, применяемая в международном проекте «Манифесто»: эксперты изучают предвыборные

документы и заполняют анкету по большому количеству вопросов, отражающих политическую позицию партии. Эти данные агрегируются в один индекс — RILE (Right-LEft), — принимающий значения от -100 до 100. Чем меньше абсолютная величина индекса, тем более центристской является партия.

В Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН разработан подход к измерению близости политических позиций, лежащий на стыке математики, политологии и лингвистики.

текст	Александр Пхоун Чжо Петров доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории качественных и количественных методов анализа политических режимов, Центр фундаментальных исследований
	Елена Корнилина кандидат физико-математических наук, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН
	Александр Михайлов доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой информатики социальных процессов, социологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

рис. 01 → Диаграмма сходства для программ «Единой России» и «Яблока» на выборах 2007 г.



Программа ЕР (фрагменты 1–15) четко отделена от программы «Яблока», в которой можно выделить две тренно связанные части, соответствующие разделам I, II (фрагменты 16–30) и разделу III (фрагменты 31–46).

Парадигматический и синтаксический подходы

Как мы определяем для себя, близки ли два данных слова по значению? Самый простой ответ — сравним их значения. Например, слова «стул», «диван» и «табуретка» близки в том смысле, что все они обозначают предметы мебели, на которых можно сидеть. Если мы интересуемся близостью слов, значений которых не знаем: скажем, «картуш» и «картулярий», — то можем справиться в словаре. То есть близкие слова — это те, которые имеют близкий «словарный смысл». Такой подход в лингвистике называется парадигматическим.

Применительно к политологии это означает, что если одна из партий пишет о поддержке крестьян,

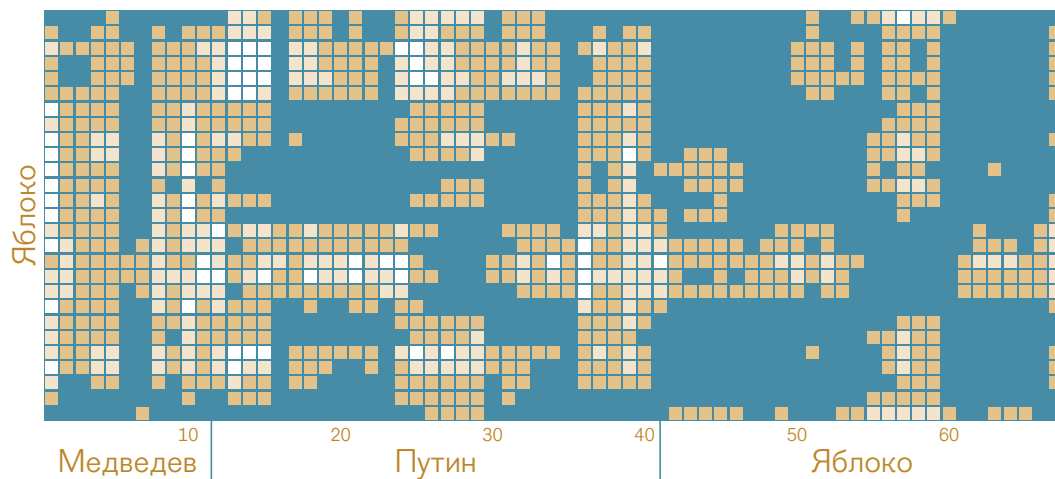
а другая — о поддержке аграриев, то мы делаем вывод: это одно и то же, поскольку «крестьяне» и «аграрии» — это синонимы. Парадигматический подход лежит в основе широкого класса методик анализа текстов, называемого контент-анализом (который, в свою очередь, лежит в основе проекта «Манифесто» и близких к нему методик, использующих экспертное оценивание).

Но есть и другой подход, называемый синтагматическим. Он связан с тем, что значение слова зачастую можно понять по его употреблению, по контексту. Иностранец, изучающий русский язык, прочтя фразу «Вася сидит на стуле, а Петя сидит на табуретке», сможет приблизительно понять (по крайней мере, обоснованно предположить) значение слова «табуретка», если все остальные слова ему известны. То есть в соот-

ветствии с синтагматическим подходом значение слова раскрывается через его контекст.

Это позволяет по-новому взглянуть на извлечение политических позиций из текстов. Основная идея новой методики заключается в том, что партии, придерживающиеся различных позиций, погружают одни и те же слова в различный контекст. Например, оппозиционная партия может употреблять слово «правительство» рядом со словами «коррупцированные», «спад», «инфляция», в то время как правящая партия будет употреблять его вместе со словами «реформы», «удалось», «прогресс» и т.д. Таким образом, выражающие политические позиции тексты могут быть классифицированы путем сравнения контекстов.

рис. [02] —> Диаграмма сходства предвыборных программ «Единой России» и «Яблока» 2011 года (показаны только строки, соответствующие программе «Яблока»)



В 2011 г. на съезде «Единой России» было принято решение считать предвыборной программой тексты выступлений Дмитрия Медведева и Владимира Путина. Априори можно было бы предположить, что выступление Медведева, имеющего репутацию либерала, окажется более близким программе «Яблока», чем выступление Путина. Однако ЛСА показывает, что это не так: пересечение столбцов 1–11 (Медведев) и строк 41–67 (программа «Яблока») имеет более светлый тон, чем пересечение столбцов и строк, отражающее сходство выступлений Путина и программы «Яблока».

Автоматический анализ семантической близости

Синтагматический подход реализован группой американских ученых в 1988 г. в виде так называемого латентно-семантического анализа (ЛСА) — метода, позволяющего автоматически анализировать семантическую близость текстов. Основной сферой применения ЛСА являются задачи интеллектуального поиска.

Метод позволяет оценить, насколько фрагменты внутри одного текста близки друг другу. Также с его помощью можно оценить близость фрагмента целому тексту или даже близость отдельных документов друг с другом.

ЛСА широко применяется в задачах тематического моделирования. Тематическое моделирование предполагает наличие некой коллекции документов, и для каждого документа необходимо определить тему (или несколько тем), к которой его можно отнести. Типичные примеры задач тематического моделирования: анализ новостных потоков; распределение по рубрикам изображений, видео; определение жанра музыкальных произведений; рубрикация научных статей и т.п.

ЛСА также используется для анализа произведений художественной литературы. В частности, с помощью метода удастся с хорошей точностью отличить прозу от поэзии и выявить различные периоды в творчестве авторов.

Важно, что ЛСА — это автоматический метод, не предполагающий экспертной оценки, что выгодно отличает его от традиционных методов выявления близости позиций, выраженных в политических текстах. Он может быть реализован лишь программно, так как исследование даже сравнительно небольшого текста требует проведения довольно сложных и массивных вычислений, которые не могут быть проведены вручную.

