



# Наука в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

17 мая 2018 года • № 18 (3129) • электронная версия: [www.sbras.info](http://www.sbras.info) • ISSN 2542-050X • 12+



**КАК ТЕРАГЕРЦОВОЕ  
ИЗЛУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВУЕТ  
НА ЖИВОЕ?**

**стр. 3**



**МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**АКАДЕМИК ДОБРЕЦОВ:  
ЗАМЕЧАНИЯ К ЗАКОНУ  
О НАУКЕ**

**стр. 5**



**НЕФОРМАЛЬНОЕ  
ЗНАКОМСТВО С  
АКАДЕМГОРОДКОМ**

**стр. 6–7**



## МЕЖДУ ЛЬДОВ

*Прогнозы о том, как будет меняться наш климат, зачастую противоречат друг другу. Что нас ждет: глобальное потепление или новый ледниковый период? Исследователи из лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН предполагают, что и то, и другое — только разных масштабов и в разное время.*

«Современный климат и природная среда окончательно сформировались в так называемый четвертичный период — этап геологической истории Земли, который начался 2,588 миллиона лет назад и продолжается по сей день. Этот период характеризуется чередованием ледниковых и межледниковых эпох. В определенные его этапы происходили мощные оледенения, когда ледниковые щиты толщиной до трех километров далеко продвигались на юг, в Западной Сибири они дотягивались приблизительно до Ханты-Мансийска, а в Европе — до 48-го градуса северной широты (Париж, Штутгарт). Москва и даже Киев стоят на ледниковых отложениях. Сейчас мы живем в теплую межледниковую эпоху, которая называется голоценом», — рассказывает заведующий лабораторией геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата ИГМ СО РАН, профессор НГУ доктор геолого-минералогических наук **Владимир Сергеевич Зыкин**.

Климат — одна из сложнейших систем на Земле. Он складывается из взаимодействия огромного количества факторов: солнечной активности, расположения материков и океанов, рельефа суши, альбедо (отражательной способности) Земли, изменения орбиты нашей планеты, вулканизма, содержания парниковых газов в атмосфере, а также, возможно, антропогенного влияния.

Когда появились первые более или менее достоверные данные о климате четвертичного периода, считалось: межледниковые эпохи продолжаются всего десять тысяч лет. Самая последняя из них — это голоцен, в котором мы живем. Он начался приблизительно 10 тысяч лет назад. В 1972 году известные американские палеоклиматологи **Джордж Кукла** и **Роберт Мэтьюз**, исходя из имеющихся в то время данных о продолжительности ледниковых и межледниковых эпох, обратились к президенту США **Ричарду Никсону** и сообщили, что голоцен, в котором человечество просуществовало 10 тысяч лет, заканчивается, и нужно готовиться к глобальному оледенению.

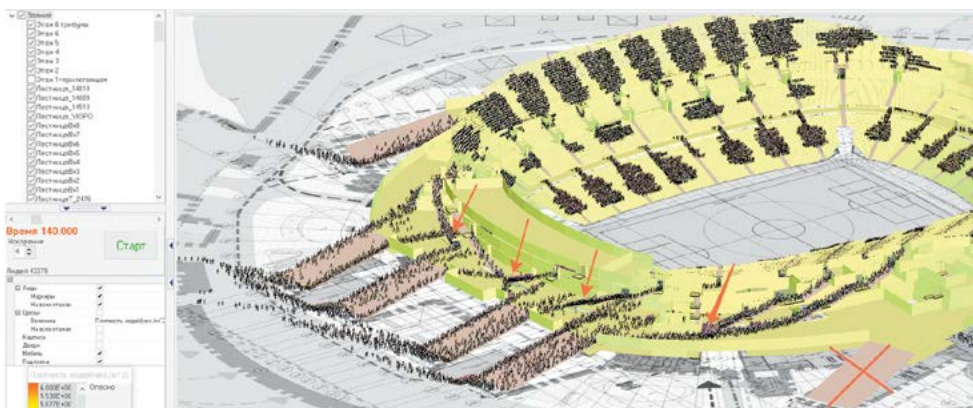
Сегодня чередование крупных ледниковых и межледниковых эпох объясняется орбитальной теорией, разработанной сербским исследователем **Милутином Миланковичем** еще в 1920-х годах, согласно которой эти процессы были связаны с изменением орбиты Земли при движении вокруг Солнца. Ученый рассчитал изменения орбитальных элементов и сделал приблизительный «график оледенений» в четвертичном периоде. Последователи Миланковича высчитали, что продолжительность голоцена должна составлять около 40 тысяч лет. То есть еще 30 тысяч лет человечество может спать спокойно.

Современная концепция орбитальной теории связывает изменения климата в прошлом с изменением инсоляции, поступающей на поверхность Земли. Это обусловлено колебаниями элементов орбиты с периодичностью 100 тысяч лет (удлиненность орбиты), 41 тысяча лет (наклон оси Земли к плоскости эклиптики) и 23 тысячи лет (прецессии земной оси). Однако для установления продолжительности ледниковых и межледниковых эпох на Земле эмпирических данных пока очень мало.

*Продолжение на стр. 4*



## КРАСНОЯРСКИЕ УЧЕНЫЕ СМОДЕЛИРОВАЛИ БЕЗОПАСНЫЙ ВЫХОД ИЗ КРУПНЫХ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ



Выход зрителей со стадиона «Фишт»

Ученые ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» разработали сценарии штатного и аварийного выходов людей со стадионов чемпионата мира по футболу – 2018 и объектов Универсиады-2019.

Скопление большого количества людей в тесном пространстве часто приводит к трагедиям. Например, в октябре 1982 года в конце футбольного матча на стадионе «Лужники» в Москве из-за давки погибло более 60 болельщиков. В марте того же года в Красноярске на центральном стадионе при выходе людей со стадиона после открытия Спартакиады РСФСР погибло несколько человек и пострадали более сотни зрителей.

Моделирование пешеходных потоков на объектах массового пребывания людей в тесном пространстве часто приводит к трагедиям. Например, в октябре 1982 года в конце футбольного матча на стадионе «Лужники» в Москве из-за давки погибло более 60 болельщиков. В марте того же года в Красноярске на центральном стадионе при выходе людей со стадиона после открытия Спартакиады РСФСР погибло несколько человек и пострадали более сотни зрителей.

Если «Радуга» — это новый объект, то дворец спорта — давно эксплуатируемый комплекс. На время универсиады будет создан внешний охраняемый периметр, которого никогда не было и который ограничит движение зрителей. Во избежание столпотворения было предложено сделать два выхода вместо заявленного организаторами одного. Однако даже в таком случае пропускная способность периметра будет меньше, чем самого стадиона. С учетом этого была предложена схема поэтапного выхода зрителей с трибун по секторам. Чтобы снизить опасность скопления людей, необходимо провести обучение и отретпировать поэтапный выход с персоналом и волонтерами. Такая схема обеспечит безопасное и комфортное перемещение людей по территории объекта.

В работе специалисты используют компьютерные модели и алгоритмы анализа поведения людей в различных ситуациях. Чтобы смоделировать пешеходные потоки на объекте и прилегающей территории, сначала создается трехмерная модель здания. Для каждого стадиона рассматриваются несколько сценариев — от штатного до критического, требующего экстренной эвакуации. Расчет можно определить, какое время потре-

буется для выхода или эвакуации людей при различной загрузке объекта и вариантах ЧС, оптимальные маршруты движения для групп, которые находятся в разных точках здания.

По словам исследователей, основные сложности возникают в узких местах — на входах и выходах, лестницах, объектах временной инфраструктуры, например возле фудкортов или торговых точек. «Важно правильно организовать пешеходные потоки и спланировать пути эвакуации при проектировании сооружения. В противном случае слабые места здания и прилегающей территории, выраженные в продолжительных скоплениях людей в узких местах, будут обнаружены в критический момент — при полной загрузке объекта, в экстренной ситуации».

Частично ошибки при проектировании можно исправить во время эксплуатации за счет организационных решений. Проверять эффективность предлагаемых мер нужно не на людях, а с помощью компьютерного моделирования», — подчеркнула старший научный сотрудник отдела информационно-телекоммуникационных технологий Института вычислительного моделирования ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат физико-математических наук Екатерина Сергеевна Кирик.

Одним из главных параметров при анализе поведения толпы является ее плотность. По рекомендациям, комфортная дистанция между людьми в зоне ожидания — чуть меньше одного метра, во время движения расстояние должно достигать двух-трех метров. Чем ближе друг к другу находятся люди, тем медленнее скорость потока. Критическая ситуация начинается при физическом контакте участников толпы. Ученые Института вычислительного моделирования ФИЦ КНЦ СО РАН считают, что применение компьютерного моделирования позволяет находить решения по обеспечению беспрепятственного движения людей как на стадии проектирования за счет объемно-планировочных решений, так и на стадии эксплуатации за счет технических и организационных средств.

