

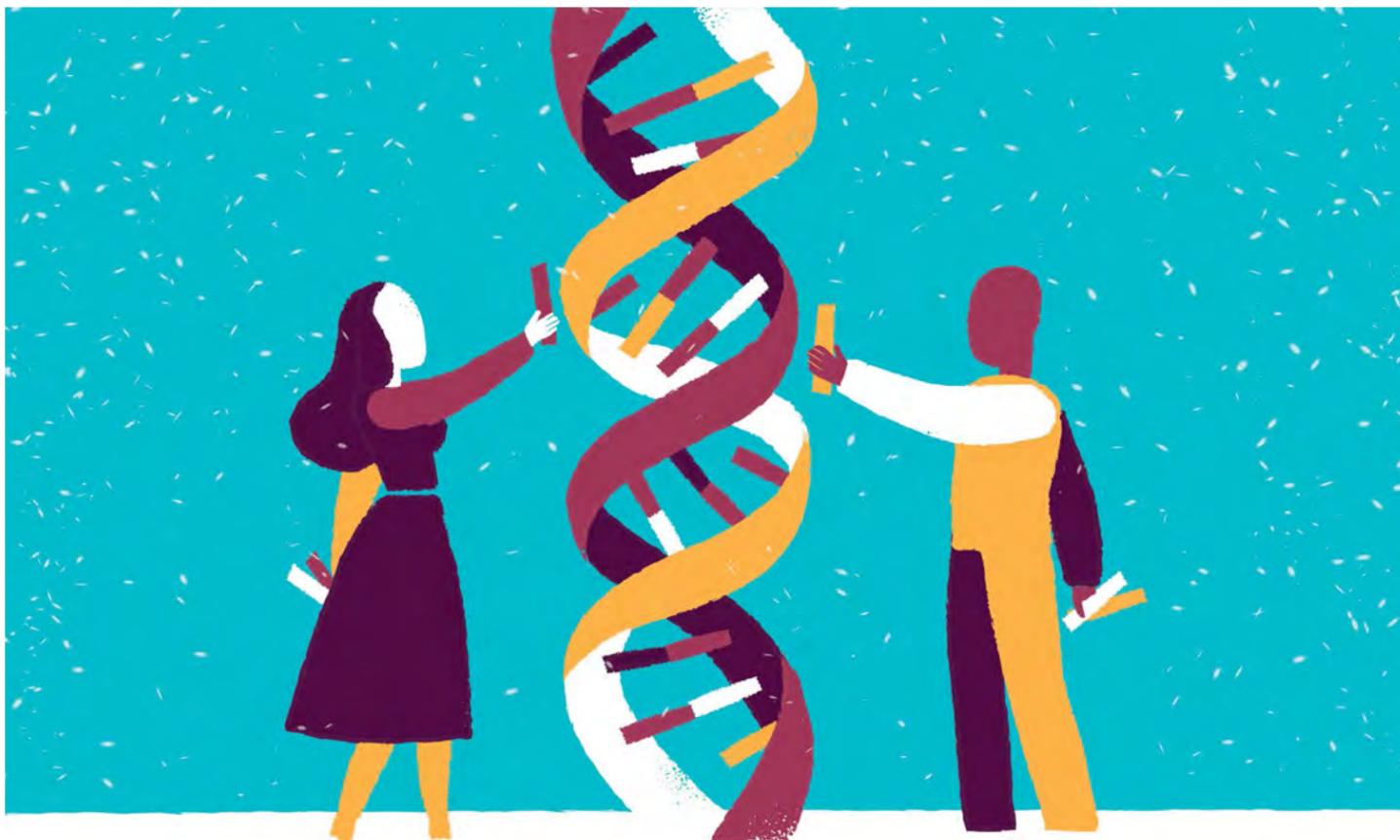


# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 17 января 2019 года • № 2 (3163) • 12+

## «Внутренний ремонт»

Сибирские ученые выявили новые механизмы, благодаря которым ДНК сохраняет свою структуру при оксидативном стрессе. Эти знания представляют огромный фундаментальный интерес, а кроме того, могут быть использованы для создания лекарств против рака и других болезней.



« Раньше считалось: в процессе репарации поврежденная ДНК просто переходит от одного белка к другому, как эстафетная палочка. Но нам удалось опровергнуть эту гипотезу. Оказалось, что белки, осуществляющие репарацию, находятся в достаточно интенсивных взаимодействиях на уровне хроматина в клеточном ядре.



Читайте на стр. 5

### Новости

## Сибирские ученые вошли в экспертный совет РФ по президентской программе

Российский научный фонд создал новый экспертный совет по Президентской программе исследовательских проектов, реализуемых ведущими, в том числе и молодыми учеными. Среди его членов – специалисты из СО РАН, Новосибирского государственного университета, Национального медицинского исследовательского центра им. ак. Е.Н. Мешалкина.

Новый совет будет осуществлять экспертное сопровождение мероприятий Президентской программы, в частности, конкурсов по поддержке инициативных

исследований молодых ученых, молодежных научных групп под руководством молодых лидеров, лабораторий мирового уровня и инфраструктурных проектов.

Членами нового экспертного совета РФ стали, в том числе и сибирские ученые: старшие научные сотрудники Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН доктора химических наук **Никита Александрович Кузнецов** и **Елена Юрьевна Рыкова**; ведущий научный сотрудник Института вычислительного моделирования СО РАН доктор физико-математических наук **Илья Игоревич Рыжков**; заместитель

директора Института физики прочности и материаловедения СО РАН доктор физико-математических наук **Евгений Викторович Шилько**; главный научный сотрудник Института биофизики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» доктор биологических наук **Екатерина Игоревна Шишацкая**; заведующий сектором Новосибирского государственного университета доктор исторических наук **Валентин Леонидович Портных**; ведущий сотрудник НМИЦ им. Е. Н. Мешалкина доктор медицинских наук **Александр Борисович Романов**.

Соб. инф.

### Дайджест

#### Новосибирск

Губернатор **Андрей Травников** побывал с рабочей поездкой в Научно-исследовательском институте фундаментальной и клинической иммунологии. Глава региона ознакомился с отделениями и лабораториями института, обсудил планы дальнейшего развития учреждения. В ходе рабочей поездки был представлен инновационный проект медицинского научно-исследовательского центра клеточной иммунотерапии и регенеративной медицины. Проект центра вошел в программу развития ННЦ «Академгородок 2.0». Предполагается, что в результате создания центра будет обеспечен быстрый переход фундаментальных исследований в практическую медицину, организовано новое наукоемкое производство персонализированных клеточных продуктов, развернуто оказание высокотехнологичных медицинских услуг в лечении онкологических, аутоиммунных и аллергических заболеваний.

#### Томск

Исследователи из Европы и США будут изучать пожары и ледники на станциях ТГУ: пять научных групп из Чехии, Швеции и других стран получили право на проведение исследований на станциях ТГУ «Актру», «Кайбасово» и «Ханымей» в рамках крупнейшего международного проекта INTERACT-II. В Сибири ученые планируют получить новые данные, которые помогут понять, как трансформируется климат планеты и какие изменения ожидают человечество в будущем.

#### Москва

РАН предлагает ведущим лицам и гимназиям сосредоточиться на одаренных детях. Российская академия наук и Министерство просвещения планируют передать около сотни ведущих школ из муниципального подчинения в региональное. По словам президента РАН **Александра Сергеева**, это необходимо, чтобы учителя смогли сконцентрироваться на работе с одаренными детьми, а не со среднестатистическими школьниками. Глава РАН уже обсудил эту инициативу с **Владимиром Путиным**.

#### Новосибирск

24 и 25 января в Новосибирске состоятся региональные отборочные соревнования «РобоФест – Новосибирск 2019» Всероссийского робототехнического фестиваля «РобоФест-2019». Организаторы ожидают, что в турнире примут участие более 200 школьников из Новосибирской области, Алтайского края, Иркутской, Омской и Томской областей. По итогам состязаний будут определены команды, которые смогут принять участие в FEST RUSSIA OPEN 2019 в Перми и во Всероссийском технологическом фестивале ProFest 2019 в Москве. Отбор будет производиться по направлениям: FRO 6+, FRO 9+, «Hello, Robot!» LEGO и др.

## «Гражданского общества не может быть слишком много»

Заместитель председателя СО РАН **Иван Валентинович Благодарь** — о роли общественности научного центра в реализации проекта «Академгородок 2.0».

— Иван Валентинович, насколько нам известно, мэрия Новосибирска готовит документы о создании общественного совета по развитию научного центра. Как вы относитесь к этой инициативе?

— Положительно. Мэрия — полноправный участник формирования «Академгородка 2.0», и очень правильно, что в этом процессе она опирается на авторитетных и активных жителей. Я знаю, например, что потенциальными участниками общественного совета при мэрии выступают видные ученые (в том числе раньше входившие в состав высшего руководства СО РАН), а также ветераны науки, представители неформальных объединений и ТОСов.

— Но ведь у «Академгородка 2.0» уже есть общественный совет, созданный по инициативе ассоциации «Союз НГУ»?

— Ну и что? Гражданского общества не может быть слишком много. Список общественных организаций Академгородка далеко не исчерпывается двумя вышеназванными советами. Есть, например, некоммерческое объединение «Дороги» во главе с глубоко уважаемым мной Львом Абрамовичем Шепелянским, за долгие годы сумевшее многого добиться по части решения транспортных проблем. Есть районный Ландшафтный совет, которым руководит Антон Германович Колонин — этой группе удастся аккумулировать инициативы, прежде всего, экологического направления и вести контроль состояния зеленой зоны Академгородка.