Фактически основная идея методики анализа политических текстов, разработанной в Институте прикладной математики, заключается в том, что близость политических позиций связана с синтагматической близостью текстов (фрагментов, образующих тексты), выражающих эти позиции.



Алгоритм латентно-семантического анализа

Сначала проводится предварительная обработка текста: из него удаляются слова, не несущие смысловой нагрузки (предлоги и союзы), а оставшиеся слова приводятся к исходной форме (например, существительные — к форме именительного падежа единственного числа). После этого текст разбивается на отдельные фрагменты, состоящие

из некоторого количества последовательно идущих слов (в зависимости от размера текста длина фрагмента может состоять от нескольких десятков до нескольких сотен слов). После довольно сложной математической процедуры, основанной на так называемом сингулярном разложении (singular value decomposition, SVD), появляется возможность определить, насколько синтагматически близкими являются какие-либо два фрагмента этого текста.

рис. [03] —> Диаграмма сходства предвыборных программ КПРФ и ЕР 2011 года (показаны только строки, соответствующие программе КПРФ)



Сопоставление программ КПРФ и ЕР 2011 г. показывает, в частности, что они слабо различимы, если рассматривать программу ЕР как целое. Если же отдельно рассмотреть корреляцию строк 1–26 (КПРФ) со столбцами 27–37 (Медведев) и 38–64 (Путин), то можно отметить несходство программы КПРФ с выступлением Медведева, высокую степень близости с первой частью выступления Путина и расхождение с последней частью.

Разбор применения методики на примере

Запишем одну за другой программы двух партий, например «Единой России» и «Яблока» (в данном случае речь идет о выборах 2007 года). Будем рассматривать это как единый текст и применим к нему алгоритм латентно-семантического анализа. Получим 46 фрагментов, причем первые 15 относятся к программе «Единой России», а фрагменты 16–46 — к программе «Яблока». Результат анализа изображается с помощью диаграммы сходства, представленной на рисунке [01]. Каждому фрагменту соответствуют одна строка и один столбец диаграммы. Ячейка, находящаяся на пересечении, например

строки 10 и столбца 25 (как и ячейка на пересечении строки 25 и столбца 10), описывает степень синтагматической близости 10-го и 25-го фрагментов. Чем более темным цветом закрашена ячейка. Темный квадрат, составленный из строк и столбцов 1–15, свидетельствует о высокой синтагматической близости этих фрагментов и, в соответствии с нашей гипотезой, — о близости высказанных в этих фрагментах политических позиций. Диаграмма также показывает, что в программе «Яблока» выделяются две части, каждая из которых обладает более высокой внутренней связностью, чем программа в целом. Граница между ними приходится на фрагмент 30. Более подробное рассмотрение показало, что она

соответствует границе разделов II «Альтернатива — социальное государство» и III — «Благосостояние для всех» программы «Яблока». Подчеркнем, что граница между разделами II и III программы «Яблока» (как и граница между программами различных партий) определилась автоматически с помощью ЛСА, т.е. без каких-либо «подсказок» относительно структуры единого текста.

Полученные диаграммы визуализируют сходство и различие политических позиций на качественном уровне. Числовая мера близости основана на довольно громоздкой формуле, соответствующей этим диаграммам. Грубо говоря, чем более темным является общий тон соответствующей части диаграммы, тем выше числовое значение близости.

Как субъективно определяется бедность и социальная исключенность разными группами населения

текст

Лидия Прокофьева

кандидат экономических наук,

ведущий научный сотрудник ИСЭПН РАН

Бедность в той или иной форме присутствует в любом обществе: всегда есть группы населения, живущие хуже, чем большинство. Единственного и общепринятого определения бедности в мире не существует. Мировой опыт накопил уже достаточно широкий спектр подходов к ее определению и измерению. Первой, и ставшей традиционной, методикой оценки бедности является определение монетарной (доходной) бедности — выделение доли населения или семей, имеющих доходы ниже определенной линии, характеризующей уровень бедности в той или иной стране. Сегодня в дополнение к этой общепринятой методике приходит метод субъективной оценки лишений, бедности и социальной изоляции. Вместе они призваны выделить те группы населения и домохозяйств, которые особенно нуждаются в поддержке общества.

Субъективное восприятие бедности со стороны населения может выражаться в ощущении ограниченности в доступе к социально-экономическим ресурсам (здравоохранение, образование, социальные услуги, трансферты и др.), а также в наличии особых факторов или условий (инвалид в семье, алкоголик в семье, высокая стоимость жизни в определенном населенном пункте и пр.)

В современных условиях, когда феномен бедности приобретает новые качественные составляющие, концепция субъективного измерения бедности позволяет учитывать остроту проблемы бедности, воспринимаемую самими респондентами, их субъективное мнение об уровне собственного благосостояния и тиражируемых в обществе представлениях и социальных нормах. Глубина и профиль субъективной бедности стали важными индикаторами для понимания источников социальной напряженности и регулирования государственных программ для бедных. Если объективные и субъективные представления о бедности не будут совпадать, то адресатами социальной политики окажутся не те, кто формирует базу социальной напряженности.

Проведенное исследование акцентирует внимание на мнениях респондентов о богатстве, о бедности и ее признаках и на определении ее причин. Определяя понятие «богатство», разные группы респондентов, расходясь в некоторых суждениях, тем не менее одинаково характеризуют богатство не только с материальной точки зрения, но и как духовный, социальный капитал, наличие семьи и близких людей:

- «Богатство — во-первых, это социальный капитал, которым обладает человек, знания, квалификация, это уровень реализации его способностей и материальная обеспеченность» (*девушка, 25 лет*);
- «Богатство — это в некотором смысле свобода, которая дает тебе больше возможностей в собственной реализации и реализации своих детей. Богатство — это стойкая уверенность в завтрашнем дне» (*женщина, 37 лет*);
- «Богатство — жить в гармонии с самим собой» (*мужчина, 43 года*).

Среди ответов членов семей с детьми также встречаются и такие: «Это достойная и здоровая семья, верные друзья, дети и любящие люди»; «здоровье родителей»; «объем знаний, навыков, индивидуальных, личных качеств» и т. п.

В определенной степени понятие «богатство» часто смешивается с понятием «счастье»:

- «Богатство, наверное, счастьем можно измерить. Но и без денег нельзя» (*молодой человек, 20 лет*);
- «Богатство — это когда спокойна душа, дети здоровы, полная семья» (*женщина, 35 лет*).

Но есть и противоположная точка зрения:

- «Когда люди говорят, что богатство — это здоровье, душевное богатство и так далее, они просто обманывают сами себя. Богатство — это деньги. Но богатство не гарантирует счастья, это точно» (*женщина, 39 лет*).