Ранее красноярские ученые совместно с ООО «Зк-эксперт» выполнили моделирование пешеходных потоков по зданиям и прилегающим территориям стадионов «Зенит», «Спартак», «Казань Арена» и «Фишт», принимавших Кубок конфедерации ФИФА. Полученную информацию для объектов чемпионата мира по футболу 2018 года организаторы мероприятий применили на стадии проектирования или использовали, чтобы избежать столпотворений на уже имеющихся объектах. В последнем случае результаты моделирования помогли обучить персонал и волонтеров правильным действиям по управлению потоками людей.

Партнерами ИВМ СО РАН по развитию методов компьютерного моделирования пешеходных потоков и эвакуации являются Институт вычислительных технологий СО РАН и ООО «Зк-эксперт».

Текст и фото группы научных коммуникаций ФИЦ КНЦ СО РАН

## МИНОБРНАУКИ И ФАНО БУДУТ ПРЕОБРАЗОВАНЫ

15 мая президент России Владимир Владимирович Путин подписал Указ «О структуре федеральных органов исполнительной власти», согласно которому Министерство образования и науки Российской Федерации преобразуется в две структуры: Министерство просвещения Российской Федерации и Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Министерству просвещения Российской Федерации будут переданы «функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере общего образования, среднего профессионального образования и соответствующего дополнительного профессионального образования, профессионального обучения, дополнительного образования детей и взрослых, воспитания, опеки и попечительства в отношении несовершеннолетних граждан, социальной поддержки и социальной защиты обучающихся, а также функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере общего образования, среднего профессионального образования и соответствующего дополнительного профессионального образования, профессионального обучения, дополнительного образования детей и взрослых, воспитания», говорится в документе.

Министерству науки и высшего образования Российской Федерации будут переданы «функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования и соответствующего дополнительного профессио-

нального образования, научной, научно-технической и инновационной деятельности, нанотехнологий, развития федеральных центров науки и высоких технологий, государственных научных центров и наукоградов, интеллектуальной собственности (за исключением нормативно-правового регулирования вопросов, касающихся контроля, надзора и оказания государственных услуг в сфере правовой охраны изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, программ для электронно-вычислительных машин, баз данных и топологий интегральных микросхем, в том числе входящих в состав единой технологии, товарных знаков, знаков обслуживания, наименований мест происхождения товаров), в сфере социальной поддержки и социальной защиты обучающихся, молодежной политики, а также функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере высшего образования и соответствующего дополнительного профессионального образования, научной, научно-технической и инновационной деятельности, включая деятельность федеральных центров науки и высоких технологий, государственных научных центров, уникальных научных центров и установок, федеральных центров коллективного пользования, ведущих научных школ, национальной исследовательской компьютерной сети нового поколения и информационное обеспечение научной, научно-технической и инновационной деятельности».

Федеральное агентство научных организаций, согласно Указу, упраздняется, а его функции по нормативно-правовому регулированию и оказанию государственных услуг в соответствующей сфере деятельности, а также функции по управлению имуществом передаются Министерству науки и высшего образования Российской Федерации.

Соб. инф. по материалам kremlin.ru.

## АКАДЕМИАДА-2018

29–30 апреля в Доме физкультуры ННЦ прошла Академиада-2018 по настольному теннису.

В соответствии с программой этого спортивного мероприятия состоялись командный турнир и личное первенство в одиночном и парном разрядах. Кроме турнира в них приняла участие спортсмены Иркутского научного центра. Командное первенство оспаривали 16 команд. Хозяева в этом виде программы соревнований были представлены сборными командами научных подразделений ННЦ. В упорнейшей борьбе победа досталась команде Иркутского научного центра в составе: А. Сулико, П. Шубин, Е. Канашонок. Второе и третье места заняли команды Института математики им. В.С. Соболева СО РАН (А. Корюкин, В. Скороспелов, Н. Кочетова) и Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (К. Валов, Е. Каменский, Т. Жданова).

Звание чемпионки академиады в женском одиночном разряде завоевала Т. Карамышева (ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН»). Второе место досталось З. Соколовой (Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН). На третьем месте — Е. Канашонок.

Победу в мужском одиночном разряде одержал П. Шубин, опередивший своего напарника по команде А. Сулико,

занявшего второе место. Третье место в этом виде завоевал А. Корюкин.

В мужском парном разряде успех сопутствовал паре П. Шубин — А. Сулико. Вторыми в этом виде соревнований стали Н. Кияшко — Д. Фоминых (Новосибирское высшее военное командное училище). Третье место досталось паре Д. Земских — П. Бауэр (НВВКУ).

Победителями женского парного разряда стали З. Соколова — Е. Канашонок. Второе место заняла пара О. Кочнева (Институт вычислительных технологий СО РАН) — Л. Юдина (команда ветеранов). Третье место досталось паре Т. Карамышева — А. Кузнецова (ИЯФ).

В смешанном парном разряде победу праздновали З. Соколова — В. Скороспелов. Второе и третье места в этом виде заняли пары: П. Шубин — О. Кочнева и А. Сулико — Е. Канашонок.

Участники и гости соревнований выразили благодарность за прекрасный спортивный праздник организаторам турнира: Управлению делами СО РАН (Э.В. Скубневский, П.А. Дрожжин), Объединенному профсоюзному комитету ННЦ (Л.М. Левченко) и коллективу Дома физкультуры ННЦ. Все надеются, что традиция проведения этого спортивного мероприятия будет продолжена.

Оргкомитет турнира  
Фото Петра Дрожжина





## ЧУДЕСА ПОД «КОСМИЧЕСКИМ» ЛУЧОМ

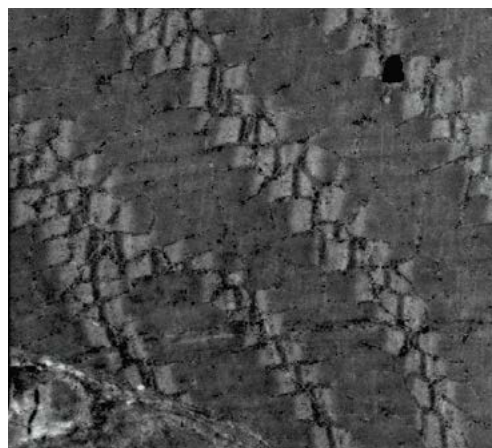
*Новосибирский лазер на свободных электронах умеет генерировать терагерцовое излучение, которое есть в космосе, но не проходит через атмосферу нашей планеты, поэтому не представлено на Земле. Однако земные организмы оказались к нему чувствительны. Как оно воздействует на живые клетки и ткани, исследуют сибирские ученые.*

«В 1930-х годах считалось, что у животных клеток есть некие резонансные частоты, лежащие в терагерцовой области, и если создать источник такого излучения, он будет рассыпать живые организмы на составляющие. Теория не подтвердилась, мы сейчас спокойно работаем с терагерцовым диапазоном, однако какой биологический объект под него ни помести, есть все основания ждать необычных проявлений», — рассказывает старший научный сотрудник лаборатории лазерной фотохимии Института химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН кандидат химических наук Александр Сергеевич Козлов.

Когда ЛСЭ только запустили, один из сотрудников постоянно проверял, появился ли луч, подставляя под него руку (терагерцовое излучение невидимо, о его наличии судили только по присутствию тепла). В итоге на руке возникла небольшая миогенная контрактура — повреждение мышечной ткани, связанное с укорачиванием и уменьшением растяжения мышцы.

Одним из первых в Новосибирске изучать влияние терагерцового излучения на живые клетки начал заведующий лабораторией биомедицинской информатики Института вычислительных технологий СО РАН доктор биологических наук Александр Савельевич Ратушняк: «Всё получилось довольно случайно. Коллега из Института лазерной физики СО РАН предложил посмотреть, как ведут себя под терагерцовым излучением нейроны, с которыми я работаю. Я был в полной уверенности, что ничего интересного из этого выйти не может, ведь низкоинтенсивные радиоволны на биологические свойства сильно не влияют, инфракрасное излучение тоже. Однако в первом же эксперименте обнаружили странные эффекты, которые раньше никогда не наблюдались».

Если нейроны извлечь из организма и поместить в питательную среду, они начинают передвигаться, собираться в группы и создавать таким образом новую нейронную сеть. Для этого у них появляются специальные отростки. После воздействия терагерцового излучения нейроны некоторое время лежали неподвижно, а потом вместо отростков стали обрастать странными щупальцами, совершенно для них нетипичными. Кроме того, они старались поскорей исчезнуть из зоны облучения.



Регулярные надрывы в структуре мышечных волокон, вызванные излучением Новосибирского ЛСЭ, под электронным микроскопом

«Потом у меня возникло подозрение: вдруг какие-то резонансы действительно возникают? Для меня нейрон — это информационная машина, работающая на молекулярном уровне. Если бы удалось найти частоты, действующие на определенные элементы этой машины, то можно было бы ею как-то управлять», — отмечает Александр Ратушняк.