Не столь давно общественники обратились в администрации Советского района Новосибирска, чтобы обсудить социальную инфраструктуру «Академгородка 2.0». Дискуссия оставила у меня хорошее впечатление. Хотя программа развития социальной, транспортной и инженерной инфраструктуры Академгородка уже согласована президентом СО РАН и принята в работу правительством Новосибирской области, «поезд не ушел» — это гибкий и открытый документ. В него, по моему мнению, вполне может войти блок, который предложила депутат новосибирского Горсовета Наталья Ивановна Пинус — блок, посвященный сохранению и благополучию природы Академгородка, его рекреационного потенциала. Или еще одна точечная, но важная идея — уличные указатели с дублированием надписей на английском.

— В вашем ответе прозвучало слово «контроль». Вас не смущает, что некоторые общественники стремятся контролировать всё и вся? Ведь и в проектах документов нового общественного совета можно увидеть «...мониторинг исполнения постановления по соблюдению режима охраны объектов культурного наследия».

— Общественный контроль, за редкими исключениями, благовиден. Это та самая щука, которая не дает дремать условному карасю-чиновнику, удерживает его от непродуманных, сиюминутных, однобоких решений. Главное, чтобы и субъекты, и объекты контроля действовали в рамках законодательства. Что же касается статуса объекта культурно-

го наследия, присвоенного верхней зоне Академгородка, то он был конституирован, прежде всего, за счет инициатив и усилий общественников: они собирали подписи, рассылали письма, привлекали экспертов и так далее. Руководство СО РАН в своем обращении по вопросам развития социальной инфраструктуры «Академгородка 2.0» однозначно высказалось за сохранение статуса ОКН. И можно только заранее поблагодарить тех общественников, которые помогут нам предотвращать его явные нарушения.

— Вы участвовали в обсуждении вопроса о будущем статуса ОКН, даже о потенциальной возможности его отмены. Страсти накалились, оппоненты не всегда были корректны друг с другом. Могут ли общественники Академгородка в такой обстановке рассматриваться как единый партнер руководства СО РАН, правительства Новосибирской области и мэрии города?

— Скорее да, чем нет. Во-первых, общественные советы и группы заметно пересекаются по функциям и персональному составу, и поэтому не могут делиться на «правильные» и «не вполне». Во-вторых, в процессе обсуждений планов развития социального блока «Академгородка 2.0» общественники, можно сказать, обречены на согласие.

Дело в том, что интегральной «копилкой» для всех их инициатив и предложений (включая критические) становится уже созданная рабочая группа из представителей территориального управления Министерства науки и высшего образования РФ, правительства Новосибирской области, мэрии г. Новосибирска и Сибирского отделения РАН. В конце 2018 года на федеральном уровне под эгидой Минобрнауки и регионального правительства была сформирована межведомственная рабочая группа, куда помимо представителей Сибирского отделения РАН и местных властей вошли руководители ключевых департаментов ряда федеральных министерств. И тот, и другой органы призваны внимательно и взвешенно рассматривать все предложения, в том числе исходящие от общественности и жителей научного центра. А взвешенно — значит, и с учетом того, насколько та или иная идея «овладела массами», насколько стала популярной и приемлемой не только для ее авторов. Чем шире консенсус относительно некоторого предложения — тем выше шансы на его реализацию.

— Есть ли задача, особо приоритетная для совместного решения руководством Сибирского отделения РАН, властей и общественности?

— Конечно. Это задача кардинального обновления генплана Новосибирска — прежде всего, его южной и юго-восточной частей. Документ, формально действующий, безнадежно устарел по всем статьям, а попытки его модернизации отдельными муниципальными структурами не увенчались успехом: мы по-прежнему видим деревья вместо леса. Наши общественники, как показало общение с ними, вполне компетентны в вопросах градостроительства, архитектуры, транспорта и тому подобного. Они могут стать активным участником создания новой, по-настоящему современной концепции планировки «Академгородка 2.0».

Беседовал  
Андрей Соболевский

## Загрязнения с предприятий Кузбасса нашли в Томской области

На юге Томской области в составе снега присутствуют следы продуктов добычи угля. Они переносятся с воздушными потоками из Кемеровской области, как заключает группа ученых в статье, опубликованной в журнале «Оптика атмосферы и океана».

Обсерватория «Фоновая», где брали пробы снега, расположена на правом берегу реки Оби, в шестидесяти километрах к западу от Томска. Это «условно чистая» (фоновая) местность, она является отправной точкой, с которой сравнивают другие территории региона, где уровень промышленных загрязнений выше.

В составе исследуемого снега ученые обнаружили элементы-индикаторы, характерные для угледобывающих предприятий: иттрий, цирконий, стронций, торий, алюминий, фосфор, ванадий и лантан. «Вещества, найденные нами, составляют устойчивую группу — ассоциацию. Для ассоциаций характерно определенное соотношение элементов, которое существенно не изменяется, даже когда падает их концентрация. Если сравнивать эту группу в источнике загрязнения (продуктах добычи угля) и в снеге, то корреляция между ними будет высокой», — говорит старший научный сотрудник Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН кандидат физико-математических наук Денис Валентинович Симоненков.

С помощью статистической модели воздушного переноса исследователи

увидели, что в зимний период на территории станции доминируют южные ветры. Это позволило предположить, что вредные элементы попадают сюда с угольных предприятий Кемеровской области, находящихся к югу от Томского региона.

«В окружающую среду микроэлементы поступают в составе аэрозолей, пылевых частиц разного размера. При дыхании они могут оседать в легких и быть опасными для здоровья. Когда добывается уголь в карьере, пылевые облака могут распространяться на сотни километров. Конечно, для Томской области это не самое главное загрязнение, так как его доля пропорциональна расстоянию до источника. Однако фоновый район показывает, что существует перенос вредных веществ через границу территорий, и это нужно учитывать. В докладах департаментов областей, которые занимаются экологией, уже появляется такой пункт как анализ трансграничного переноса загрязнений», — поясняет доцент кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета кандидат геолого-минералогических наук Анна Валерьевна Таловская.

Статья «Оценка влияния метеорологических и орографических условий на аэрозольное загрязнение снежного покрова на юге Томского региона», Белан Б.Д., Бучельников В.С., Лысова В.Ф., Симоненков Д.В., Таловская А.В., Тентюков М.П., Язиков Е.Г. // «Оптика атмосферы и океана». № 6, 2018 г.

Соб. инф.

## У пациентов с лимфомой Ходжкина наблюдается снижение плотности костной ткани

В результате обследования 74 человек с диагностированной лимфомой Ходжкина, выяснилось, что почти у половины из них наблюдается уменьшение плотности костной ткани. Процесс может быть следствием как самого заболевания, так и приема препаратов во время лечения. Новосибирские медики планируют выяснить роль каждого фактора в снижении плотности костной ткани и разработать клинические рекомендации для предотвращения развития этого процесса.

Сотрудники Новосибирского государственного медицинского университета и НИИ клинической и экспериментальной лимфологии — филиала ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» провели обследование 26 мужчин и 48 женщин в возрасте от 19 до 72 лет, с разными сроками от дебюта лимфомы Ходжкина. Выяснилось, что больные, получавшие комбинированную химио- и лучевую терапию, чаще демонстрировали снижение минеральной плотности костной ткани в сравнении с пациентами, которым проводилась только химиотерапия. Однако если в состав препаратов последней входили глюкокортикоиды (стероидные гормоны), это тоже отрицательно влияло на костное ремоделирование (обновление коллагена в кости, устранение микротрещин, поддержание механических свойств коллагена и костной ткани. — Прим. ред.) более чем у половины принимавших химическое лечение людей.

«Лучевая терапия, прием цитостатических препаратов, глюкокортикои-

дов, возраст — решающие факторы развития остеопороза у пациентов с лимфомой Ходжкина. У людей старше 50 лет и у женщин в постменопаузе наиболее частая локализация остеопороза — шейка бедренной кости, а у лиц моложе 50 лет — поясничный отдел позвоночника. Если говорить о переломах, то они регистрировались у 10 % больных, чаще всего — шейки бедра», — отмечает ассистент кафедры терапии, гематологии и трансфузиологии Новосибирского государственного медицинского университета Мария Сергеевна Войтко.

Пики заболеваемости лимфомой Ходжкина фиксируются у людей 15–30 лет и старше 50, это сравнительно редко встречающаяся патология: в России регистрируется 2,1 случая на сто тысяч населения в год. При этом рак лимфатической системы — одно из немногих онкологических заболеваний с хорошими перспективами лечения.

«Пятилетняя общая выживаемость даже при распространенных стадиях лимфомы Ходжкина — 95 %. Однако отдаленные последствия противоопухолевой терапии, одно из которых — снижение минеральной плотности костной ткани, по-прежнему остаются серьезной проблемой для онкогематологического сообщества. Исследование будет продолжаться, после установления роли каждого фактора в снижении плотности костной ткани мы планируем разработать клинические рекомендации для наших пациентов», — объясняет Мария Войтко.

Соб. инф.