Материальный аспект понятия богатства в разных вариантах доминирует у всех категорий респондентов, но можно выделить молодежь как более «романтически» настроенную группу: треть из опрошенных молодых людей говорили о духовности и личном счастье. Это можно объяснить, скорее всего, тем, что они еще в массе своей не столкнулись напрямую с необходимостью содержать семью, вести хозяйство, платить за коммуналку и т.п. Семьи с детьми, вынужденные выживать в непростых условиях ограниченных материальных ресурсов, часто говорят о богатстве, устанавливая его минимальную планку:

- «Богатство — это когда человек сыт, одет и может в срок оплатить жилье» (*женщина, 43 года*).

Встречается и определение, четко обозначающее границу богатства:

- «Богатство — это такое ведение жизнедеятельности, когда совокупность денежных средств и имущества превышает необходимую величину, удовлетворяющую жизненные потребности (физические и духовные), в два и более раз» (*девушка, 21 год*).

Респонденты-пенсионеры несколько чаще отдавали предпочтение характеристике богатства как имущественного достатка, изобилия, высокого уровня материальной состоятельности (доход, вклады в банках, благоустроенное жилье, автомобили, дачи):

- «Когда денег куры не клюют» (*пенсионерка, 72 года*).

В ответах пожилые люди иногда конкретизировали доход, с которого начинается уровень богатства, например:

- «70 тысяч рублей ежемесячно»;

однако так же, как и семьи с детьми, отмечали, что:

- «Богатство — это когда ты не один, когда дети вокруг бегают, потом внуки, правнуки» (*пенсионерка, 68 лет*).

Следующие блоки вопросов выявили мнение респондентов о том, кого в России респонденты различных социально-демографических групп будут считать бедным, каков главный признак бедности. Результаты опроса показывают устойчивую уверенность респондентов в том, что бедный человек — это тот, кто испытывает нехватку материальных ценностей, в том числе жилья, отсутствие которого многие респонденты особо выделяли, кто имеет маленькую зарплату. Эта весьма предсказуемая позиция дополняется ответами, выделяющими определенные категории, по мнению респондентов, априори принадлежащие к уязвимой группе, и их они считают бедными: инвалиды, пенсионеры, студенты, многодетные семьи, работники бюджетной сферы, безработные. Важное место, по частоте упоминаний, занимает мнение, что бедными следует считать людей, имеющих затрудненный доступ к благам:

- «Лишен доступа к медицине и образованию» (*молодой человек, 21 год*);
- «У которого нет возможности получать качественное медицинское обслуживание самостоятельно, оплачивать в срок ЖКУ,

покупать продукты питания желаемого качества и в желаемом объеме» (*пенсионерка, 75 лет*).

Семьи с детьми чаще других в качестве основного признака бедности называли недостаточность дохода даже на питание:

- «Бедность — это прежде всего голод» (*мужчина, 31 год*);
- «Бедным считаю голодного человека» (*женщина, 53 года*).

Мнение о бедном человеке как о необразованном и «духовно» бедном чаще встречается у молодежи:

- «Бедным считаю каждого, кто духовно не развит» (*девушка, 22 года*);
- «Человека можно назвать бедным, если у него нет моральных принципов, плохое воспитание, менталитет... но и денег тоже нет на удовлетворение базовых потребностей» (*студентка, 18 лет*).

В группе неработающих пенсионеров чаще говорят о том, что бедным считают человека безработного, что, видимо, демонстрирует представление пенсионеров о том, что наличие работы избавляет от рисков бедности. Представление о бедном человеке как о ленивом, ни на что не годном также присутствует в ответах, и это ответы людей более молодого возраста:

- «Есть бедные недееспособные, их государство должно обеспечивать, а есть просто ленивые. Лени и халявность — это не дает человеку жить достойно» (*женщина, 35 лет*);
- «Бедный — это тот, кто не работает, не следит за собой. Наркоман, алкоголик...» (*молодой человек, 23 года*).

Здесь проявляется определенный молодежный максимализм, не допускающий ситуации, когда человека на подобное поведение могли толкнуть тяжелые условия жизни, жизненные потрясения.

Мнения представителей различных социально-демографических групп относительно главного признака бедности совпадают в отношении такого укрупненного признака бедности, как «одиночество, отчаяние, неприкаянность, отсутствие уверенности в завтрашнем дне, ощущение лишений».

Респонденты упоминают и о субъективной бедности:

- «Бедный — тот, который сам себя считает бедным» (*пенсионер, 80 лет*);
- «От человека зависит, как он себя чувствует», «бедность — это субъективная категория... Может не зависеть от уровня доходов» (*пенсионерка, 68 лет*);

Респонденты считают официальный метод измерения бедности сложным для понимания, необъективным; они говорили о необходимости многомерного подхода к оценке бедности:

- «Субъективное ощущение бедности, пожалуй, самое важное. Если повсюду разъезжают дорогие автомобили и все ходят в шубах до пят, а ты на «Калине» и в плаще, то волей-неволей будешь себя ощущать бедным. Даже если тебе и хватает» (*мужчина, 67 лет*).

Таким образом, во многих интервью всплывает проблема неравенства, больших различий в уровне жизни — «кричащей бедности», с одной стороны, и «кричащего богатства», с другой.

Интересно, что часто, обвиняя государство в существовании проблем бедности, респонденты не надеются на помощь государственных организаций в преодолении проблем бедности и социальных рисков, а также настроены весьма скептически в отношении улучшения ситуации. То, что большинство респондентов полагаются полностью на родственников и друзей, свидетельствует о высоком социальном капитале межсемейных отношений и низком доверии к общественным институтам. Социальные риски возрастают в случае потери работы или трудоспособности. Однако и в этой крайней ситуации большинству из респондентов есть к кому обратиться — это родственники, близкие. Именно их назвало подавляющее большинство респондентов, отвечая на вопрос о том, к кому вы обратитесь в случае трудной ситуации.

В ответ на вопрос: «Если у вас возникнет трудная жизненная ситуация, к кому вы обратитесь за помощью?» — подавляющее большинство респондентов назвало родственников, друзей, соседей, сослуживцев:

- «Только к родным! Не вижу смысла в других вариантах, они все равно не помогут» (*женщина, 26 лет*);
- «К родным обращаюсь, а больше не к кому» (*пенсионерка, 71 год*).



Надменное отношение к бедным

В России и за рубежом было проведено несколько исследований дискурса бедности и социальной исключенности. Проводились интервью с политиками и опросы населения.