Например, терагерцовое излучение может быть перспективным с точки зрения того, чтобы внедрить в клетку ген или какой-нибудь другой макромолекулярный агент, не прибегая к внешнему воздействию на нее электричеством, вирусами или химикатами. При терагерцовом облучении в клетке образуются поры, через которые в нее можно ввести всё необходимое.

«На Земле такого излучения нет. Оно не падает сюда из космоса, не проходит через атмосферу и нигде, кроме нескольких научных установок, не производится. С одной стороны, земные организмы должны быть к нему непривычны, а с другой — есть литературно описанные предположения разной степени обоснованности о том, что внутри организма такие частоты могут играть существенную роль: в процессе репликации ДНК, дыхания, элементарных генетических действий», — говорит Александр Козлов.

Насколько терагерцовое излучение опасно для людей — один из ключевых вопросов, которые предстоит решить. Ведь планируются его обширные технологические применения: в сканерах, пунктах досмотра в аэропортах и прочем.

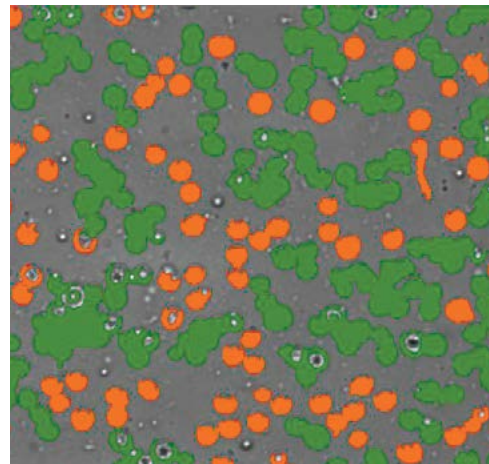
После уже упомянутого случая с возникновением на руке ученого контрактуры (к счастью, обратимой) заведующий отделением томографии диагностического центра Aperto Евгений Леонидович Зеленцов решил, что наступила пора посмотреть, как терагерцовое излучение будет воздействовать на различные ткани организма.

«Если коллеги старались их не разрушить, у меня, наоборот, была задача посмотреть, как это всё будет себя вести на мощных полях. Было известно, что глаза надо защищать, поскольку при длительном излучении возникает катаракта, а вот как оно влияет на другие ткани, никто сказать не мог», — рассказывает ученый.

Когда исследователи облучили сфокусированным лучом скелетные мышцы крысы и курицы и посмотрели, что получилось на электронном, оптическом и CO<sub>2</sub>-лазерах, они увидели: мышечные волокна закрутились в спирали, будто червячки. В них появились разрывы — как большие, регулярные, направленные поперек волокон, так и на микроуровне. Характер повреждений показал, что терагерцовое излучение ведет себя не как свет, а скорее как звук, а результат его воздействия на мышцы похож на минно-взрывную травму.

Затем ученые провели большую серию экспериментов на эритроцитах. Кровь — это тоже ткань (ее ученые для исследований самоотверженно жертвовали сами). Поскольку эритроциты в ней очень концентрированы и индивидуально рассмотреть их весьма сложно, кровь разбавляли физраствором. Результат также оказался неожиданным. Обычно при повреждении ткани эритроциты имеют свойство слипаться (чтобы быстрее заживить рану), при облучении терагерцем же это слипание проходило гораздо медленнее либо вообще шел обратный процесс.

«Всё время говорились, что в жидкость терагерцовое излучение не проникает никаким образом, гасится на первых же микронах, и когда мы получили эти



Программное обеспечение автоматически выделяет и окрашивает агрегированные (зеленые) и индивидуальные (красные) эритроциты после экспозиции терагерцового лазера

данные, сразу возник вопрос: за счет чего происходит воздействие? Если свет туда не попадает, что же тогда?», — говорит Евгений Зеленцов.

Предположили, что здесь работает открытый в 1980-х годах оптико-акустический эффект. Как только излучение попадает в водную среду, тут же возникают огромные по мощности ультразвуковые волны — короткие и сильные импульсы, которые со скоростью порядка пяти миллионов раз в секунду ударяют по ее поверхности.

Ученые провели опыт, подобный эксперименту с эритроцитами, со сливками (им удалось из творога получить обратно «молоко») и услышали в этой среде звук, который получается от поглощения жидкостью лазерных импульсов. Так возникло следующее предположение: оптико-акустический эффект, вероятно, отвечает и за возникновение пор в клетках при их обработке терагерцовым излучением.

*Яркий отклик на терагерцовое излучение продемонстрировали и пленки обычного репчатого лука. Несмотря на то, что растительная клетка очень плотная и дополнительно усилена целлюлозой, на этой пленке появляются шаровидные внешние вспучивания, которые ученые смогли разглядеть с помощью атомно-силового микроскопа.*

Изучив мембрану эритроцитов на силовом сканирующем микроскопе, исследователи выяснили, как разрушается мембрана, и подтвердили свою догадку. «Под воздействием терагерцового излучения она начинает выкручиваться, деформироваться, возникают разрывы, вспучивания, некоторые поры расширяются — почему именно они, вопрос сложный, — говорит Евгений Зеленцов. — Это излучение не очень мощно, незаметно воздействует на организм. Мы только-только подошли к вопросу его изучения, но совершенно отчетливо видно: если буквально на две секунды поместить в фокус зеркала руку, у тебя где-то чуть-чуть порвется мышца, где-то — связка, будет затронуто сухожилие, именно таким образом у одного из нас и появилась контрактура».

В ближайшее время совместно с Институтом химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН на чистых клеточных линиях исследователи планируют продолжить изучать, каким образом под воздействием терагерцового излучения ломаются некоторые молекулярные механизмы.

Диана Хомякова  
Фото предоставлены исследователями

## ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ ВЫСОКИЙ УРОЖАЙ, ЗЕМЛЮ ПАХАТЬ НЕОБЯЗАТЕЛЬНО

*Сибирские ученые предложили внедрить ресурсосберегающие методы минимальной и нулевой обработки почвы вместо традиционных технологий возделывания зерновых культур.*

Эти методики позволяют получить высокий урожай при наибольшей рентабельности и минимуме отрицательных воздействий на окружающую среду. Технологии являются особенно актуальными для регионов Сибири с коротким периодом вегетации. Результаты исследования опубликованы в журнале «Агробизнес».

Ученые Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН» и Кемеровского государственного университета обнаружили, что в условиях лесостепной зоны юга Сибири культуры, выращенные на необработанной почве, по урожайности не уступают возделываемым на пахоте. Исследования показали, что использование ресурсосберегающих технологий позволяет снизить расходы почти на 50 %. Снижение производственных затрат, в свою очередь, увеличивает прибыль и рентабельность.

На опытных полях хозяйства «Минино», находящегося в четырех километрах от Красноярска, ученые сравнили три системы основной обработки почвы. Традиционная методика включала зяблевую осеннюю вспашку на глубину более 20 сантиметров и предпосевную культивацию почвы весной. Минимальная технология заключалась в осеннем дисковании почвы на глубину 10 сантиметров. Посев производился весной без дополнительной обработки почвы. При нулевой обработке механическое воздействие не применялось, сеяли по необработанной стерне.

Для посева по нулевой технологии пришлось решить ряд технических задач. Обильная мульча из соломы и растительных остатков на поверхности почвы препятствовала качественному посеву. Исследователи перешли на посев по стерне усовершенствованной сеялкой, которая способна размельчать остатки растений и прорезать почву на глубину до 5 см.

Зерновые культуры, а именно пшеница, ячмень и овес, при всех вариантах обработки почвы выращивались либо без применения минеральных удобрений, либо с внесением аммиачной селитры перед посевом семян. Наибольшая урожайность при использовании аммиачной селитры была получена при минимальной технологии возделывания.

«Ресурсосберегающие технологии снижают эрозию почвы за счет растительных остатков на поверхности, позволяют снизить энергоёмкость получения сельскохозяйственной продукции, повысить производительность труда и экономическую эффективность возделывания культур. При этом важно помнить, что применение азотных удобрений снижает себестоимость продукции за счет значительной прибавки урожая», — заключил ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института сельского хозяйства ФИЦ КНЦ СО РАН доктор сельскохозяйственных наук Василий Романов.

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН



## ПРОСТО О СЛОЖНОМ

Окончание. Начало на стр. 1

## МЕЖДУ ЛЬДОВ

Достоверные сведения о температуре появились только в 1727 году, когда Габриэлем Фаренгейтом был создан термометр с воспроизводимыми измерениями. На сегодняшний день есть только один непрерывный температурный ряд за 300 лет — ряд Мэнли в Центральной Англии. По нему и моделируют современный климат. О состоянии же атмосферы в более отдаленном прошлом можно судить только по косвенным признакам — так называемым индикаторам климата, исследованием которых и занимаются сибирские ученые.