# Небесная карта города

Томские ученые обнаружили, что освещенные улицы могут зеркально отражаться в ночном небе — на облаках, состоящих из ледяных пластинок, образуя световую карту. Этот эффект практически не описан в литературе, однако основан на известном атмосферном явлении (том же, что вызывает световые столбы, возникающие над фонарями в морозные дни).

В Институте оптики атмосферы имени В.Е. Зуева СО РАН (Томск) круглосуточно наблюдают за видимой полусферой неба при помощи собственной разработки — панорамно-оптической станции (на ней установлена цифровая камера со сверхширокоугольным объективом «рыбий глаз», угол зрения которого составляет  $180 \times 180^\circ$ ). На серии ночных фотографий, сделанных станцией, ученые заметили необычные световые пятна, лучи и контуры разнообразной формы, которые назвали глифами (от греч. γλύφω — вырезать, гравировать).

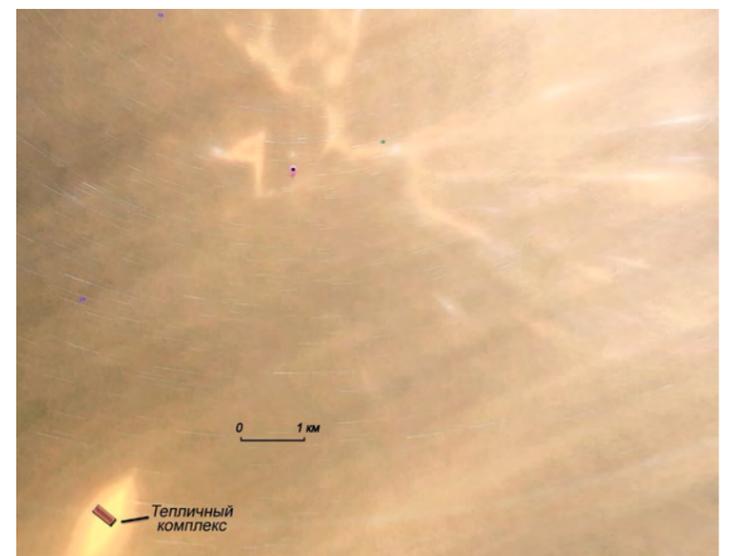
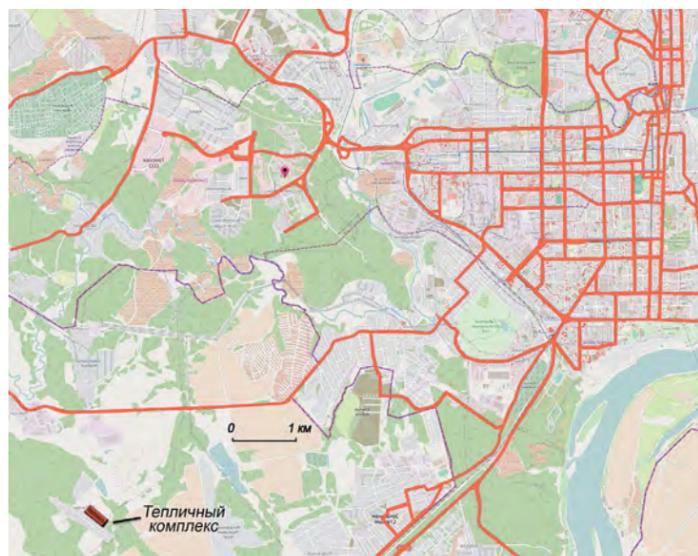
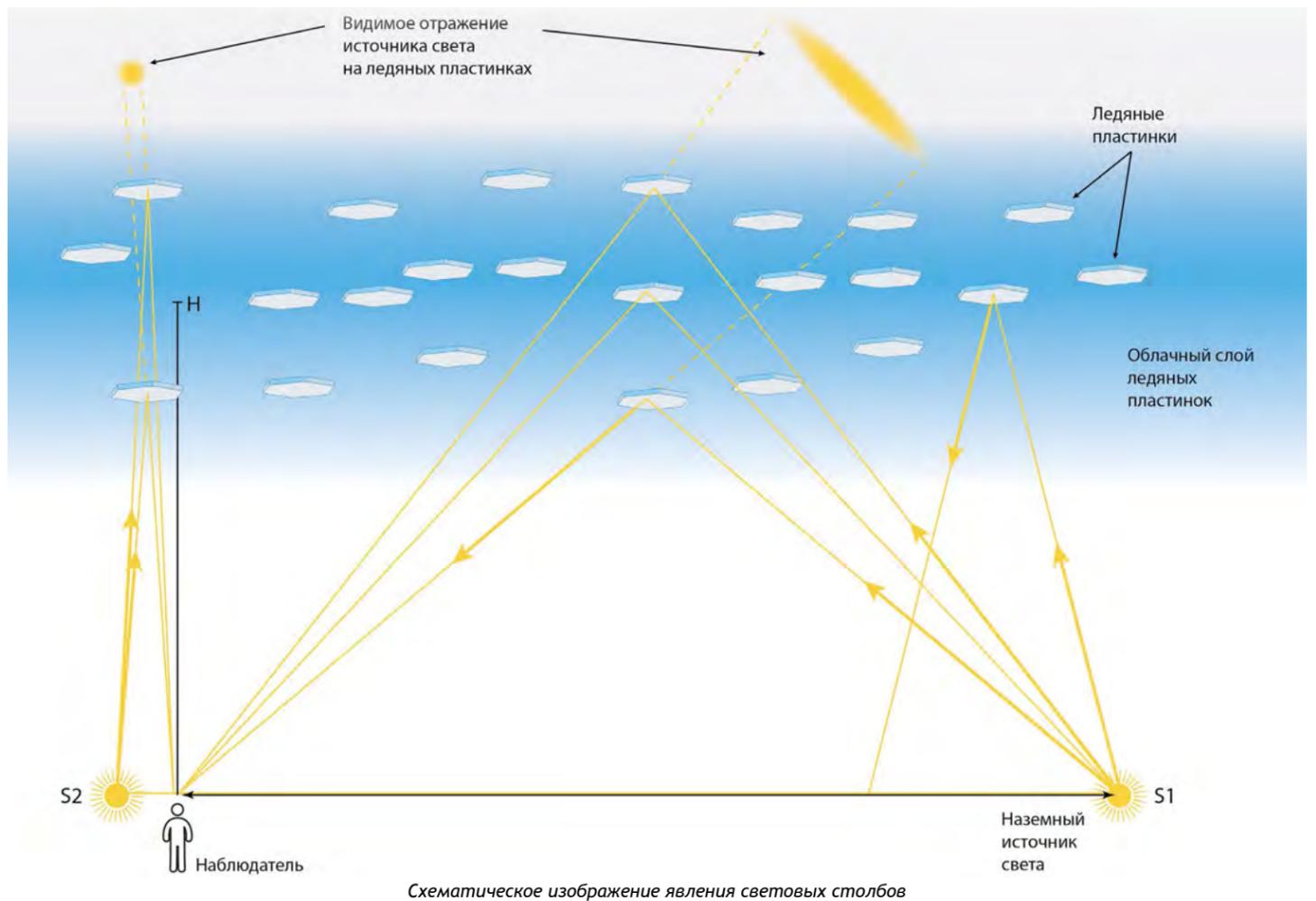
Исследователи предположили, что появление пятен света вызвано хорошо изученным природным явлением: взвешенные в атмосфере пластинки льда образуют зеркальный слой, который отражает свет, идущий от источников, находящихся на Земле, а также от Солнца и Луны. Шестиугольные ледяные пластинки могут возникнуть на высоте в несколько километров в перистых и перисто-слоистых облаках летом и в межсезонье, а зимой в наших широтах — на высоте от нескольких сотен метров в слоистых и слоисто-кучевых облаках. Оседая вниз под действием силы тяжести и набегающего воздушного потока, эти шестиугольники выровняются в горизонтальной плоскости — получается объемный отражающий слой. Так как свет отражают пластинки, расположенные друг над другом на разной высоте, мы видим столб света, если источник освещения находится достаточно далеко. Когда мы приближаемся к источнику света, столб превращается в пятно.

Изучив изображения ночного неба с глифами, ученые обнаружили световые столбы в западной части неба, над городом, а значит, в то время в небе как раз были горизонтально ориентированные пластинки льда. В пользу этого вывода свидетельствовали и атмосферные условия: на небе образовались перисто-слоистые облака, местами хорошо просматривались звезды, при этом облака находились на большой высоте, а на нижнем и среднем ярусах их не было.

*При достаточно низкой температуре зеркальный слой может образоваться у самой земли, тогда отражение становится хорошо заметно.*

*Например, многие видели световые столбы в зимнем небе над луной или заходящим солнцем, а особенно часто — над уличными фонарями.*

На снимках видно, что свечение не двигается относительно сторон света и высоты над горизонтом — это позволило наложить несколько фото друг на друга в графическом редакторе и в итоге получить еще более детальное и полное изображение. «Наше внимание привлек яркий блик необычной формы, напоминающий начертания цифры четыре. Мы сравнили изображение с картой района на «Яндекс Картах» и снимках Google Earth: эта четверка оказалась по форме очень похожей на пересечение улиц в томском Академгородке — проспекта Развития и улицы Кольцевой», — рассказывает старший научный сотрудник



Ученые сопоставили положение бликов в небе и выбранных на карте пунктов

ИОА СО РАН кандидат физико-математических наук **Виктор Петрович Галилейский**.