Российские и зарубежные эксперты отмечают, что в ходе интервью российские политики регионального, да и федерального уровня выражают «удивительно надменное отношение к бедным». В большинстве интервью с политической «элитой», проведенных в городах России, именно на бедных возлагалась вина за их нынешнее положение. В публичных высказываниях политиков либерального толка иногда встречаются фразы типа: «Россияне бедные, потому что они не хотят интенсивно работать», или «бедные слишком много хотят».

Manning N., Tikhonova N. (Eds). Poverty and Social Exclusion in the New Russia. Burlington: Ashgate, 2004

Round J. The construction of «poverty» in post-Soviet Russia // Perspectives on European Politics and Society. 2005, vol. 6, № 3



Проблема бедности в России

К более массовым опросам населения по проблемам бедности можно отнести обследование населения малых городов Нижегородской области, проведенное ИСЭПН РАН и Нижегородским госуниверситетом в 2011 году (руководители проекта — Н.М. Римашевская, Н.Н. Иващенко).

Судя по ответам респондентов на вопрос «Насколько проблема бедности актуальна для России?», проблема бедности в России является «очень острой» (52% ответов) или, по крайней мере, «важной» (41% ответов). Причем отрицают это менее 10% респондентов даже в самой обеспеченной группе населения. В ходе исследования также задавался вопрос «Кто виноват в существовании бедности в России?». Почти 3/4 опрошенных называют «государственную политику», не способную справиться с этой проблемой; на втором месте — «низкий уровень оплаты труда на многих предприятиях» (48% опрошенных) и на третьем — «рост цен на товары первой необходимости, опережающий рост заработной платы» (40%). Можно предположить, что первый ответ подразумевает все аспекты государственной политики в области оплаты труда, развития социальной сферы и социальной политики поддержки бедных, которые называются после этого ответа.

Опрос представителей основных групп риска бедности, проведенный в 2013 году в Ростовской области (молодежь, семьи с детьми, неработающие пенсионеры) при финансовой поддержке РФФИ. Грант №12-22-08001

рис. [01] — Кого считают бедным

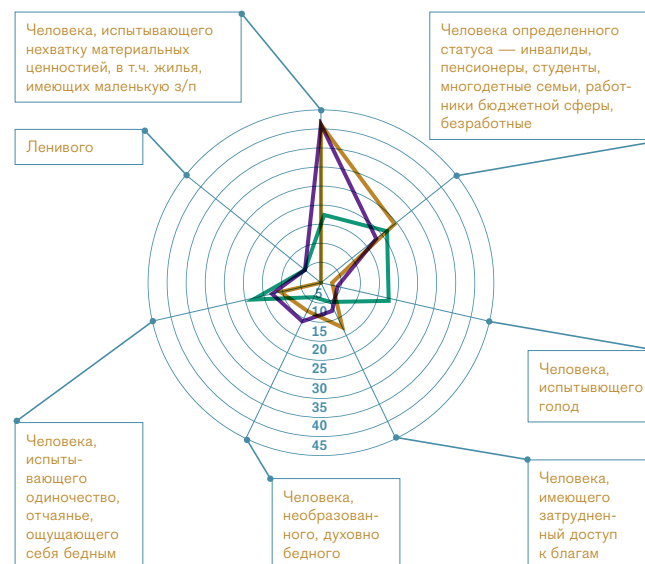
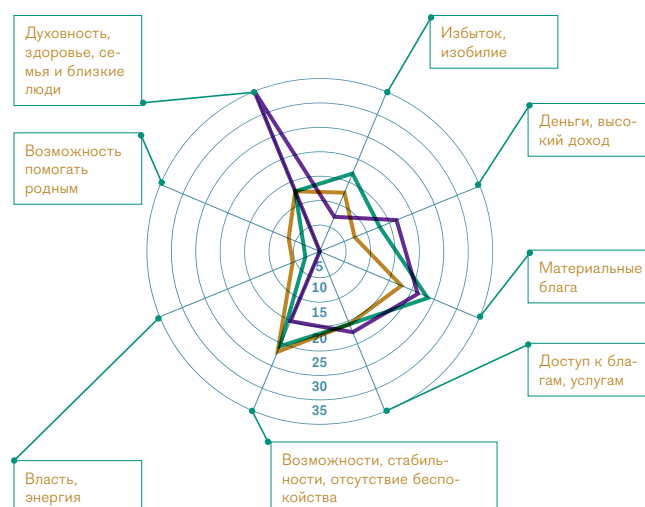


рис. [02] — Мнение населения о богатстве



Исследовательское учреждение — Московский зоопарк

ТЕКСТ

Тата Зарубина

История Московского зоопарка



URBANUS.RU

1864

Императорское русское общество акклиматизации животных и растений организовало в Москве зоосад. Большинство голосов членов общества для создания зоосада были выбраны Пресненские пруды (там теперь находится старая территория зоопарка).

1905—
1917

В пылу революции зоосаду сильно досталось. Многие его здания были разрушены, библиотека сгорела, аквариум сожгли. Погибло много животных.



MOSCOWWALKS.RU



PIONEERAKA.LIVEJOURNAL.COM

1919

Зоосад национализирован. Площадь его увеличена почти вдвое, созданы научно-исследовательские подразделения и ветеринарные центры.

1924

Открылся Клуб юных биологов зоосада (КЮБЗ) на базе кружка юных натуралистов, созданного в 1923 г. замдиректора зоопарка по науке Петром Смолиным. Его первым руководителем стал Петр Мантейфель. КЮБЗ вырастил не одно поколение биологов нашей страны, действует он и сейчас.



АРХИВ МОСКОВСКОГО ЗООПАРКА



АРХИВ МОСКОВСКОГО ЗООПАРКА

1927

Зоосад стал называться зоопарком. Открылась Новая территория, где звери содержались не в клетках, а в просторных вольерах. Проектировал постройки на Новой территории известный архитектор Карл Гилпиус. Сотрудники зоопарка читали публичные лекции, собиравшие подчас тысячи человек.

В прошлом году Московскому зоопарку исполнилось 150 лет. Это самый старый российский зоопарк и один из старейших и самых посещаемых в Европе. Сейчас важной задачей зоопарков признано проведение научных исследований. Но так было не всегда. Московский зоопарк был одним из первых в мире зоопарков, созданных для научных целей.

Зоосад до революции

В России первые зверинцы появились при Иване Грозном. Один из них помещался на Красной площади около Кремля, у Никольских ворот во рву жили львы, подаренные английской королевой, и слон, привезенный из Аравии. Ради потехи в России часто держали медведей, волков, лисиц, соколов, певчих птиц. Все зоосады и многочисленные передвижные зверинцы того времени создавались для развлечения их хозяев и публики, о благополучии животных никто особо не заботился: они содержались в ужасных условиях. Не ставилось ни научных, ни просветительских задач. Такая ситуация продолжалась вплоть до середины XX века.