«Изучение эволюции климата в прошлом позволяет понять пространственно-временную неравномерность реакции климата на глобальные события и дает возможность предсказать, что будет происходить с природной средой в различных регионах в ближайшем будущем, — говорит Владимир Зыкин. — Самые точные и достоверные данные об изменениях климата можно получить за последний отрезок существования Земли, приблизительно за 30 миллионов лет. Мы занимаемся как раз этим интервалом. В Западной Сибири находятся многочисленные разрезы, по которым можно реконструировать климат прошлого. Наиболее интересными из них являются разрезы лёссово-почвенной последовательности, они отражают глобальную запись климата в четвертичном периоде».

Лёсс — это осадок из золы пыли, который накапливался в ледниковые периоды. Когда происходило похолодание климата, усиливалась аридизация (засушливость), интенсивность атмосферы резко увеличивалась за счет высокого градиента температур между полюсом и экватором — там, где был ледниковый щит, они становились очень низкими, а в низких широтах оставались высокими. Из-за этого образовывался сильный ветер, который «выпахивал» практически все верхние отложения. Огромное количество пыли насыщало атмосферу.

«Когда летишь над Западной Сибирью, видишь этот самый золотой рельеф последнего оледенения — котловину озера Чаны и многих других более мелких озер. Была территория, с которой пыль выдувалась, — в Сибири это Барабинская низменность, Кулунда. Ветер поднимал эту пыль вверх, и она долетала до Гренландии, Антарктиды, а в Сибири в ветровой тени, например вблизи Алтая, выпадала в виде осадков. Более грубый материал переносился ветром вдоль поверхности Земли, оседал, формируя положительные формы золотого рельефа в виде грив и увалов, сходных с барханами и дюнами современных пустынь. Обширные пространства Западной Сибири превращались в огромную холодную пустыню. За счет западного переноса воздушных масс, из-за вращения Земли золотые формы приобретали отчетливую юго-западную ориентировку. В теплые же межледниковые эпохи при увлажнении климата формировались почвы (как это происходит и сейчас)», — объясняет ведущий научный сотрудник ИГМ СО РАН доктор геолого-минералогических наук Валентина Семеновна Зыкина.

Таким образом за последние 800 тысяч лет на Предалтайской равнине накопилась более чем 150-метровая толща отложений, состоящая из чередования горизонтов лёссов и почв. Их последовательность наиболее полно отражает климатические изменения, происходившие в четвертичный период. Кроме Западной Сибири эта толща встречается во многих районах мира: Китае, Средней Азии, Европе, США. Изучать ее очень трудоемко. Так, в береговых обрывах Оби, Иртыша и

многих других рек ее разрезы имеют почти вертикальные стенки. На Приобском плато их высота достигает 120 метров. Для того чтобы получить детальные записи изменений климата и определить продолжительность каждой ледниковой и межледниковой эпохи, ученые зачищают и подробно исследуют почти каждый сантиметр этих разрезов. После этого в лаборатории изучаются микростроение горизонтов лёссов и почв, слагающих их зерен минералов, химические особенности осадконакопления.

Исследовав таким образом лёссово-почвенные последовательности Западной и Средней Сибири, Валентина Зыкина и ее коллеги установили: эта запись климатических событий — одна из наиболее полных в мире, а структура комплексов почв четко совпадает со строением теплых стадий во многих глобальных записях климата (донных осадках Мирового океана, байкальской записи климата, ледовых кернах Антарктиды). То есть почвы во многих регионах Земли формировались синхронно. Цикличность их образования совпала с периодичностью изменения орбитальных параметров Земли, которые, по расчетам, около 400 тысяч лет назад были аналогичны современному.

«Ископаемая почва, соответствующая этому времени и формировавшаяся в тех же геоморфологических условиях, имеет мощность в три раза больше современной, что указывает: продолжительность этой эпохи почвообразования, происходящей в теплых условиях межледниковья, была также в три раза больше. Поэтому говорить, что в ближайшее время современная межледниковая эпоха закончится и наступит крупное оледенение, нет никаких оснований. Она еще будет продолжаться более 30 тысяч лет», — говорит Валентина Зыкина.

Однако не всё так просто. Ледниковые и межледниковые эпохи имеют определенную структуру — внутри каждой из них чередуются более мелкие периоды потепления и похолодания, выделено множество циклов различной продолжительности и амплитуды. Эти события квазипериодические, поэтому предсказать их довольно сложно, кроме того, они могут проявляться локально.

Наиболее достоверно они восстанавливаются за последние тысячелетия. Во-первых, по историческим данным. Это наиболее теплые римский (краткий отрезок субатлантического периода, охватывающий время с 250 года до н. э. до примерно 400 года н. э. Мягкий климат способствовал процветанию крупных империй. Именно на этот период приходится максимальное расширение Римской

империи. — Прим. ред.) и средневековой (эпоха относительно теплого климата в северном полушарии в X–XIII веках, последовавшая за климатическим пессимизмом эпохи Великого переселения народов и предшествовавшая так называемому малому ледниковому периоду в течение XIV–XVIII веков. — Прим. ред.) климатические оптимумы и холодные темное (Ранее) Средневековье и малый ледниковый период. Последний начался по одним данным с XII века, а по другим — с XV века. Тогда наблюдалось похолодание климата, в горах происходило продвижение ледников, в Европе температура упала на один — три градуса, что вызвало неурожаи и голод, а также эпидемии чумы и холеры. Когда происходили крупные извержения вулканов, и продукты этих извержений попадали в стратосферу, создавая экран для солнечных лучей, похолодание еще больше усиливалось. Эти события приводили, по сути, к климатической катастрофе. Так, из-за извержения вулкана Уайнапутина в Испанском Перу (19 февраля 1600 г.) в 1601–1604 году в Москве значительно похолодало, в июле выпадал снег, замерзала река Москва, царили неурожаи и голод. Извержение вулкана Лаки в Исландии в 1783–1784 годах снизило активность муссонов над Африкой, что привело к отсутствию разлива Нила и вызвало знаменитую «великую сухость» в Египте, во время которой миллионы людей погибли от голода. Население этой страны сократилось в шесть раз. Малый ледниковый период закончился в конце XIX века, и с этого времени началось потепление, которое длится до сих пор.

Второй источник сведений — субэральные осадки. Изучив их на территории Западно-Сибирской равнины за последние 1 000 лет, ученые установили: в интервале от 1200-х до приблизительно 1860-х годов, соответствующем малому ледниковому периоду, активно образовывались формы золотого рельефа — песчаные массивы и дюны.

«При аридизации климата уровень рек и озер падал и из них западным ветром выносилось огромное количество песчаного материала, отлагавшегося на восточных берегах. В конце XIX века на этом золотом рельефе начала формироваться почва, появилась растительность — так называемые ленточные боры, — рассказывает Владимир Зыкин. — По масштабам эти события оказались гораздо меньше, чем во время накопления лёссов. Мы установили, что в течение последних 1 200 лет происходили короткие квазипериодические колебания среднегодовой температуры воздуха и увлажнения климата продолжительностью 200–

300 лет, проявившиеся в чередовании горизонтов золотых песков и почв. В течение коротких фаз похолодания и аридизации климата формировались золотые образования. Во время небольших периодов потепления и увлажнения (например, приблизительно с 1350-го по 1560-й год) происходило закрепление песков растительностью и образование почв». По словам ученых, сейчас в Западной Сибири идет фаза увлажнения климата.

Сегодня глобальное потепление климата продолжается. 2016-й год, по данным Всемирной метеорологической организации, признан самым теплым за всю историю метеорологических наблюдений, 2017-й расположился на третьем месте, а в России, по данным Гидрометцентра, он стал самым теплым за всю ее историю. Сокращаются полярные льды. Рост температуры хорошо коррелируется с увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере. В прошлом году она зафиксирована на уровне около 400 ppm, хотя в 1958-м, когда впервые начали делать такие измерения, она составляла всего 315 ppm, а ее расчетный доиндустриальный уровень принимается в 280 ppm.

*Если бы не парниковые газы (главный из которых — это пары воды), температура на Земле была бы ниже на 30 °С. То есть в среднем она составляла бы -15 °С.*

«С ростом углекислого газа принято связывать процессы современного глобального потепления. Но, как известно по ледовым кернам из Антарктиды, в межледниково-ледниковом цикле происходили значительные изменения количества CO<sub>2</sub> в атмосфере — от 180 ppm во время оледенений до 290 ppm в более теплые периоды, когда на климат не оказывалось никакого антропогенного влияния. В глобальных записях установлено, что рост температуры на 800 лет опережает повышение концентрации углекислого газа. Увеличение CO<sub>2</sub>, по-видимому, связано с увеличением температуры воды в океане, что приводит к освобождению углекислого газа из воды и метана из донных осадков. То есть, как и рост температуры, оно, скорее всего, зависит от естественных причин, о которых мы еще плохо знаем, — отмечает Владимир Зыкин. — Недавно генсек ООН Антониу Гуттериш назвал глобальное потепление главной угрозой всему человечеству. Несмотря на реальную опасность глобальных изменений климата, происходящих с высокой скоростью, их изучение ведется довольно вяло. Непонятны ни причины, ни последствия. Принятая официально точка зрения на причины потепления, как отклик только на увеличение углекислого газа в атмосфере за счет сжигания углеродного топлива, значительно упрощает подход к пониманию происходящих глобальных изменений и не объясняет многие происходящие сейчас природные процессы. В последнее время количество специалистов в России, занимающихся эволюцией природных процессов, резко сократилось. Отсутствует общенациональная программа, координирующая усилия ученых. Отношение человечества к проблемам изменения климата хорошо отражает картина Питера Брейгеля Старшего «Слепые», на которой шесть незрячих идут вдоль обрыва».