Затем на фотографии выбрали семь четко выраженных точек световых глифов, которые визуальнo соотносились с улицами на плане города (четыре точки соответствовали фигуре в форме цифры 4). Сопоставив положение бликов в небе и точек на карте, ученые вычислили, на какой высоте должен находиться зеркальный слой, если предположения правильные и в небе действительно отражаются именно эти улицы. Используя полученное значение высоты, они сравнили расположение других отражений и точек на карте. В результате расчетов оказалось, что исследователи не ошиблись: глифы соответствуют улицам на карте, а самый яркий блик, который привлек внимание к феномену, — большому тепличному комплексу в селе Трубачёво, примерно в шести километрах от места расположения оптической станции.

Ученые не нашли описание этого явления в литературе, за исключением одного случая, когда световая карта мест-

ности была замечена в небе над Финляндией. Между тем сотрудники ИОА СО РАН теперь часто наблюдают глифы на ночном небосводе. Однажды панорамно-оптическая станция сделала снимки световых столбов, появившихся на высоте всего около 270 метров, так что были видны не только улицы, но и отдельные фонари. «Зеркальное отражение можно наблюдать, просто посмотрев вверх в темное время суток, но, как правило, человек замечает лишь отдельные световые пятна и не обращает на них внимания. Однако теперь, зная, что именно обычно отражается на небе в районе Томска, многие, например, видят отражение тепличного комплекса», — поясняет Виктор Галилейский.

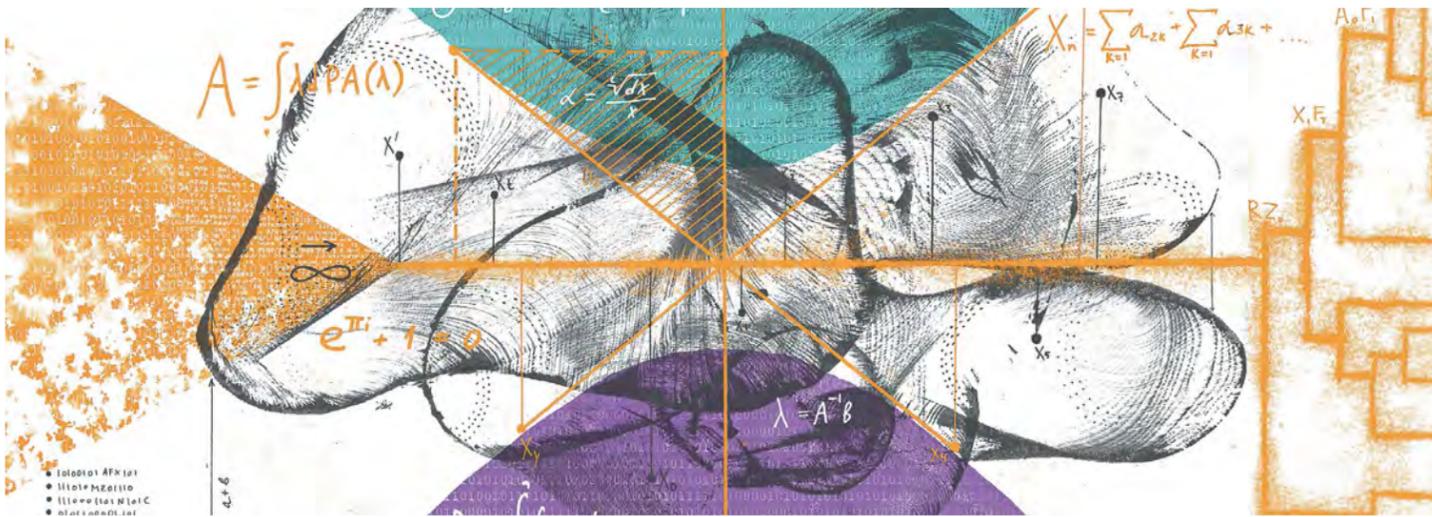
Зафиксированные в первый раз глифы, скорее всего, нельзя было заметить невооруженным глазом: свечение было немногим ярче остального неба, а сфотографировать его позволила съемка с длинной выдержкой (30 секунд).

По словам ученых, этот эффект служит индикатором для диагностики состояния атмосферы и ее аэрозольно-

го состава наряду с другими атмосферно-оптическими явлениями, такими как гало, радуги или венцы. «Отслеживать появление зеркального слоя в атмосфере в Томске оказалось проще всего по характерному глифу в виде цифры четыре. На основании данных о его размерах и положении в небе можно делать выводы о поведении облачного слоя. Например, раздвоение контура четверки свидетельствует о двойном зеркальном слое, а смещение изображения во времени относительно зенита — об изменении высоты облаков», — говорит участник исследования сотрудник ИОА СО РАН **Александр Михайлович Морозов**.

*Материал подготовлен на основе статьи «Наблюдение зеркального отражения освещенной подстилающей поверхности облачным слоем из ледяных пластинок» в журнале «Оптика атмосферы и океана» (2017. № 1. С. 88–92. А.М. Морозов, В.П. Галилейский, А.И. Елизаров, Д.В. Кокарев).*

**Александра Федосеева**  
Фото предоставлены группой панорамно-оптической станции ИОА СО РАН



## Как нам мобилизовать вычислительные науки и технологии?

Объявленная в нашей стране стратегия научно-технологического прорыва предполагает в 2024 году построить цифровую экономику, качественно поднять производительность труда и ВВП, укрепить национальную безопасность. Мы наблюдаем в мире невиданные темпы технологического развития, которое является следствием новых научных достижений.

При всей гармоничности фундаментальных направлений в XXI веке нельзя не видеть движущую силу математики, роль которой кардинально возросла после появления многопроцессорных суперЭВМ. Массовый доступ к компьютерным центрам с облачными технологиями делает обыденным изучение непознаваемых ранее процессов и явлений, связанных и с фундаментальными исследованиями, и с производствами, и с социальными сферами.

Математика представляет собой многоликую структуру, включающую теоретические и прикладные направления, вычислительную математику и моделирование, системное и прикладное программирование, а также математические основы искусственного интеллекта, работы с большими данными, технологии знаний и компьютерных архитектур. Среди такого разнообразия на первое место выходит математическое моделирование технических, естественных или социальных проблем: производства металла и новых материалов, транспорта и машиностроения, природных или техногенных катастроф и так далее. Рассматриваемые дисциплины составляют единую математику: теоретические исследования являются базой для вычислительных алгоритмов и технологий, реализуемых в программном обеспечении суперкомпьютеров, на которых проводятся расчетные эксперименты по решению фундаментальных и прикладных задач. Такой симбиоз представляет собой дорогу с двусторонним движением. Фундаментальные результаты являются источником для прикладных изысканий, а информационные технологии и искусственный интеллект совершенно меняют характер работы исследователя.

Миссия моделирования выступает в качестве главного проводника фундаментальных идей в естественные и технические науки, в производство, природопользование и гуманитарные сферы. В определенном смысле математизация сродни лимфатической, кровеносной и нервной системам, питающим и поддерживающим все жизненно важные органы человека. Счастливым обстоятельством здесь является универсальный язык математики, который дает нам ключи сначала к познанию, а затем — к управлению процессами и явлениями.

Наглядно видны три источника и со-

ставляющие части математического моделирования. Первая — это высокопроизводительные вычисления с распараллеливанием алгоритмов: это и наука, и технологии, и искусство программиста. Вторая часть заключается в хранении, обработке и передаче данных, в борьбе с коммуникационными потерями, которые замедляют расчеты и являются очень энергозатратными. Третья составляющая моделирования — это искусственный интеллект, включая автоматизацию построения алгоритмов и их отображение на архитектуру ЭВМ. При решении математических задач возникает необходимость выполнения операций, не связанных с арифметическими действиями и производящихся на основе когнитивных принципов и онтологий. Умная система должна иметь базы знаний, языки естественного типа, средства анализа, инструменты для выбора методов и построения дружественного пользователям интерфейса.

Разработка прикладного программного обеспечения (ППО) для решения задач моделирования имеет многолетнюю историю, и в мире накопилось огромное количество продуктов, представляющих неоценимый потенциал. Однако с появлением многопроцессорных суперкомпьютеров и актуальных сверхбольших задач постиндустриализация привела ко всеобщему кризису программирования. Увеличение производительности труда программиста катастрофически отстает от стремительного ускорения ЭВМ. А глобализация моделирования требует огромных объемов ППО и перехода на новую парадигму программирования.

Традиционно определяется три типа ППО: прикладные программные комплексы (ППК), библиотеки программ, технологические инструментари. Тенденцией последних десятилетий является переход к концепции интегрированных вычислительных окружений (ИВО), то есть к созданию открытой инструментальной среды, ориентированной на построение вычислительных моделей, алгоритмов и технологий, классифицированных по всем основным стадиям моделирования самых разных процессов и явлений. ИВО предназначено как для разработчиков ППО, так и для широкого круга конечных пользователей с разнообразной профессиональной подготовкой. Концепция ИВО является двух-

целевой: с одной стороны, это комплекс средств для качественного роста эффективности труда разработчиков математического и программного обеспечения, а с другой — инструментальный ящик для оперативной сборки и эксплуатации высокопроизводительных конфигураций ППК из готовых блоков. Архитектурно ИВО представляет собой совокупность подсистем, каждая из которых отвечает за свою стадию и связана с остальными посредством согласованных структур данных. Все технологические стадии машинного эксперимента состоят из ограниченного набора: геометрическое и функциональное моделирование, построение сеток, аппроксимация исходных уравнений, решение алгебраических задач, постобработка и визуализация численных результатов, методы оптимизации для решения обратных задач, управление вычислительным процессом, система принятия решения по итогам расчетов. Каждый из восьми перечисленных блоков представляет собой реализацию содержательного направления вычислительной математики, и ни один из компонентов не может быть изъят из технологической цепочки моделирования.