Но были и исключения. В Европе существовало несколько зоопарков, занимающихся исследованиями. Они создавались как исследовательские центры при музеях естественной истории, академиях и научных обществах. Таким был и открывшийся в 1864 г. Московский зоосад. Созданный Императорским русским обществом акклиматизации животных и растений, он задумывался как научно-исследовательское учреждение. Одним из главных инициаторов его создания стал профессор Московского университета Анатолий Петрович Богданов.

Перед зоопарком стояли задачи по одомашниванию диких видов и выведению новых пород животных, а также по проведению «опытов и наблюдений над полезными в практическом отношении животными». В первые годы существования зоосада исследования в нем проводили известные ученые и университетские профессора. Они занимались исключительно академическими изысканиями, преимущественно изучением таксономических и анатомических особенностей животных. Так, в это время в зоопарке были проведены работы по изучению микроскопического строения рога жившего там носорога, а также по исследованию изменений пятен у львов и тигров. Впрочем, серьезных научных успехов сотрудникам зоосада добиться не удалось. В 1870-х годах из-за финансовых трудностей зоосад сдают на три года в аренду купцу Рябинину, и научная деятельность в нем прекращается вовсе. В конце 1870-х при зоосаде создаются научная и ботаническая лаборатории, но в 1886 году в связи с очередным финансовыми проблемами они были закрыты.

В 1889 году начинает выходить первое научное издание Московского зоосада — ежемесячный «Вестник Императорского Русского общества акклиматизации животных и растений. Дневники общества и Зоологического сада» (выходит до 1895 г.). О научной деятельности зоосада в 1890-е известно очень мало, но примерно в это время была открыта лаборатория ихтиологии. В 1905 году зоосад сильно пострадал от артиллерийского обстрела, сгорела библиотека и была сильно разрушена ихтиологическая лаборатория.

В начале XX века Московский зоопарк продолжал проводить традиционные академические исследования, сосредоточившись в первую очередь на изучении поведения животных. Выдающийся зоопсихолог Надежда Николаевна Ладыгина-Котс провела здесь десятки тысяч опытов, изучая поведение собак, волков и птиц, а ее работы по проблемам инстинктов и зоопсихологии приматов принесли ей мировую известность. Ее методы работы с приматами еще долгие годы применялись в лабораториях и питомниках. Тогда же начала работать ветеринарно-биологическая лаборатория, где большое внимание уделяли исследованиям по межвидовой гибридизации, наследственности и изменчивости млекопитающих и птиц. Эти работы имели в то время серьезное научное значение.

Между революцией и августовской сессией ВАСХНИЛ

Первые три года после революции 1917 г. зоосад с трудом выживал; он лишился большинства своих научных сотрудников, о науке никто и не думал. В 1919 г. он был национализирован и передан в подчинение научному отделу Наркомпроса, а его директором стал Александр Федорович Котс. Всего за четыре года Котс сумел восстановить значение зоосада как научного учреждения и вывести его научную деятельность на мировой уровень. В это время здесь проводились серьезные исследования поведения животных и работы по гибридизации.

В 1920–1930-е годы в Московском зоопарке стало развиваться новое — прикладное направление науки: изучение особенностей содержания и разведения диких видов в неволе. Впервые в истории зоопарка усилили научных сотрудников сконцентрировались на изучении животных в неволе, на разработке оптимальных условий и методов их содержания. Это направление быстро развивалось и постепенно становилось главным.

В зоопарке открылась лаборатория экспериментальной биологии, сотрудники которой вели работы по изучению размножения птиц, разрабатывали методы инкубирования яиц, изучали зависимость



АРХИВ ЗООПАРКА

1970– 1980-е

Зоопарк ветшает. Не на что кормить животных. Перекрытия находятся в таком состоянии, что из террариума, расположенного на втором этаже знаменитого «Острова зверей», лягушки периодически падают на головы живущих на первом этаже амурских тигров.

1991

Город объявил Московский зоопарк стройкой общегородского значения.



MOSNEWS.NET



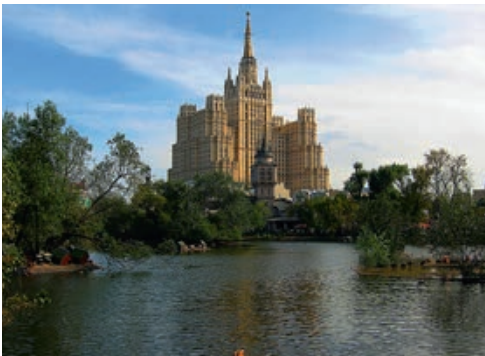
ИТАР-ТАСС

1992– 1997

В зоопарке проведена генеральная реконструкция. Построены современные павильоны для экспонирования животных, появились животные, давно или никогда не демонстрировавшиеся в зоопарке.

2004

Московский зоопарк становится членом Всемирной ассоциации зоопарков и аквариумов (WAZA).



ИТАР-ТАСС



ИТАР-ТАСС

2013

Начинается новая реконструкция зоопарка, на этот раз — чтобы преобразовать коммунальные сети и улучшить внешний вид. Почищены и отремонтированы Большие пруды, вольеры и павильоны.

2014

В честь 150-летия Московского зоопарка прошла международная научная конференция «Зоопарки: история, проблемы, перспективы». Открыто волонтерское движение зоопарка.



VOLONTERY.RU

хода линьки у млекопитающих от температуры и закономерности наследования окраса. Новая лаборатория кормления занималась разработкой рационов для животных. Все эти исследования имели очень высокий научный уровень. Большинство зоопарков мира в это время все еще оставались исключительно развлекательными заведениями.

В 1924 г. заместитель директора зоопарка по научной работе Петр Александрович Мантейфель открыл юннатский кружок (Кружок юных биологов зоопарка, КЮБЗ). В научной жизни зоопарка КЮБЗ играл важную роль: его воспитанники принимали участие в научных исследованиях, а многие выпускники оставались работать в зоопарке. Ученики кружка под руководством Мантейфеля первыми в мире разработали методы разведения соболей в неволе. Благодаря их методике соболи стали успешно размножаться сначала в Московском зоопарке, а затем и на пушных фермах по всей стране. Именно под руководством Мантейфеля научная работа зоопарка — впервые в мире! — стала ориентироваться в первую очередь на решение проблем, необходимых для его собственной работы.

В середине 1930-х гг. Мантейфель ушел из зоопарка, а тогдашний его директор наукой не интересовался. В то же время были арестованы многие старшие КЮБЗовцы и несколько научных сотрудников. Все это не лучшим образом отразилось на научной работе зоопарка.