Диана Хомякова  
Фото автора и Юлии Поздняковой



Разрез лёссово-почвенной последовательности в обрыве левого берега реки Оби



## ПРОЕКТ НОВОГО ЗАКОНА О НАУКЕ: ЗАМЕЧАНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА

*Проект Федерального закона «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в Российской Федерации», подготовленный Минобрнауки России, в настоящее время проходит обсуждение перед внесением в Госдуму Российской Федерации в сентябре 2018 года. «Наука в Сибири» публикует замечания и предложения академика Николая Леонтьевича Добрецова по доработке данного ФЗ, а также призывает научное сообщество вступить в дискуссию — ведь от вашей активности в этот период зависит многое в одном из документов, регламентирующих научную деятельность в нашей стране.*

### Общие замечания

1. Новая редакция закона не учитывает большинство замечаний и предложений, содержащихся в отзыве (заключении) РАН и в решении Комитета по образованию и науки Госдумы от 7.12.2017 г.

2. Закон и подзаконные акты (№ 1 «Перечня») не создают эффективной системы управления и ответственности за результаты научной, научно-технической и инновационной деятельности.

### Конкретные замечания, уточняющие пункты 1 и 2

3. В решениях Комитета по образованию и науке Госдумы РФ, рекомендованных в первом пункте, сказано «...Регулирование инновационной деятельности в силу ее специфического характера, связанного с созданием и реализацией на рынке наукоемкой продукции, целесообразно исключить из рассмотрения в рамках данного законопроекта, ограничив предмет его регулирования только научной и научно-технологической деятельностью». С этим же связано и замечание 3 Комитета по образованию и науке, что «приведенный в законопроекте понятийный аппарат, в том числе определение инновационной деятельности, не соответствует принятым международным нормам, в том числе Руководству по сбору и анализу данных по инновациям».

В новой версии законопроекта фактически обособляются задачи инновационной деятельности (ст. 21), федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий полномочия в области инновационной деятельности (отдельно от уполномоченного органа в области научно-технологического развития) (ст. 5), многочисленные статьи о технологической инициативе (ст. 16), технологической платформе (ст. 50) и другие, связанные с инновационной деятельностью (ст. 21, 41), что позволяет утверждать, что представленный проект целесообразно разделить на два закона — «О научной и научно-технической деятельности в РФ».

4. Одним из основных замечаний в отзыве (заключении) РАН было положение о том, что закон должен создавать систему государственного регулирования (стимулирования, финансирования и ответственности за результаты) научной и научно-технологической деятельности. В проекте Закона говорится о пол-

номочиях, возможностях, видах деятельности и видах организаций, но практически отсутствует понятие и термин «ответственности за результат». Есть оценка результативности научных организаций (ст. 70 и др.), но нет оценки положения об ответственности за результат органов, создающих и утверждающих государственные программы и проекты. По оценке Счетной палаты, до 30–50 % средств, выделяемых на госпрограммы, накапливаются на счетах организаций без движения или расходятся не по целевому назначению.

Глава 15. Мониторинг и оценка научной и научно-технической деятельности — одна из наиболее важных, но не доработанных. Получается, что результат такого мониторинга и оценки — только использование РАН при подготовке докладов о состоянии фундаментальных наук в РФ (конец ст. 69).

*Ст. 69, п. 5. Данные мониторинга используются Российской академией наук при подготовке докладов о состоянии фундаментальных наук в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными, которые подлежат представлению Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации.*

5. Статья 48. Российская академия наук приведена в гл. 8 в общем ряду организаций со специальным правовым статусом (после ст. 46 о региональных научно-технологических центрах и перед ст. 49 об общественных академиях наук).

*Ст. 48. Российская академия наук 1. Российская академия наук является государственной академией наук, осуществляющей свою деятельность в целях:*

*обеспечения преемственности и координации: фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, проводимых по важнейшим направлениям естественных, технических, медицинских, сельскохозяйственных, общественных и гуманитарных наук; научных исследований, реализуемых в сфере оборонно-промышленного комплекса в интересах обороны страны и безопасности государства;*

*прогнозирования основных направлений научного, научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации;*

*экспертного научного обеспечения деятельности органов государственной власти, научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования;*

*распространения научных знаний, повышения престижа науки, популяризации достижений науки и техники среди детей и молодежи.*

*Иные цели, а также функции, задачи и виды деятельности Российской академии наук, особенности ее правового положения определяются Федеральным законом «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и уставом Российской академии наук.*

*2. В состав Российской академии наук входят члены Российской акаде-*

*мии наук (академики, члены-корреспонденты) и иностранные члены Российской академии наук.*

*3. В структуру Российской академии наук входят региональные отделения Российской академии наук, представительства Российской академии наук в субъектах Российской Федерации, а также иные организации, осуществляющие деятельность, способствующую достижению Российской академией наук целей, основных задач и функций, определенных Федеральным законом «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также уставом Российской академии наук.*

*4. Российская академия наук разрабатывает и представляет в Правительство Российской Федерации программу фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период, предусматривающую направление средств федерального бюджета на проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в Российской Федерации и включающую в себя приоритеты в проведении указанных исследований, обоснование их ресурсного обеспечения на срок действия данной программы, значения целевых показателей ее реализации.*

*6. Российская академия наук осуществляет экспертизу научных (или) научно-технических результатов и проводит качественную оценку результативности научной, научно-технической деятельности организаций в соответствии с частью 5 статьи 70 настоящего Федерального закона.*

*Порядок осуществления научного и научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью, а также экспертизы научных (или) научно-технических результатов устанавливается Правительством Российской Федерации.*

*7. Российская академия наук вправе направлять в органы государственной власти Российской Федерации предложения по вопросам развития законодательства, а также по вопросам, относящимся к сфере деятельности Российской академии наук, и проводить по указанным вопросам публичные слушания.*

Эта статья 48 о РАН не полностью соответствует новому закону, представленному Президентом РФ 22 февраля 2018 года в Госдуму, значительно расширяющему полномочия РАН, в частности по инициированию законодательных мер, международной деятельности, взаимодействия с ФАНО. Но главное — в законе не сделана попытка поставить РАН во главу всей системы фундаментальных и поисковых исследований, получения новых знаний и технологий, важных и для инновационной деятельности, и для повышения качества образования, прежде всего высшего образования. Это еще один из признаков отсутствия системности в новой версии Закона, в значительной мере повторяющей недостатки первой версии.

6. Пояснительная записка к проекту закона на десяти страницах отмечает недостатки существующего закона № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», который, по мнению разработчиков нового закона, «утратил роль системообразующего и

координирующего центра законодательства о науке» (ст. 2), наличие более 15 федеральных законов (фактически более 30), затрагивающих отдельные субъекты и направления научной, научно-технической и инновационной деятельности.

В перечне 1 федеральных законов, подлежащих «признанию утративших силу», названы два закона № 127-ФЗ «О науке и научно-технической политике» 1996-го года и 70-ФЗ «О статусе наукограда» 1999-го года, а «подлежащих изменению» — 59 законов. В числе законов, подлежащих изменению (от № 2.10 до № 2.57), перечислено более 30 законов, которые требуют пересмотра и оценки возможности включения в новый закон, после чего потеряют силу, и вместо «каши» неполных и противоречивых законов можно получить единый «кодекс» научной и научно-технической деятельности. В числе кандидатов «на исключение» законы № 78-ФЗ «О библиотечном деле», № 123-ФЗ «О племенном животноводстве», № 209-ФЗ «Об охоте», № 125-ФЗ «Об архивном деле», № 149-ФЗ «О семеноводстве», № 184-ФЗ «О техническом регулировании», № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», № 166-ФЗ «О рыболовстве», № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах», № 139-ФЗ «О Российской корпорации нанотехнологий», № 211-ФЗ «О реорганизации Российской корпорации нанотехнологий», № 220-ФЗ «О НИЦ «Курчатовский институт»» и другие.