Принципы построения ИВО формулируются следующими положениями: гибкая расширяемость состава моделей и методов, адаптируемость к эволюции компьютерных архитектур, переиспользование внешних программных продуктов, открытость к участию разных групп разработчиков. Эти требования призваны обеспечить длительный жизненный цикл проекта, а также эффективность, универсальность, высокую производительность и технологичность эксплуатации создаваемого наукоемкого программного обеспечения.

Мы видим, что цивилизованный мир устремился в гонку научно-технического прогресса, который в ближайшем историческом будущем приведет к гигантскому усилению разрыва в экономическом уровне между передовыми и слаборазвитыми странами. Российская Федерация объявила программу стратегического прорыва, нацеленную на вхождение в группу передовых государств. Образно говоря, мы обязаны попасть в бизнес-класс отчаливающего в будущее нового Ноева ковчега.

Предстоящие капитальные преобразования хозяйственной и общественной

жизни требуют огромных объемов ППО, стоимость создания которого не меньше расходов на техническое оборудование. Супервычисления и моделирование — это сфера, требующая значительных вложений, но здесь как раз цель оправдывает средства. Далеко не каждая страна способна создать полноценную индустрию суперкомпьютерного математического и программного обеспечения. Именно благодаря уровню российских научных школ наша страна это сделать может. При обсуждении планов реорганизации управления развитием вычислительных наук и технологий очень полезно осмыслить опыт передовых стран. В 2013 г. в Германии сформирована программа по супервычислениям, базирующаяся на консорциуме из 40 институтов и трансформирующаяся сейчас в мегапроект с партнерами из Франции и Японии. Аналогичные инновационные процессы идут в США, Китае и других странах.

В РФ имеется много официальных органов, призванных к управлению наукой и технологиями: РАН, Министерство науки и высшего образования, Министерство цифрового развития, связи и коммуникаций, Совет по науке и образованию при Президенте РФ, Фонд перспективных исследований, Агентство стратегических исследований, Фонд «Сколково» и другие. Однако цельной концепции и стратегии по программному обеспечению суперкомпьютерного моделирования нет (как говорится, у семи нянек дитя без глаза). Здесь нужна объединяющая вертикаль, включающая и академическую науку, и систему подготовки кадров, и организации-разработчики производственного программного продукта. Важная проблема — это формирование инфраструктуры для сопровождения, эксплуатации и поддержки огромного объема программного обеспечения нового поколения. Международная практика подсказывает, что нужно организовывать ассоциации разработчиков и пользователей программного обеспечения с участием представителей государственных и частных корпораций, которые призваны стать главными заказчиками и заинтересованными сторонами.

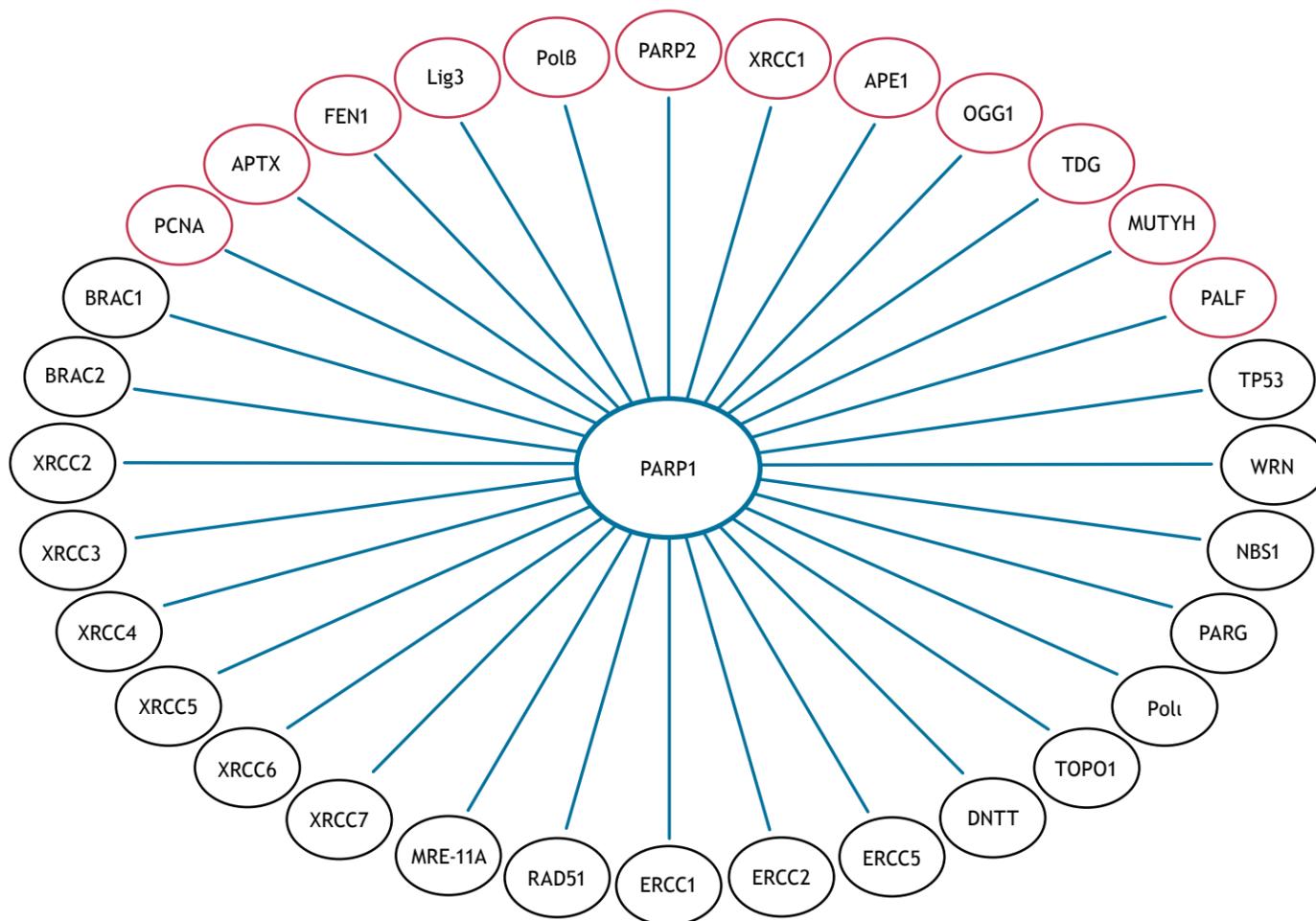
Целесообразно создать российский фонд алгоритмов и программ с целью межведомственной координации разработок ППО и широкого внедрения компьютерного моделирования в отраслевых сферах. Перефразируя известное изречение, можно утверждать — государство, которое не может прокормить свою науку, будет кормить чужую. Наша страна тратит огромные средства на подготовку квалифицированных кадров, лучшие из которых затем успешно служат во славу зарубежных университетов и промышленных компаний.

Предстоящие годы поистине должны стать судьбоносными для российской науки и для вычислительно-информационных технологий. Формируются национальная программа по цифровой экономике и проект «Наука», обсуждается грандиозная программа «Академгородок 2.0» в Новосибирске. Выполнение задуманных масштабных планов требует мобилизации значительных сил страны, но она очень своевременна и неизбежна. Создание информационно-технологического щита — это проблема национальной безопасности, сродни атомному и ракетному проектам, реализация которых обеспечила миру достаточно устойчивое развитие.

**В.П. Ильин, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ИВМиМГ СО РАН, профессор НГУ**  
Иллюстрация Ольги Посух

# «Внутренний ремонт»

Ученые из Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН выявили новые механизмы, благодаря которым ДНК сохраняет свою структуру при оксидативном стрессе. Эти знания представляют огромный фундаментальный интерес, а кроме того, могут быть использованы для создания лекарств против рака и других болезней.



— белки, отвечающие за репарацию оснований

Белок PARP1 взаимодействует со многими белками, участвующими в репарации ДНК

В день на одну клетку приходится около миллиона повреждений структуры ДНК. Она может страдать от оксидативного стресса, стресса из окружающей среды (ультрафиолета, космического излучения). Кроме того, в повреждения ДНК вносит вклад воздействие некоторых веществ, например возникающих при сгорании топлива, курении. Сами по себе эти вещества могут быть нейтральными, но, воссоединяясь в клеточной среде с окислительными формами кислорода, они приобретают реакционную способность и присоединяются к ДНК, тем самым искажая ее структуру. Каждое из описанных типов повреждений исправляется специальными механизмами репарации (их много — шесть основных и несколько дополнительных), привлекающими разные ансамбли белков.