В 1940 г. научным руководителем зоопарка стал выпускник КЮБЗ Николай Иванович Калабухов. Он сформулировал три направления научной работы зоопарка, они заключались в «научном обеспечении зоотехнической и ветеринарной работы зоопарка, руководстве культурно-массовой работой и изучении на материале зоопарка проблем, не связанных непосредственно с работой зоопарка, но имеющих большое теоретическое и практическое значение». Несмотря на то что он пробыл на этой должности совсем недолго, Калабухов вернул научные исследования в зоопарк. Очень высокого уровня достигла ветеринарная работа, открылась новая лаборатория — экологии. В этой лаборатории изучали в первую очередь ритмы активности животных и влияние на них различных температур, велись работы по выяснению оптимального режима содержания теплолюбивых видов.

Перед войной интенсивность научной работы в зоопарке была очень высокой: в 1940-м сотрудники разрабатывали одновременно 32 научно-исследовательские темы. Но в 1941 г. все, естественно, поменялось. Часть животных и сотрудников были эвакуированы, многие сотрудники ушли воевать, однако научная работа не прекратилась. В начале 1944 г. в зоопарке даже прошла научная конференция.

В трагический для советской биологической науки 1948 год, после знаменитой «августовской сессии ВАСХНИЛ», в зоопарковой науке также начинается период упадка. В следующие 30 лет зоопарк все больше отставал от мирового научного уровня и терял связи с другими научными организациями.

Возвращение научных исследований

Наука вернулась в Московский зоопарк, когда весь мир ушел очень далеко вперед. В конце 1970-х произошли изменения: новый директор Московского зоопарка Владимир Владимирович Спицын решил

возродить в нем научную работу. Он начал с изучения работы ведущих мировых зоопарков, занялся восстановлением связей с научными организациями и ВУЗами, открыл в зоопарке научный отдел, который должен был проводить исследования, направленные на улучшение условий содержания, кормления, лечения и разведения животных зоопарка, а также заниматься практическим применением результатов этой работы.

Были начаты исследования по искусственному осеменению диких животных, получению и выращиванию молодняка ценных видов птиц, изучению феномена доминирования и различия в социальном поведении у приматов, изучению аномального поведения у млекопитающих в неволе, содержанию и разведению беспозвоночных животных в лабораторных условиях, по биоакустике. Впервые в зоопарке при помощи генетического анализа были определены подвиды орангутанов. Кроме того, серьезная работа проводилась и в зоологических секциях. Возобновились и исследования в области ветеринарии, изучалось прямое и побочное действие усыпляющих препаратов на диких животных. Позже была проведена серьезная работа по изучению паразитов рептилий в зоопарке.

Научные сотрудники Московского зоопарка создали оригинальные методы содержания и разведения амфибий, приматов, грызунов и кормовых насекомых, впервые удалось провести успешную реинтродукцию редких видов амфибий.

С середины 1990-х годов на первый план выходят работы по улучшению состояния животных в неволе. Сотрудники отдела научных исследований разрабатывают разнообразные методы нормализации их психического состояния, ведут работы по обогащению среды обитания зоопарковых животных, по разработке методов оценки их психологического благополучия в неволе. Одна из важных разработок — модель оптимизации уровня стресса. Она основана на идее, что для каждой особи есть некий оптимальный уровень стресса и, когда уровень стресса оказывается слишком высоким или слишком низким, животное начинает вести себя аномально. Оценив направление отклонения стресса от оптимума, можно выбрать методы коррекции: оптимизировать уровень стресса, повышая или понижая предсказуемость внешней среды, — нормализуя таким образом поведение животного.

Также в Московском зоопарке — на несколько лет раньше, чем в других, — появилась концепция так называемого «отзывчивого стиля» работы киперов. Главная идея: кипер должен не командовать животным, а сотрудничать с ним. Так в Московском зоопарке удалось применить на практике систему повышения благополучия животных и нормализации их поведения.

Исследовательская работа Московского зоопарка развивается, постепенно интегрируясь в мировую зоопарковую науку. В зоопарке стали проводить сложные технологичные исследования, появились оригинальные разработки в области содержания и разведения некоторых редких видов, ведутся исследования поведения животных. И хотя Московский зоопарк до сих пор не изжил до конца последствий почти 30-летней задержки развития науки, по некоторым направлениям он смог даже вырваться вперед.

По материалам Сергея Попова, директора по зоологической работе Московского зоопарка, доктора биологических наук

Большее число стран умеет делать атомную бомбу, чем производить важнейшие промышленные катализаторы

ответы	Валентин Пармон академик, научный руководитель Института катализа Сибирского отделения РАН
вопросы	Мария Роговая
фотографии	Майя Шелковникова

Чем грозит нам эмбарго

Опишите, пожалуйста, масштаб проблемы с российскими катализаторами. Почему России необходимо иметь свое производство? Ведь невозможно производить в стране вообще все, достаточно, наверное, лишь какие-то жизненно важные вещи.

Химический термин «катализатор» сегодня часто употребляют в переносном смысле как «ускоритель», не имея представления о его первичном значении. Катализаторы применяются в 95% промышленных химических технологий, приносящих 12–15% ВВП России. С их помощью получают все виды моторных и реактивных топлив, полимерные материалы, каучуки, удобрения, взрывчатые вещества и многое другое. В случае введения эмбарго эффект прекращения импортных поставок катализаторов будет наблюдаться уже через несколько месяцев. К числу особенно уязвимых производств из-за ограниченного срока годности катализаторов относятся получение моторных топлив и многотоннажных полимеров типа полиэтилена и полипропилена, где импортозависимость достигает 90–100%. Чтобы оценить масштаб ущерба, следует отметить, что при годовом потреблении российских заводов (ОАО «Сибур Холдинг», ОАО «Нижнекамскнефтехим», ОАО «Газпромнефть», ОАО «НК «Лукойл», ОАО «Газпром — Салаватнефтехим») 100–120 тонн катализаторов для получения полиэтилена, объем производимой с их помощью продукции превышает 200 млрд руб./год. В настоящее время все российские производства обеспечиваются только импортными катализаторами из США и Германии. После запланированного строительства в России новых заводов по производству полимеров потребность в катализаторах полимеризации олефинов возрастет до 150–200 тонн/год. Заметно выросла импортозависимость в производстве основного продукта российского химического экспорта — аммиака. Общий масштаб экономической угрозы в случае введения эмбарго на поставку всех вышеперечисленных катализаторов составляет примерно 700–900 млрд рублей в год.