Еще более примечателен перечень № 2, в котором признаются утратившими силу Указ Президента № 939 (1993 год) «О государственных научных центрах РФ», три постановления Правительства («О деятельности государственных научных центров», «О требованиях к ЦКП 2016 г.», Положение о ВАК 2016 г., Приказ Минобрнауки № 814 (1998 г.) «О подготовке кадров».

Требуют изменения Указ Президента «О стратегии НТР» 2016 г., 21 Постановление Правительства (2013–2017 гг.) и 60 приказов Минобрнауки, Минсельхоза, ФАНО, Минприроды, Рособнадзора и др. — всего 82 документа. Это наглядное подтверждение вала документов, созданных за пять лет, существенно не улучшивших или даже усложнивших ситуацию в научно-технической сфере.

Подзаконные акты, которые требуется принять для реализации подготовленного проекта Закона, включают 77 (?) документов, в том числе Указ Президента «Об определении приоритетов НТР РФ», два Постановления Правительства о полномочных федеральных органах власти по научно-технологическому развитию (1) и в области инновационной деятельности (!?); три Постановления Правительства о мониторинге Стратегии научно-технологического развития, мониторинге инновационной деятельности; еще 47 (!) других Постановлений Правительства, 21 приказ Минобрнауки, два приказа (?) РАН. Такое обилие подзаконных актов к 74 статьям закона (более одного акта Правительства или Минобрнауки на каждую статью) вряд ли свидетельствует о совершенстве проекта Закона.

Академик Н.Л. Добрецов

*От редакции: Обращаем внимание читателей на то, что отзыв академика Н.Л. Добрецова составлен на вариант текста проекта, рассмотренного на заседании Президиума СО РАН 12.04.2018 г.*



## НЕФОРМАЛЬНЫЙ ВЗГЛЯД НА АКАДЕМГОРОДОК



С велосипеда успехи и проблемы Академгородка видны лучше

Известно, что 18 апреля президент России Владимир Владимирович Путин по итогам визита в Академгородок подписал документ, в котором, в частности, правительству России совместно с Российской академией наук и правительством Новосибирской области поручено подготовить и представить план развития новосибирского Академгородка как территории с высокой концентрацией исследований и разработок. В настоящее время идет активная работа по формированию соответствующих предложений.

Приятно отметить, что врио губернатора Новосибирской области Андрей Александрович Травников лично глубоко погружается в конкурентные преимущества Новосибирского научного центра и проблемные вопросы его жизнедеятельности. Перед Первомайскими праздниками он выразил желание поучаствовать в маёвке Новосибирского государственного университета, музыкальном фестивале, который проходил у стен университета уже 52-й раз, а 2 мая — отдохнуть в Академгородке, пообщаться в неформальной обстановке с учеными и жителями, посетить ряд знаковых мест. Естественно, эта идея была поддержана, и в настоящей статье председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон и советник председателя СО РАН доктор физико-математических наук Геннадий Алексеевич Сапожников решили поделиться отдельными эпизодами отдыха врио губернатора и совместной содержательной работы.

Конечно же, огромный заряд энергии, эмоций и прекрасного настроения дали музыкальный фестиваль маёвки и общение с молодежью вечером первого мая. И с этим настроением второго мая мы прекрасно прокатились на велосипедах по Верхней зоне Академгородка, стартовав от деревянного домика М.А. Лаврентьева в Волчьем логу на склоне реки Зырянки, переименованном первопоселенцами в Золотую долину.

Наш путь пролегал мимо Музея истории и культуры народов Сибири и Дальнего Востока, фехтовального клуба «Виктория», Выставочного центра СО РАН, гимназии № 3, физико-математической школы НГУ, спортивного комплекса НГУ, Центральной клинической больницы и Центра новых медицинских технологий, институтов по проспектам Коптюга и Лаврентьева. Мы с гордостью рассказывали А.А. Травникову об Академгородке, вспоминали принципы шаговой и велосипедной доступности и дух академической свободы. Так, в начале 1960-х годов в Академгородке открылся дискуссион-

ный клуб «Под интегралом», где свободно обсуждались практически любые темы, куда приглашались выдающиеся ученые, писатели, музыканты. В этом году общественность и друзья Академгородка отметили 50-летие первого в стране фестиваля авторской песни (организованного клубом), в котором участвовал бард Александр Галич. Кроме того, мы обозначали и проблемные вопросы, особенно в социальной инфраструктуре. Так, при посещении клуба юных техников и детской музыкальной школы № 10 (расположена в подвальном помещении) Андрей Александрович высоко оценил профессионализм и энтузиазм педагогов и с глубоким пониманием воспринял необходимость создания современных условий для развития творческих способностей молодежи. Это касается и развития станции юных натуралистов (лаборатории экологического воспитания ФИЦ ИЦИГ СО РАН), и создания творческих мастерских и культурно-спортивных сооружений в Академгородке. Поскольку без серьезной государственной поддержки эти вопросы не решить, было предложено вышеназванные и другие объекты социальной сферы ННЦ включить в план развития Академгородка и в программы Новосибирской области.

Мы почтили память выдающихся ученых и организаторов науки академиком Михаила Алексеевича Лаврентьева и Валентина Афанасьевича Коптюга, возложив цветы к их памятникам.

Посетили Центральный геологический музей Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, в НГУ ознакомились с экспозициями лаборатории археологии книжных памятников и научно-образовательного центра «Новая археология». В очередной раз мы с гордостью представили достижения ученых СО РАН, НГУ и их партнеров.

В геологическом музее нас познакомили с коллекцией искусственных кристаллов, выращенных в лабораториях

ИГМ. Была продемонстрирована созданная на беспрессовых аппаратах «разрезная сфера» — кристаллы алмаза с заданными свойствами (полупроводники), используемые в лазерной технике, а также кристаллы алмаза с закономерным распределением Si и Ge дефектно-примесных центров, перспективные для использования в качестве ячеек квантовой памяти — ключевого элемента в реализации широкомасштабных квантовых сетей.

Отдельное внимание было уделено нелинейно-оптическим кристаллам, в производстве которых ИГМ уже много лет занимает лидирующие позиции. Так, в 2018 году В.В. Путин во время визита в Академгородок вручил премию Президента России для молодых ученых соотруднику института кандидату геолого-минералогических наук Константину Александровичу Коху. Указанные материалы широко используют в медицине (включая хирургию, стоматологию и дерматологию), составляют основу ряда оборонных технологий (подавление устройств самонаведения, лидарные системы), применяют в качестве оптических элементов для лазерных установок ИК/УФ диапазона. Такие производства развернуты на ряде предприятий Новосибирской области.

ции метрополитена.

Ученые рассказали также о полезных ископаемых Российской Арктики, в частности — об уникальных месторождениях северо-востока Сибирской платформы, подчеркнув необходимость развития в этом регионе мощного горно-перерабатывающего кластера. Это даст возможность ввести в эксплуатацию уникальные редкоземельные руды Томторского месторождения и высокотехнологичные алмаз-лондсейлитовые абразивные материалы Попигайского импактного кратера, повысить вероятность обнаружения в регионе новых традиционных (кимберлитовых) месторождений алмазов, золота и платиноидов, а также залежей горючих полезных ископаемых. Формирование такого кластера, несомненно, обеспечит повышение уровня сырьевой безопасности России, создаст основу для развития в РФ высокотехнологичной экономики, ориентированной на отечественное сырье. Это направление необходимо учесть при реализации другого поручения президента нашей страны из указанного выше документа по комплексному развитию Сибирского отделения Российской академии наук с учетом приоритетов и долгосрочных планов развития Сибирского федерального округа.



А.А. Травников на традиционном параде студентов

А.А. Травникову также продемонстрировали экспозицию поделочных камней Сибири и Дальнего Востока. Руководители ИГМ академик Николай Петрович Похиленко и доктор геолого-минералогических наук Николай Николаевич Крук рассказали о месторождениях строительного и поделочного камня на территории Новосибирской области, в том числе о высокохудожественных мраморах Петневского месторождения (Маслянинский район), которые использовали для отделки и облицовки ряда строений Новосибирска, включая стан-

В экспозиционно-образовательном комплексе НГУ «Археология Евразии» создана современная интерактивная образовательная площадка, где проводятся специализированные занятия, экскурсии, демонстрируются результаты совместных исследований кафедры археологии и этнографии НГУ и Института археологии и этнографии СО РАН. Например, на выставке «Шлемы сибирских воинов. 2 000 лет истории» представлено 15 экспонатов III–XIII веков, которые являются точными предметными реконструкциями.

Информация о раскопках в Денисовой пещере и о важнейших находках археологов демонстрируется на сенсорном экране, включая реконструкцию жизни древних людей, 3D-модели предметов искусства и хозяйственной деятельности человека эпохи палеолита с кратким сопроводительным описанием и др. Ректор НГУ член-корреспондент РАН Михаил Петрович Федорук отметил, что на этой современной интерактивной площадке также проводятся специализированные занятия со студентами.