«В нашей лаборатории мы занимаемся системами репарации, которые сопротивляются оксидативному стрессу. Он естественен для клетки, поскольку происходит из-за идущих в ней метаболических процессов; возникающие во время таких процессов активные формы кислорода повреждают ДНК, — рассказывает заведующая лабораторией биоорганической химии ферментов ИХБФМ СО РАН член-корреспондент РАН Ольга Ивановна Лаврик. — Благодаря гранту РФФИ мы выполнили объемные исследования этой системы, изучили ее у человека, а также у голубого землекопа в сравнении с мышью. Нас интересовало, как работает белковая машина, осуществляющая репарацию повреждений ДНК».

Раньше считалось: в процессе репарации поврежденная ДНК просто перемещается от одного белка к другому, как эстафетная палочка. Но сибирским ученым удалось опровергнуть эту гипотезу. Оказалось, что белки, осуществляю-

щие репарацию, находятся в достаточно интенсивных взаимодействиях на уровне хроматина в клеточном ядре. То есть они как бы заранее собраны в преформированный комплекс. Это обеспечивает скорость реагирования: как только ДНК повреждается под действием оксидативного стресса, комплекс мгновенно реорганизуется, и на повреждение «усаживаются» уже целевые белки, непосредственно участвующие в репарации повреждения. «Представляет большой интерес ответить на вопросы, как именно в клеточном ядре передается сигнал о повреждении ДНК и как происходит последующая реорганизация белковых машин, ответственных за репарацию», — говорит Ольга Лаврик.

*Процесс восстановления структуры ДНК после воздействия оксидативного стресса проводит система репарации оснований. Именно основания, «торчащие» из структуры ДНК, прежде всего подвергаются окислению. Затем они удаляются из ДНК, и структура восстанавливается до исходной последовательным действием нескольких ферментов и белковых факторов.*

Один из важнейших регуляторов процесса репарации был открыт довольно давно. Речь идет о ферменте поли(АДФ-рибоза)-полимераза (PARP1), который является специфическим для клеток всех высших организмов, в том числе и человека. Сибирские ученые установили его необычные функции в процессе репарации. Они показали: PARP1 взаимодействует со структурами ДНК, обра-

зующимися при оксидативном стрессе, и регулирует активность отдельных белков репарации. Кроме того, он участвует в создании специфической среды, которая организует в единую функциональную систему поврежденную ДНК и белки, восстанавливающие повреждения. «PARP1 синтезирует протяженный полимер — поли(АДФ-рибозу), который организует комплекс белков и поврежденной ДНК в единую структуру — компартмент, представляющий собой что-то вроде сетки. В такой структуре белки оказываются вблизи повреждений ДНК. Мы считаем, что этот супрамолекулярный комплекс необходим для эффективной репарации, и нам впервые удалось его детектировать методом атомно-силовой микроскопии», — говорит исследовательница.

В лаборатории биоорганической химии ферментов ИХБФМ СО РАН работают и с другой системой восстановления структуры ДНК, которая удаляет объемные повреждения, возникающие под действием УФ-облучения либо химиотерапевтических препаратов. «Считается, что это совершенно другой комплекс белков, но оказалось, что белки репарации, относящиеся к одному механизму, могут участвовать и в других. То есть они бывают взаимозаменяемыми, прослеживается их миграция внутри ядра», — отмечает Ольга Лаврик.

Исследования механизмов репарации очень важны для медицины — практически все белки, задействованные в этом процессе, являются мишенями для создания лекарств. Например, с их помощью подавляется развитие раковых клеток. Сегодня ученые пытаются найти универсальный ингибитор, способный подавить сразу несколько процессов репарации (и такой мишенью как раз может являться поли(АДФ-рибоза)-поли-

мераза). Кроме того, ведутся поиски более специфических белковых мишеней, отвечающих только за определенные механизмы «починки». И здесь не обойтись без фундаментальных исследований. «Ингибиторы некоторых ферментов репарации в нашем институте уже созданы и находятся в доклинических испытаниях. Мы надеемся, что в ближайшем будущем нам удастся получить достаточное финансирование для их клинических испытаний, — рассказывает Ольга Ивановна. — Такие препараты могут использоваться в качестве сопутствующей терапии (наряду с химио- и радио-) и улучшать лечение какого-то определенного типа рака. В основном наши ингибиторы были получены синтетическим путем с использованием в качестве предшественников биологически активных природных соединений. Этот цикл работ мы выполнили совместно с отделом медицинской химии Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, которым руководит профессор, доктор химических наук Нариман Фаридович Салахутдинов.

*Сегодня изучение процессов репарации идет двумя путями. С одной стороны, их исследуют на уровне клеток, с другой — реконструируют работу сложных репарационных машин биохимическими методами. Во втором случае эксперименты проводятся с поврежденной ДНК и белками в пробирке, что позволяет исследовать детали происходящих превращений. Сейчас эти два подхода как бы движутся навстречу друг другу, но до полного сближения еще далеко. Однако если удастся к нему прийти, то ученые получат возможность описать, как работают сложные клеточные процессы.*

Кроме того, в ИХБФМ СО РАН синтезируются и исследуются синтетические аналоги нуклеиновых кислот, их предполагается использовать в качестве возможных терапевтических препаратов для доставки в клетки и организмы. Эти аналоги представляют собой фрагменты ДНК и РНК, поэтому также имитируют поврежденные нуклеиновые кислоты. В клетке они с неизбежностью взаимодействуют с белками, участвующими в восстановлении ДНК, и с РНК-связывающими белками, которые также играют важную роль в процессах репарации. «Модифицированные нуклеиновые кислоты являются прекрасными кандидатами для модуляции активности систем репарации при лечении рака. Это направление активно развивается в мировой науке. Новые аналоги нуклеиновых кислот синтезируются и в различных лабораториях нашего института, в том числе в лаборатории директора члена-корреспондента РАН Дмитрия Владимировича Пышного, — говорит Ольга Лаврик. — Это направление мне представляется перспективным. ИХБФМ СО РАН может стать абсолютным лидером в области исследования взаимодействия «терапевтических» нуклеиновых кислот с системами репарации и в разработке препаратов на их основе. Мы надеемся, что это направление будет поддержано как на уровне института, так и финансированием ведущих российских фондов, таких как РФФИ и РФФИ».

Диана Хомякова  
Схема предоставлена О.И. Лаврик;  
иллюстрация на обложке:  
Vectorarte / Freepik

# Можно ли говорить о психологии животных?

Способны ли наши кошки и собаки ревновать, обижаться, завидовать, а самое главное – любить? Насколько их поведение и характер зависят от эмоций хозяев? Обо всем этом мы поговорили с зоопсихологом, КМС по спорту с собаками и воспитательницей domesticированных лисиц аспиранткой ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» **Ириной Мухамедшиной**.

– Чем отличается психология животных от психологии человека?

– Как и психология, зоопсихология изучает психику, а не психологию. И это первый момент, за который многие цепляются, когда говорят, что такой науки быть не может. Чем отличается психика животных от человеческой? Если давать на этот очень общий вопрос очень общий ответ: условиями, к которым животное приспособлено, в которых оно живет и чувствует себя максимально комфортно и может действовать самостоятельно. Для животного – это естественная (природная) среда. Например, собакам и кошкам гораздо легче живется в деревне. В городе домашнее животное вынуждено принимать руководство человека, потому что оно от него зависимо и само не приспособлено к этой среде. Исключение – бродячие собаки, смогшие выжить, но и то в очень ограниченном ключе, поскольку они все-таки зависят от человека (хотя бы от его пищевых отходов).

– Могут ли животные ревновать, обижаться, завидовать, любить?

– Я могу ответить «да» только на последний вопрос. Хотя и здесь нужно определить понятие, что такое «любить». Когда я людям говорю, что да, животные тоже любят, просто это чувство у них другое, мне сразу задают вопросы: может быть, это привязанность, потребность в защите? И я не нахожу, что ответить, потому что нет математически точного определения, что такое любовь, ее каждый понимает по-своему.

– Ну, например, в интернете часто говорят: «Ваша кошка с вами только из-за еды»...

– Это не так. Сейчас расшифрую, что для них любовь и зачем им человек в принципе. Наверное, лучше начать с собак, потому что у волков, от которых они произошли, есть понятие о стае. Волки собираются вместе, чтобы выживать. Вместе легче – удобнее добывать пищу, можно защититься от врагов, есть какие-то взаимозаменяющие функции. И эта совместная деятельность – основа, на которой строятся их отношения, любовь, чувство привязанности друг к другу, личное узнавание. Поэтому неправильно считать, что собаке или кошке нужна только еда, и больше ничего. Просто их чувство привязанности менее эмоционально, чем человеческое. Если у нас много строится на эмоциях, то для животных они вторичны, а первично именно совместное выживание. Другая крайность – считать, что твой питомец настолько любит тебя, что душу отдаст. Те, кто так думают, очень часто ошибаются.



Например, если собака постоянно просит ласки, это может быть проявлением не столько любви, сколько созданной человеком потребности во внимании. Был такой случай: девушка устроилась на работу, стала сильно уставать, и ее кот начал сильно орать по ночам. Она пыталась давать ему еду, но это не помогало. Стали разбираться и выяснилось, что теперь она ему уделяет намного меньше внимания, чем раньше. Когда хозяйка стала его регулярно гладить, ночные концерты прекратились. Таких случаев много. И здесь дело не в животных, а в том, что люди показали: так правильно.

– Нередко приходится видеть, как кошка обижается, когда ты гладишь другого кота (и даже может вступить с конкурентом в драку). Если это не ревность, то что?