Выполненный Минэнерго России анализ сложившейся ситуации с обеспечением катализаторами нефтепереработки ведущих российских компаний ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Газпромнефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «НК «Лукойл», ОАО «Татнефть», АО «АНК «Башнефть» позволил получить общую картину существующего (на 2013 г.) и перспективного (на 2020 г.) потребления российских и импортных катализаторов в нефтепереработке. Я хотел бы показать эту аналитическую таблицу для всеобщего обозрения [таб. 01].

Сырьевая экономика «съедает» все энергоресурсы

Кажется, сейчас наступает время, когда страна пытается вернуть утраченные позиции в промышленности. Остались ли у нас еще институты и специалисты по производству катализаторов?

Специалисты объясняют непосвященным, что катализатор — это волшебная палочка для химиков, позволяющая получить «то, что нужно» из «того, что есть». Ценность этих волшебных превращений для развития практически всех стратегических отраслей промышленности — от фармацевтической и пищевой до нефтеперерабатывающей — в СССР четко осознали еще в конце 1950-х годов. Тогда по директиве властей в стране было создано 17 отраслевых химических и 3 академических института, включая специализированный Институт катализа в Новосибирском Академгородке. Задачи ставили очень похожие на сегодняшние — развитие отечественных технологий, независимость от импорта. Государственный контроль за использованием катализаторов в промышленности в 1991 году был отменен, и в настоящее время объем импортозависимости России в этой области в пересчете на стоимость конечного продукта составляет около триллиона рублей в год. Хотя доля стоимости катализатора в ней составляет десятые, а иногда и сотые доли процента, но без него продукцию не произвести.

С 1985 года до распада СССР Институт катализа СО РАН выполнял миссию небольшого министерства, курирующего работу 25 различных институтов, заводов и конструкторских бюро по производству катализаторов. Эта руководящая организация называлась «Межотраслевой научно-технический комплекс «Катализатор»» и отвечала за развитие инноваций — слово, вошедшее в обиход лишь спустя многие годы, когда от связки «наука-промышленность» камня на камне не осталось.

В СССР в 1991 году производили около 90% стратегически важных катализаторов. Сегодня доля продукции, в производстве которой применяют катализаторы, в США составляет 35% от общего ВВП страны. В России эта доля меньше — 15%, поскольку у нас глубина процессов переработки исходного сырья невелика и заканчивается на третьем переделе. В частности, при переработке добываемой нефти сначала производят разгонку на разные фракции, затем получают нужные виды топлива и, наконец, добываются соответствия этих топлив требуемым экологическим стандартам.

Точно так же и в производстве полимерных материалов в нашей стране все этапы заканчиваются на получении полиэтилена и полипропилена, то есть опять-таки на 2-м и 3-м переделе. Причем именно первые этапы переработки в химии являются наиболее энергоемкими, в то время как получаемая продукция — наиболее дешевой, в отличие от более тонких переделов следующих ступеней. Когда в России говорят о нехватке энергоресурсов, нужно понимать, что значительная их часть идет не на отопление и электрификацию жилья, а на химическую, добывающую и перерабатывающую промышленность, которые не производят продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Мы покупаем за рубежом собственные разработки

Какие страны имеют все необходимые собственные производства промышленных катализаторов? Это ведь выгодно, наверное, только крупным государствам с очень развитой промышленностью. Много ли таких?

Атомную бомбу умеют сегодня изготавливать девять стран в мире, а важнейшие промышленные катализаторы полного цикла переработки для химических производств — всего семь. В некоторых отраслях в России уровень зависимости от импортных катализаторов составляет 100%. В частности, с этим

таб. 01 — Потребление отечественных и импортных катализаторов на нефтеперерабатывающих предприятиях России

Процесс	Российские катализаторы		Импортные катализаторы	
	2013 г.	2020 г.	2013 г.	2020 г.
Каталитический крекинг	22%	40%*	78%	60%
Риформинг	22%	40%	78%	60%
Гидроочистка дизельного топлива и вакуумного газойля	5%	20%	95%	80%
Гидроочистка бензиновых фракций вторичного происхождения	—	20%	100%	80%
Гидрокрекинг	—	25%	100%	75%
Изомеризация бензиновых фракций	54%	55%	46%	45%

* с учетом планируемого ввода дополнительных мощностей по производству катализаторов FCC

Из приведенных данных видно, что для большинства процессов нефтепереработки имеет место практически полная зависимость российских заводов от импорта катализаторов, преимущественно из США и Франции. Объем производства моторных топлив в России превышает 3 трлн руб./год, и примерно на 80% он зависит от импортных катализаторов.

связано недавнее резкое подорожание дизельного топлива. Производство современных видов дизельных топлив требует использования каталитических процессов. Все эти процессы в мире разрабатывались и внедрялись уже в постсоветское время, поэтому Россию они обошли стороной.

То же касается производства полиэтилена и полипропилена. В нашей стране они производятся с использованием только импортных катализаторов. При этом до 2010 года ряд европейских стран освоил производство и широкое использование для этих процессов соответствующих катализаторов, разработанных в Институте катализа СО РАН. Более того, совсем недавно крупнейшая международная компания построила в Саудовской Аравии завод по производству сибирских катализаторов. То есть Россия сначала поставляет свои технологии за рубеж и сама же потом закупает полученную там продукцию. Только после ввода широких антироссийских санкций свершилась та самая революция, о которой последние почти 20 лет говорили «каталитики» всей России.

Сегодня на всех уровнях достигнуто понимание того, что катализаторы — это не рыночный, а стратегический продукт. Ничуть не менее стратегический, чем оборонные технологии. Для крупного государства с развитой промышленностью намного важнее иметь собственные каталитические технологии, чем закупать более дешевые или более совершенные импортные. Просто потому, что зависимость сразу целого ряда отраслей от импорта в случае эмбарго может почти в один день привести к мгновенной остановке работы всех этих отраслей.

Избавиться от импорта за три года

Какое количество катализаторов необходимо производить, чтобы перестать зависеть от импорта в важнейших промышленных направлениях?

Основной список жизненно важных для России промышленных катализаторов в конце XX века включал 230 наименований, сегодня он ровно вдвое больше. В связи с принятыми против РФ санкциями задача российских специалистов сегодня — локализовать производство всего этого списка. Однако новых катализаторных производств пока организовано лишь единицы, а большая часть имевшихся в России катализаторных производств либо закрыта, либо продолжает работать на оборудовании 50–60-х годов. В последние годы в России появились буквально две-три независимые коммерческие компании, в которых используют современные технологии.

Организаций, способных разработать новый катализатор и довести его до промышленного использования, тоже осталось совсем немного. Если в СССР разработкой катализаторов занимались почти 90 отраслевых и академических институтов, из которых около десяти разрабатывали промышленные катализаторы, то сейчас в России эта проблема под силу всего трем институтам — в Краснодаре, Омске и Новосибирске. Именно на них легла основная ответственность по научному обеспечению восстановления в короткие сроки разрушенного и упущенного за 25 лет.