В информационно-образовательном комплексе «Изобразительное искусство вне времени» сотрудница музея кандидат исторических наук Дарья Валерьевна Кожевникова продемонстрировала возможность прикоснуться (в прямом смысле) к истории тысячелетий с помощью интерактивного киоска, сканирующего руку посетителя и с помощью ком-



Современная интерактивная научно-образовательная площадка позволяет проникнуть внутрь веков



## СИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТ РЕНТГЕН ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ РАКА

*Фотодинамическая терапия не первый год применяется для борьбы с онкологическими заболеваниями. Лечение работает за счет воздействия световой волны — правда, из-за своей небольшой длины она не может повлиять на глубоко расположенные опухоли. Сибирские ученые придумали способ увеличить проникновение и, как следствие, эффективность этого метода.*

Фотодинамическая терапия предполагает, что пациенту вводят нетоксичные соединения — производные порфиринов и хлоринов, — которые облучаются светом с определенной длиной волны. В результате соединения активируют кислород в клетках, образуя его активные формы (такие как синглетный  $O_2$ ), а он, в свою очередь, повреждает клеточные структуры и уничтожает опухоль. Чтобы бороться не только с поверхностными очагами, ученые НИИ клинической и экспериментальной лимфологии (филиал Института цитологии и генетики СО РАН) и Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН работают над созданием соединений, способных проникать в глубоко расположенные опухоли и обладать фотодинамической активностью.

*Обычно применяются производные порфиринов и хлоринов, способные генерировать активные формы кислорода под облучением красным светом, обладающим большей длиной волны, видимой глазу человека, и наиболее глубоко проникающим сквозь ткани и органы.*

— В ИНХ СО РАН мы давно исследуем кластерные комплексы молибдена, вольфрама и рения — это соединения, содержащие тяжелые элементы, которые хорошо поглощают рентгеновское излучение, — поясняет старший научный сотрудник ИНХ кандидат химических наук Михаил Александрович Шестопалов. — Как оказалось, под воздействием такого излучения наши соединения способны активировать процесс генерации активных форм кислорода (АФК). Мы уже провели пилотный эксперимент, где в качестве действующего вещества использовали эти кластерные комплексы. В результате соединения вольфрама оказались более эффективными гене-

раторами АФК при рентгеновском облучении, потому что имеют более тяжелые атомы в своем составе — то есть характеризуются большим поглощением рентгеновского излучения. Кластеры рения проявили себя хуже всего, в то время как молибденовые комплексы заняли промежуточное положение по данным показателям.

После того как специалисты из ИНХ СО РАН синтезировали то или иное соединение, оно отправляется в НИИКЭЛ — для изучения биологических эффектов. Ранее уже было показано, что кластерные комплексы молибдена и вольфрама могут успешно применяться для проведения фотодинамической терапии. Недавно ученые также подтвердили, что под действием рентгеновского (и любого ионизирующего) излучения эти кластерные комплексы проявляют фотоактивность и генерируют синглетный кислород.

— Рентгеновские лучи беспрепятственно проходят вглубь ткани и не имеют ограничений, свойственных световым волнам в видимом диапазоне, — говорит заведующая лабораторией фармацевтических активных соединений Института клинической и экспериментальной лимфологии кандидат химических наук Анастасия Олеговна Соловьёва. — Недостаток классической фотодинамической терапии в виде высокого поглощения видимого света тканями нивелируется, так что можно лечить солидные опухоли, которые имеют глубокую локализацию. Мы уже показали, что данные комплексы возбуждаются рентгеном, и сейчас проводим эксперименты на опухолевых клетках.

Предположительно, в итоге терапия будет выглядеть следующим образом: к человеку в подводящую к опухоли вену вводится препарат, имеющий селективность накопления (скапливающийся преимущественно в опухолевой ткани). После этого излучение фокусируется на необходимом участке — с наименьшим воздействием на здоровую ткань. Только вопрос о применении глубокой фотодинамической терапии в клиниках пока остается открытым: эта технология требует соответствующего оснащения. Также необходимо финансирование, клинические испытания, оборудование для проведения экспериментов — последнее (источник излучения) специалисты уже нашли в Национальном медицинском исследовательском центре имени академика Е.Н. Мешалкина.

Алёна Литвиненко  
Фото автора



Знакомство с экспозициями и коллекциями дендрария ЦСБС СО РАН

пьютерных технологий выводящего изображение на большой экран — виртуальную стену пещеры, подобно тому, как это делали древние люди на стенах пещер (знаменитые отпечатки рук — один из видов древнейшего наскального искусства).

Преподаватель НГУ, научный сотрудник Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН кандидат филологических наук Инна Александровна Шилова провела экскурсию по экспозиции лаборатории археогрфии книжных памятников НГУ. На выставке представлены рукописные и старопечатные издания XVII—XIX вв., которые также применяются в учебном процессе. Гостям лаборатории была продемонстрирована древнерусская рукопись, возраст которой составляет более 500 лет. Она датируется концом XV — началом XVI в. и содержит уникальный список «Сказания о Борисе и Глебе».

Кроме того, во время экскурсии была возможность поддержать в руках редкое старообрядческое издание нравоучительного сборника «Пандекты» Николая Черногорца, напечатанное в типографии Почаевского Успенского монастыря в 1795 году. Издание впечатляет своим объемом и весом, поскольку содержит более 1 000 страниц. Особый интерес вызвал способ датирования средневековой книги по водяным знакам бумаги ручного отливка. В лаборатории хранятся отдельные листы, содержащие разнообразные водяные знаки: «агнец пасхальный» (конец XV в.), «герб Глаубич» (начало XVII в.), «герб города Амстердама» (конец XVII — начало XVIII в.) и др.

Вспоминая, что 2 мая Русская православная церковь отмечала День памяти святой Матроны Московской, мы посетили храм Всех Святых, в земле Российской просиявших, в конце ул. Терешковой.

С особым вниманием нас встретили в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН, фактически являющимся с 1940-х годов научным и социальным объектом не только Новосибирской области, но и Сибири в целом. Директор ЦСБС доктор биологических наук Евгений Викторович Банаев кратко ознакомил с деятельностью ЦСБС, его экспозициями и коллекциями, включая дендрарий, парк-бонсай и новую оранжерейную экспозицию «Кактусы и другие суккуленты Старого и Нового Света».

Отмечено, что ЦСБС — не только научно-исследовательское учреждение, но для жителей Новосибирской области, особенно Академгородка и всего Советского района города Новосибирска — и рекреационная зона, и музей под открытым небом, а для растений и животных — место сохранения биоразнообразия.

В ЦСБС проводят научные исследования с различными объектами (грибами, водорослями, лишайниками, мохообразными, высшими сосудистыми растениями) на всех уровнях — от молеку-

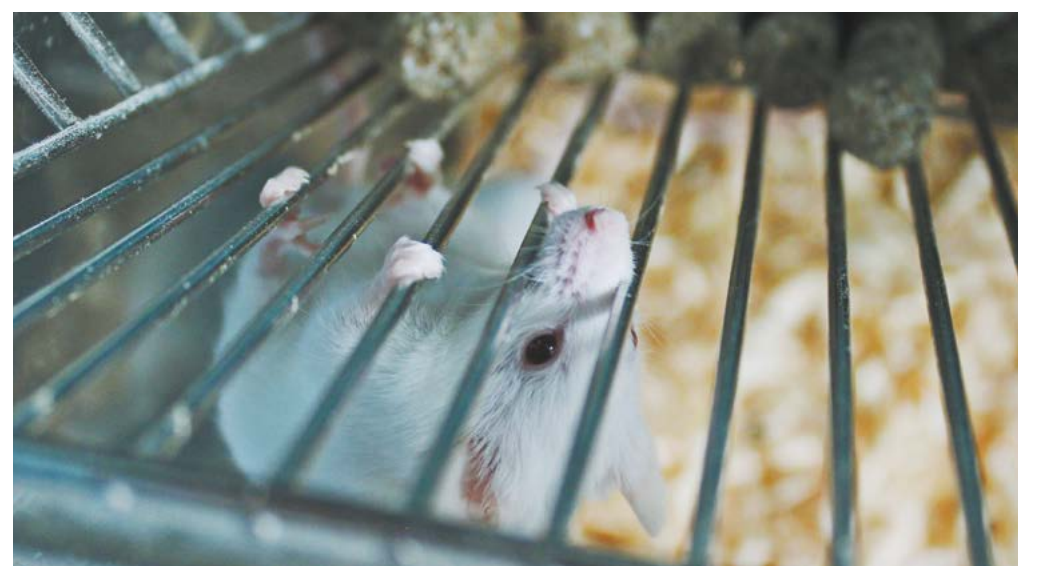
лярного до экосистемного. На территории ЦСБС зарегистрировано более 120 уникальных видов деревьев и кустарников. Здесь находят приют многие редкие виды животных, птиц и насекомых. Основной коллекцией открытого грунта в ЦСБС, как и в прочих ботанических садах, является дендрарий — коллекция древесных растений, размещенная на территории более 25 га, где собрано свыше 700 таксонов из регионов России и зарубежья (для сравнения: вся арборифлора Сибири насчитывает около 375 видов).