– Ревность, зависть у человека – это всё неуверенность в себе и сравнение себя с кем-то, убеждение: я хуже, чем вот этот второй, потенциальный. У животных такого нет. У них очень логично устроены отношения в стае, очень понятно распределены роли. Выполняющий свою роль – на своем месте. Если кто-то вдруг оказался бесполезным, чрезмерно агрессивным либо животных в стае стало слишком много, его просто могут выгнать. И выгоняют, и никто при этом не переживает: ни тот, кого изгнали, ни тот, кто изгнал. И никто не сравнивает себя с другими оставшимися в стае, лучше он или хуже – он просто уходит и приспосабливается жить без этой стаи или примы-



Ирина Мухамедшина

кает к другой. Всё просто, логично и без лишних эмоций. В описанном вами случае кошка может напасть на другого кота, например, если она будет воспринимать его как угрозу своим отношениям с хозяйкой. Они не сравнивают: ты его любишь больше, чем меня. Они как бы говорят: ты меня люби тоже (в том же объеме, что и раньше). Другое объяснение: второй кот нарушает привычный образ жизни. Кошки – одиночные звери, им строить отношения нелегко, и они этого не любят. Чужака легче всего прогнать, чтобы всё оставалось по-прежнему. К тому же кошка не понимает: почему, зачем здесь этот кот, когда он уйдет. Сама непонятность этой ситуации приводит к тому, что эмоции копятся, и нападение может быть просто нервным срывом. Тогда к ревности это точно не имеет никакого отношения и к зависти тоже.

– Чем опасно для нас наделять животных своими эмоциями и чувствами?

– Это мешает нам их понимать. Человеческое чувство любви подразумевает: если ты любишь, то не можешь причинить вреда. И когда человек считает, что кошка или собака любит его по умолчанию, то он совершенно не видит ее нервных состояний, которые могут быть опасны как для человека, так и для самого животного. Например, у меня в детстве была кошка, и так получалось, что мы ее систематически доводили, сами не подозревая об этом. Я пела, и в какой-то момент она прыгала мне на грудь, зацепляясь когтями за одежду. Она пыталась уstra-

нить источник звука, потому что это было очень громко и тонко и сильно било ей по нервам. Но мы об истинной причине не догадывались, веселились и вместо того, чтобы закалить ее нервную систему, во-первых, раздвигали ее постоянными «представлениями» (например, показывали их гостям), а во-вторых, сформировали у нее привычку так реагировать. Как-то раз я запищала, а кошка, прыгнув на меня, попала мне когтем в глаз. Всё закончилось хорошо – и для меня, и для кошки, хотя родители тогда даже серьезно думали о том, чтобы ее усыпить. Никто не ожидал от нее такого, хотя вела она себя очень логично и очень по-кошачьи. И если бы мы ее не очеловечивали, это было бы видно. Животные не могут нам сказать, что мы очень часто до предела нарушаем их границы, доводим их нервную систему до состояния накала. А потом происходят нервные срывы. С другой стороны, неправильно считать, что домашние животные – такие лютые звери и им нельзя доверять. Просто надо понимать: они другие. Принципиально звери испытывают всю ту же гамму эмоций, что и человек, но социальные нормы у них совершенно иные. Нам их понять возможно, а им нас – нет.

– Правда ли, что в процессе одомашнивания у животных появляются детские признаки (в том числе и в поведении)? Чем еще домашние животные отличаются от диких?

– Есть такая теория, что, действительно, одомашнивание идет по пути



продления детских чувствительных периодов, и зверь до конца не взрослеет. Что-то в ней есть, но здесь еще надо многое исследовать. На самом деле, если домашняя собака ведет себя как щенок, то у нее неизбежно возникнут проблемы с психикой. Скорее всего, она окажется слишком зависимой от человека, а значит, будет несамостоятельной, глупой и неуверенной в себе. Домашние животные отличаются от диких характером приспособления — тем, что гораздо легче принимают руководство человека, но это не значит, что они не взрослеют. Среди собак разных пород существуют огромные различия по способности понимать человека и добровольно подчиняться его воле. Например, немецкие овчарки пасли скот в очень тяжелых условиях — им приходилось защищать его и от животных, и от людей, и одновременно взаимодействовать с пастухом. Это сложная деятельность, требующая развития умеренной самостоятельности, способности подчиняться и умения понимать людей. В процессе селекции такие качества развились, и сейчас овчарка считается одной из самых умных и хорошо поддающихся дрессировке пород. А в случае с кане-корсо мне приходится больше идти ему навстречу, потому что он меня понимает хуже, чем овчарка.

— На каком уровне одомашнивания сейчас находится лиса?

— От собак и кошек она еще очень далеко. Ручные лисы отличаются тем, что у них в процессе селекции сформиро-

вался определенный вид реакций на человека — вилять хвостом и переворачиваться на спину. Это детские черты поведения. Когда так себя ведет взрослое животное, оно заискивает, а заискивает зверь, не очень уверенный в себе. У ручных и агрессивных лис разная психика. Агрессивные очень стабильны, обладают сильной нервной системой. У ручных внимание неустойчиво, а психика слишком подвижна. Это звери очень возбудимые и суетные. В то же время с ними проще найти общий язык, у некоторых из них (особенно у черных, которые дольше одомашнивались) заметно желание доверять человеку, и на нем можно выстраивать отношения. Это действительно база для домостикации, однако здесь приходится работать с их нестабильной нервной системой. Кстати, мне кажется, что по такому пути расшатывания психики пошли многие породы собак: любовь ко всем, нестабильная нервная система, повышенная возбудимость, внешнее дружелюбие, а внутри проблемы. Скорее всего, это происходит потому, что их разводят не для каких-то конкретных целей, а для красоты.

— В чем суть методики адаптивной зоопсихологии, и чем она принципиально отличается от традиционных методов дрессировки?

— Тем, что это не дрессировка принципиально. Адаптивная зоопсихология подразумевает не подавление животного, а изучение его потребностей, какие они есть, и попытку найти компромисс-

ное решение. Когда у животного наблюдается какое-то anomальное поведение, дрессировщик старается заставить зверя реагировать иначе. Мы же пытаемся понять, почему зверь так себя ведет и можно ли удовлетворить его потребность другим способом. Где-то надо поправить его нервную систему, где-то — изменить свой образ жизни. Это не приспособливание под зверя, это максимальная помощь ему приспособиться к тем условиям, в которых он живет. Адаптивная зоопсихология исходит из законов природы. Там anomального поведения просто нет, потому что оно противоречит законам выживания — например, всех драчливых изгоняют из стаи. В книге Конрада Лоренса «Агрессия (так называемое “зло”» высказывается следующая мысль: чем большим естественным оружием обладает зверь, тем больше у него развит механизм торможения, чтобы это оружие применять только по назначению и никак иначе. Ученый сравнивает голубей, помещенных в маленькое замкнутое пространство, с волками и львами в тех же условиях. Оказалось, что голуби сильно калечили друг друга в состоянии нервного срыва, хищники же оказались более сдержанными в состоянии стресса. У собак и кошек естественное торможение тоже есть, поэтому если они дерутся, это свидетельствует о каких-то проблемах с их психикой. Мой пес Фирин породы кане-корсо попал ко мне в возрасте полутора лет с судорожным синдромом. Бывшие хозяева хотели его усыпить. С помощью

методики адаптивной зоопсихологии удалось добиться того, что он стал очень спокойным, не дерется, не убегает, может контактировать с другими собаками, а самое главное — у него нет судорожных приступов, хотя я ни разу не применяла противосудорожных препаратов. Но для этого и мне пришлось поменять свой образ жизни, и его научить приспособляться и реагировать иначе. Я не заставляла, не использовала кнуты и пряники, а изменила именно свое отношение к происходящему. Как только это произошло, я увидела кучу возможностей помочь своему псу. Кстати, эта методика применима не только к собакам, но и к кошкам, лисам, волкам и даже к людям.

— Насколько эмоции хозяина влияют на то, каким в итоге будет животное? Можно ли сказать, что человек с определенными особенностями поведения любую собаку может довести до того, что она станет агрессивной?

— Не так однозначно. Собака зависит не только от хозяина, у нее есть и свои данные: генетика, порода, история до того момента, как она попала к этому человеку. В зависимости от этого степень подобных проблем будет выражена по-разному. Однако да, люди могут говорить: у меня ни с кем не было проблем, только с этой собакой. Но когда начинаешь разбираться, выясняется, что были, точно такие же, только проявлялись в меньшей степени. Животные не способны наши эмоции понять и переварить, вникнуть в их причины, и если наши эмоции запредельные, звери начинают переживать еще сильнее. Например, был такой случай: у одной дворняги случались судорожные припадки, они бывали с определенной периодичностью (раз в месяц или в два). В те дни, когда у него были приступы, пес очень всего боялся, метался, готов был вырваться из квартиры, а в другое время был вполне спокойным. Когда стали разбираться, выяснилось: как раз в периоды этих приступов у хозяйки были невероятные психологические перегрузки, которые выражались в депрессии, чувстве страха перед жизнью. То есть собака была настолько связанной с хозяйкой и зависимой от нее, что это сильно отразилось на ней, она будто бы паниковала: если тебе так страшно, что же с нами тогда будет? Хотя так, конечно, бывает далеко не во всех случаях.