Руководство страны в принципе готово содействовать восстановлению катализаторной промышленности, но конкретного министерства, которому можно было бы поручить курировать эти процессы, сегодня не существует. Каталитические технологии — межотраслевые. Они используются и в химической промышленности, и в пищевой, и в природоохранных технологиях, и в энергетике, и в фармацевтике. Поэтому специалистам по катализу приходится взаимодействовать с разными министерствами, в которых основной профиль деятельности никак не связан с катализаторами. Но оптимизма и базовой информации ученым хватает, чтобы рассчитывать избавить Россию от импортозависимости и наладить производство важнейших катализаторов за два-три года.

Первые два новых завода построят в Сибири

Готова ли российская промышленность перейти с импортных катализаторов на отечественные?

С появлением производств новых катализаторов сразу же возникнет проблема оценки их качества и сертификации. Мощные производства крупных компаний, в которых только одна установка производит миллионы тонн продукции в год, никогда не возьмутся за работу с чем-то принципиально новым. В таких масштабах любая ошибка обойдется слишком дорого. Созданию производств новых катализаторов должно предшествовать создание испытательных станций — независимых производств с небольшой мощностью, которые с господдержкой в режиме частно-государственного партнерства можно организовать, например, на базе исследовательских лабораторий университетов. Независимость испытательных станций — одно из обязательных условий, поскольку и разработчик, и производитель — заинтересованные стороны, каждая со своим субъективным фактором.

Основная функция независимых станций — испытывать качество катализаторов и сопоставлять их уровень с импортными аналогами. Во всем мире производители катализаторов тоже являются независимыми компаниями, снабжающими своей продукцией различные, в том числе и конкурирующие между собой предприятия. Попытки организации производства катализаторов только под свои нужды для одной крупной российской компании показали, что для коммерческого успеха производителю пришлось бы снабжать своей продукцией собственных конкурентов. Обычно заводы по производству катализаторов за рубежом принадлежат инжиниринговым, а не производящим

химическим компаниям. Именно в инжиниринговых компаниях работают специалисты, обеспечивающие разработку как катализаторов, так и технологий их использования с целью тиражирования на крупных производствах.

К сожалению, в России инжиниринговых компаний такого типа пока не существует. Как и специалистов в этой области. Единственное исключение — Новосибирский госуниверситет, где специалисты Института катализа СО РАН дают студентам систематические знания о том, как работает катализатор и как его приготовить, хотя бы и не в промышленных масштабах. Но даже здесь не обучают инжинирингу. Поэтому в России не найти специалистов, знающих, как спроектировать аппарат для производства катализаторов, какие материалы для этого нужны, какое программное обеспечение выбрать и какие условия соблюсти. В этой области Институт катализа СО РАН пока делает первые шаги — три года назад на средства областного бюджета была организована магистратура по инжинирингу.

Есть ли реальные шансы быстро организовать в РФ производство недостающих катализаторов? Ведь многие из них уже разработаны и производятся за рубежом. Какие шаги осталось сделать, чтобы наладить производство?

Крупные отечественные производства и российские властные структуры сегодня отлично понимают, что без решения проблемы испытания и сертификации катализаторов невозможно наладить их современное производство в РФ. Две компании уже высказали согласие на участие в организации испытательных станций, а затем и новых заводов. Оба производства планируют расположить в Сибири — в Омске и Томске. Объем вложений на создание наиболее крупного катализаторного завода составит более десяти миллиардов рублей. Финансовую поддержку намереваются оказывать Внешэкономбанк и ГК «Роснано». На одном из них будут производить отечественные катализаторы для производства полиэтилена и полипропилена.

В настоящее время ученые Института катализа СО РАН заняты не свойственной для академических организаций задачей по подробному технико-экономическому обоснованию строительства катализаторных заводов. По их подсчетам, срок окупаемости составит пять-семь лет. Это связано с тем, что сами катализаторы относительно дешевы, а заводы, где их производят, напротив, довольно дорогие. Но прямые подсчеты окупаемости по принципу «вложил — выручил» в случае катализаторных производств явно не подходят. Ведь катализатор сам по себе товаром не является и его стоимость ничтожна по сравнению со стоимостью производимого с его помощью продукта. Катализатор — это главное средство получения конечного товара. Общий экономический эффект, который приносит производство катализаторов, колоссальный. Так, результатом проекта разработки катализаторов для нефтепереработки, выполненного Институтом катализа СО РАН вместе с его Омским филиалом (ныне — Институт проблем переработки углеводородов СО РАН) за три года (2003–2006 гг.) в рамках мегагранта на сумму 500 млн рублей стало увеличение производимой высоколиквидной углеводородной продукции на 8,5 млрд рублей. Иначе говоря, каждый рубль, вложенный государством в Институт катализа СО РАН, всего за три года принес в ВВП России 17 рублей дополнительного дохода.





Вопрос о том, следует ли университетам и институтам заботиться о том, чтобы самые квалифицированные специалисты оставались работать в России, с каждым годом приобретает все большую актуальность. С внедрением системы международных стандартов и рейтингов появилось мнение, что обучать кадры только для местных институтов не приличествует серьезному заведению с мировым именем, которое должно без оглядки на местные интересы сеять «разумное, доброе, вечное», укрепляя свою репутацию и занимая все более высокое место в Top-100.

Но глобальные рассуждения зачастую не совпадают с конкретными условиями на местах, а порой и противоречат им. Когда в лабораторию института приходит неопытный студент и включает прибор стоимостью почти \$100 тыс., а затем случайно ломает его, становится очень трудно согласиться, что такой уровень затрат имеет смысл ради обучения специалиста, который после окончания университета пойдет работать в зарубежную компанию. В таком случае вполне логично было бы получать из-за рубежа компенсации за «выращенных» для них специалистов.

В Новосибирском научном центре СО РАН академики, доктора наук, руководители институтов и лабораторий исторически уделяют очень много времени преподавательской работе в НГУ. Они читают лекции и спецкурсы, организуют новые кафедры и новые направления магистратуры, и все это уже более полвека делается практически бесплатно и только для того, чтобы в институты Сибирского отделения РАН приходили лучшие выпускники. Никакие мировые рейтинги не смогут заставить ученых отказаться от эффективной системы, изначально выстроенной именно таким образом самим организатором Сибирского отделения Академии наук и его первым председателем Михаилом Алексеевичем Лаврентьевым. А интеграцию в мировое научное пространство для развития отечественной науки все же предпочтительнее осуществлять, оставаясь в родных пенатах и публикуясь в иностранных журналах с высоким импакт-фактором.