— Как применять адаптивную зоопсихологию человеку, который не так хорошо знает законы животных?

— На самом деле, многие принципы адаптивной зоопсихологии понятны интуитивно. Когда начинаешь с людьми подробно разговаривать, они говорят: в принципе я так и думал, так и делал. Доверяйте своей интуиции и в то же время учитесь понимать зверей. Потому что настоящее доверие основано на понимании. Обманываться насчет зверей опасно и для человека (особенно если зверь серьезный), и для самого зверя. Что такое компромисс? Это когда два существа, между которыми есть некое расстояние, идут друг к другу, к чему-то общему, и взаимопонимание как раз возможно посередине. Благодаря работе с собаками я и сама стала увереннее в себе, преодолела многие свои страхи, научилась лучше понимать мир. Природу не изменишь. Если дождь льет, нельзя сделать, чтобы он перестал лить, но можно взять зонтик. Так и здесь. Бесплезно подчинять животных, их надо понимать — как и самих себя.

Беседовала Диана Хомякова  
Фото Елены Трухиной,  
Ольги Ивановой, а также  
предоставлено Ириной Мухамедшиной

Вниманию читателей «НвС»  
в Новосибирске!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9.00 до 18.00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГПУ, НГТУ, литературном магазине «КапиталЪ» (ул. Максима Горького, 78) и Сибирском территориальном управлении Министерства науки и высшего образования РФ (Морской пр., 2, 2-й этаж).

Адрес редакции:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, 17.  
Тел./факс: 330-81-58.

Мнение редакции может  
не совпадать  
с мнением авторов

При перепечатке материалов  
ссылка на «НвС» обязательна

Отпечатано в типографии  
АО «Советская Сибирь»:  
630048, г. Новосибирск,  
ул. Немировича-Данченко, 104.

Подписано к печати: 16.01.2019 г.  
Объем: 2 п.л. Тираж: 2 000 экз.  
Стоимость рекламы: 70 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати  
России, ISSN 2542-050X  
Подписной индекс 53012  
в каталоге «Пресса России»:  
подписка-2019, 1-е полугодие.  
E-mail: presse@sb-ras.ru,  
media@sb-ras.ru

© «Наука в Сибири», 2019 г.

## КОНКУРС

ФБГУН Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН объявляет конкурс на замещение вакантной должности научного сотрудника по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». Срок подачи документов — 2 месяца со дня опубликования объявления. Документы направлять в конкурсную комиссию по адресу: 630090, г. Новосибирск, проспект Ак. Лаврентьева, 6. Справки по тел. (383) 330-87-44 (отдел кадров). Объявления о конкурсе и перечень необходимых документов размещены на сайте института (iis@iis.nsk.su) и Президиума СО РАН (<http://www.sbras.nsc.ru>).

## ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года! И не забывайте подписаться сами. Стоимость полугодовой подписки — 200 руб.



По этой ссылке  
вы можете  
перейти на сайт  
«Науки в Сибири»  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

## ВОПРОС УЧЕНОМУ

### Почему в черной дыре должны остановиться часы?

Почему в черной дыре должны остановиться часы? Ведь это просто механизм, и их не движет время?

Отвечает научный сотрудник Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН кандидат физико-математических наук **Даниил Игоревич Колоколов**:

«Тело, свободно падающее под действием сил гравитации, находится в состоянии невесомости и испытывает действие только приливных сил, которые при падении в черную дыру растягивают объект в одном направлении, а в другом — сжимают (так называемая спагеттизация падающего). Величина этих сил растет по мере приближения к центру дыры. Поэтому любые объекты, в том числе и часы, будут разорваны.

Время в черной дыре действительно должно замедляться. Гравитационное замедление времени — это экспериментально наблюдаемое изменение темпа хода времени в гравитационном потенциале. Сложность в том, что время, измеряемое часами, не является, строго говоря, временем внешнего наблюдателя, так как наши часы тоже испытывают гравитационные силы Земли, Солнца и других объектов, а значит, и время тоже отчасти искажено. Однако именно такие тяжелые объекты как черные дыры, позволяют сравнительно легко наблюдать это искажение, поскольку их гравитация намного выше всей нашей звездной системы. Грубо говоря, чем более тяжелый и компактный объект, тем сильнее искажается пространство и замедляется ход времени. В предельном случае черной дыры время должно остановиться в принципе, а вместе с ним и часы.

Что на самом деле происходит внутри черной дыры со временем и пространством, не известно: после прохождения горизонта событий теряется любая информация об объекте, и теория квантовой гравитации так же еще не разработана».

### Как на ветках образуется снежная «синусоида»?



фото Галины Михайловой

Лес продолжает украшаться. Как могла образоваться такая снежная «синусоида»? За счет чего держится эта красота, крайне хрупкая на вид?

Отвечает старший научный сотрудник Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Томск) кандидат физико-математических наук **Сергей Васильевич Смирнов**:

«Это явление называется «снежная гирлянда». Такие фигуры образуют сцепленно-смерзшиеся снежинки на ветвях деревьев, в основном горизонтальных, и других выступающих предметах, зданиях. Гирлянды формируются, когда проходят обильные снегопады, при невысоких отрицательных температурах (не ниже -10 °С) и практически полном безветрии с последующим понижением температуры воздуха.

Слой пушистого снега удерживается за счет сцепления с шероховатой поверхностью и вертикальными ответвлениями ветки. Свисание гирлянды с ветки, как на фотографии, может происходить из-за неустойчивого положения слоя све-

жевыпавшего снега в виде снежной ленты, высота которой превышает ее ширину. Наклон и сползание такой ленты зависит от наличия точек жесткого сцепления (вертикальных сучков и веточек) и расстояния между ними. Если при свисании с ветки ленты-гирлянды сила сцепления между снежинками будет превышать силу тяжести, то гирлянда или ее часть может не разрушиться, а лишь провиснуть.

Образование подобных снежных гирлянд на ветвях деревьев зависит от сочетания определенных факторов, таких как интенсивность и продолжительность снегопада, состояние и структура выпадающего снега, температура и влажность воздуха и их изменение (чтобы дополнительно усилить сцепляемость снежинок за счет их смерзания и сублимации на них водяного пара), отсутствие ветра, положение и диаметр ветвей, наличие точек жесткого сцепления на определенном расстоянии друг от друга.

Было бы интересно смоделировать подобное явление, если этого еще никто не сделал».

## АНОНС

### Меняются расценки в издании СО РАН «Наука в Сибири»

Подписано распоряжение президиума Сибирского отделения РАН, согласно которому с 1 января 2019 года изменились расценки на публикацию материалов в издании СО РАН «Наука в Сибири», а также цена экземпляра газеты «Наука в Сибири» и полугодовой подписки в редакции издания.

#### Услуги по распространению газеты

1. Услуги по распространению газеты «Наука в Сибири:

а) через редакцию газеты, почтовые отделения связи России;

б) в розницу — 200 руб. за полугодие (редакционная цена, в т.ч. НДС: 10 %); цена одного экземпляра газеты — 11 руб.

Расценки на размещение информации в газете «Наука в Сибири» о конкурсах на замещение вакантных научных должностей, юбилейных материалов о выдающихся ученых СО РАН, траурных сообщений и некрологов

1. Информация о конкурсах на замещение вакантных научных должностей — 872 руб. (одно объявление: не более 1 000 знаков с пробелами; при превышении указан-

ного объема цена увеличивается пропорционально — по 87 руб. за каждые 100 знаков с пробелами).

2. Информация о выдающихся ученых СО РАН по поводу юбилеев, наградений и других событий (к юбилейным материалам относятся статьи, инфоповодом для опубликования которых является юбилейная дата, даже если в самом тексте отсутствует отсылка к юбилею — 3 344 руб. (одно объявление: не более 5 000 знаков с пробелами; при превышении указанного объема стоимость рассчитывается из расчета 70 руб. за один кв. см).

3. Информация по случаю смерти и ответы на соболезнования, публикуемые по просьбе организаций и отдельных граждан, — 3 344 руб. (одно объявление: не более 1 000 знаков с пробелами; при превышении указанного объема стоимость рассчитывается из расчета 70 руб. за один кв. см).

4. Некрологи (при превышении указанного объема стоимость рассчитывается из расчета 70 руб. за один кв. см):

а) одно объявление: не более 3 000 знаков с пробелами, с фотографией — 8 346 руб.;

б) одно объявление: не более 3 000 зна-

ков с пробелами, без фотографии — 6 691 руб.

Цены указаны с учетом НДС (20 %).

#### Расценки на размещение информации

1. Размещение в газете «Наука в Сибири» прочей информации (кроме научно-популярных материалов), подготовленной не сотрудниками редакции (информация отчетного характера с научных мероприятий; материалы, подготовленные в жанрах эссе, очерка, фельетона, мемуаров): 1 кв. см — 70 руб., одна газетная полоса, 1 026 кв. см — 71 820 руб:

— за повторную публикацию информации в двух-трех номерах газеты предоставляется скидка 50–75 %;

— за срочную информацию (кроме соболезнования), публикуемую по просьбе заказчика в ближайшие два-три дня, расценки повышаются на 100 %;

— при создании редакцией художественного оригинала информации (объявления) по письменной просьбе заказчика расходы за эти виды работ взимаются с заказчика в размере до 20 % стоимости заказа.

Цены указаны с учетом НДС (20 %).