Е.В. Банаев обозначил также и ряд проблемных вопросов, включая необходимость создания системы локализации экспозиционной зоны и охраны; прокладки дороги вдоль теплотрассы до входа в ботанический сад со стороны ул. Зеленой, которую далее следует продолжить в виде пешеходного и велосипедного маршрутов на ул. Золото долинскую; более активного формирования дендрария (например, нынешней весной в нижней зоне дендрария высажена 21 группа растений из семейства ивовых (более 100 шт.), часть из которых — новые виды, а часть восполняет стареющую коллекцию); строительства современного оранжерейного комплекса. Предложено учесть эти и другие предложения в проекте развития Академгородка, что позволит сформировать на базе ЦСБС современный центр по сохранению генетических ресурсов, а также по экологическому образованию и ботаническому просвещению.

Завершая, отметим, что за время пребывания А.А. Травникова в Академгородке удалось обсудить и многие другие вопросы, включая формирование новых технологических кластеров, строительство второй очереди нового корпуса НГУ, активизацию партнерских отношений науки и высшей школы с промышленными и аграрными предприятиями, организациями социальной сферы, перезагрузку деятельности Академпарка, развитие транспортно-логистической системы, включая строительство новой платформы для электричек вблизи пешеходной дороги от пляжа Обского моря до Морского проспекта, строительство спортивно-культурного центра в Академгородке, очистку леса в Академгородке и окрестностях от валежника и многие другие.

Одним из самых приятных моментов нашей встречи стала возможность обзора всего Академгородка и Обского моря с высотной смотровой площадки нового корпуса НГУ. Мы еще раз вспомнили академика М.А. Лаврентьева, его сподвижников и продолжателей, отметили и нашу ответственность в деле развития Новосибирского научного центра и всего Сибирского отделения РАН.

В.Н. Пармон, председатель СО РАН, академик  
Г.А. Сапожников, советник председателя СО РАН, д.ф.-м.н.  
Фото Виталия Волобуева



На мышах уже исследовали терапию на основе молибдена и вольфрама — но без воздействия рентгеновского излучения



## КАПИЛЛЯРНОЕ СЕКВЕНИРОВАНИЕ КАК ОНО ЕСТЬ

*Слова «ген» и «ДНК» слышали, наверное, все, словосочетание «прочитать геном» — почти все. Но как технически расшифровывается информация, спрятанная в ДНК? Кто владеет «генетической азбукой Морзе» и что выполняет роль телеграфного ключа? Чтобы ответить на этот вопрос, журналистка «Науки в Сибири» приняла участие в первой научно-практической школе по капиллярному секвенированию ДНК, организованной Институтом молекулярной и клеточной биологии СО РАН, компаниями «Хеликон» и Thermo Fisher Scientific.*

В наше время секвенирование — это прочтение последовательности нуклеотидов (элементарных кирпичиков) ДНК и РНК — рутинный процесс, необходимый для работы большинства биологических лабораторий.

— Капиллярное секвенирование (еще его называют секвенированием по Сэнгеру) — один из самых широко используемых методов расшифровки последовательности ДНК в лабораториях. Он применяется в тех случаях, когда нужно проанализировать отдельные молекулы ДНК, чаще всего в геномной инженерии или в ходе медицинских исследований. Например, при создании генно-инженерных конструкций исследователю важно удостовериться, что в созданной им искусственной молекуле ДНК всё работает именно так, как он предполагает. В медицине метод применяется при поиске каких-то конкретных мутаций у пациентов, чтобы убедиться — диагноз поставлен правильно. Соответственно, берут образец ткани или физиологической жидкости этого пациента, выделяют ДНК и прочитывают интересные места в геноме, — объяснил заместитель директора Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН, заведующий лабораторией геномики ИМКБ СО РАН кандидат биологических наук Степан Николаевич Белякин.

— Мы организовали это мероприятие в основном, чтобы поделиться нашим опытом, показать, какие проблемы возникают при капиллярном секвенировании и как их решать. Я предполагал, что придут преимущественно люди из соседних институтов, возможно, потенциаль-

ные заказчики центра коллективного пользования ИМКБ СО РАН. Однако благодаря активности компании «Хеликон», выступившей соорганизатором школы, еще приехали люди из других городов. Поскольку у нас большой опыт использования метода секвенирования по Сэнгеру, мы, наверное, можем утверждать, что с основными проблемами уже успели столкнуться и как-то их или решить, или развести руками. Этому и были посвящены лекции сотрудников нашего института, а два доклада представителей компании Thermo Fisher Scientific затрагивали стандартные вещи: устройство секвенатора, его настройку и использование, пробоподготовку, — добавил Степан Белякин.

При секвенировании по Сэнгеру фрагмент ДНК, который нужно прочитать, сначала внедряется в плазмиду (кольцевая ДНК у бактерий), затем бактерии, размножаясь, «штампуют» множество копий исходного фрагмента, после чего многократно скопированные участки ДНК выделяют из микроорганизмов и добавляют в смесь для секвенирующей реакции. А уже в этой смеси начинается самое интересное — исходный фрагмент снова много раз тиражируется, но уже не полностью, а «обрывками», длина которых может различаться как минимум на один нуклеотид. Множить фрагмент помогает ДНК-полимераза, синтез начинается с «затравки» — праймера, а «обрывает» кусочки ДНК терминатор — нуклеотид, обладающий свойством прекращать синтез цепи ДНК. Каждый терминатор несет на себе флуоресцентную метку, которая позволяет однозначно определить его «имя»: А (аденин), Т (тимин), G (гуанин) или С (цитозин).

Чтобы наконец-то прочитать нуклеотидную последовательность исходного фрагмента, «обрывки» ДНК дифференцируются по длине с помощью электрофореза — перемещения частиц в геле под действием электрического поля. Когда на отрицательно заряженную молекулу ДНК действует электрическое поле, она двигается по капилляру секвенатора, заполненному гелем, к положительному полюсу.

Капилляры представляют собой тонкие трубочки, диаметр которых меньше сечения человеческого волоса: они состоят из сверхчистого кремния и окружены металлической оболочкой. Известно, что в плотном геле короткие «кусоч-



Приготовление смеси для секвенирующей реакции

ки» ДНК «проходят» быстрее, чем длинные. Соответственно, их можно ранжировать по длине, а разрешающая способность равна одному нуклеотиду.

Когда «кусочки» ДНК «добегают» до положительного полюса капилляра, на фотографической матрице секвенатора определяется цвет нуклеотида-терминатора по его флуоресцентной метке. Таким образом, можно определить последовательность нуклеотидов исходного фрагмента — например, если короткий кусочек ДНК из двух нуклеотидов маркирован буквой Т, то значит на втором месте последовательности ДНК тоже стоит нуклеотид тимин и так далее.

Участникам школы предстояло самим приготовить реакционную смесь (фрагмент ДНК для прочтения последовательности был предоставлен уже готовый), провести секвенирующую реакцию в амплификаторе — приборе, который многократно (на протяжении 35 циклов) нагревает и охлаждает смесь в течение двух часов для того, чтобы в ней произошло образование «обрывочков» ДНК, а затем очистить продукты реакции и загрузить их в секвенатор.

На взгляд неопытного человека, самое сложное в приготовлении реакционной смеси — правильно пользоваться автоматической пипеткой. Поскольку компоненты измерялись в микролитрах (1 мкл — 1/1000 миллилитра), очень сложно было заметить, набран ли необходимый реагент, на глаз это определить практически невозможно.

Затем, после двухчасового циклического нагревания смеси в амплификаторе, проводилась очистка продуктов реакции от неотреабавших праймеров. После чего участники познакомились с восьмиканальным (восьмиканальным) секвенатором, производительность которого — до 1 000 пар нуклеотидов за один цикл работы прибора, а загрузить одновременно можно восемь образцов. На аналогичных машинах был впервые, в течение 13 лет, прочитан геном человека. Сейчас, конечно, расшифровка таких больших объемов информации производится методом полногеномного секвенирования, а не капиллярного.

Надо отметить, первые секвенаторы были не только громоздки и медлительны, но и опасны для здоровья — терминаторы помечались не флуоресцентной, а радиоактивной меткой. Современный же прибор занимает не больше ме-

ста, чем средних размеров копировальный аппарат. Более того, всю работу по определению последовательности нуклеотидов секвенатор выполняет сам и в качестве результата выгружает последовательность ДНК и таблицу с графиками, похожими на кардиограммы, — на ней визуализированы цветом разные нуклеотиды, а каждая буква («имя» нуклеотида) выглядит на графике, как пик. После получения результата участникам школы предстояло оценить качество последовательности по интенсивности пиков и другим параметрам.

К сожалению, отсутствие навыков работы с автоматической пипеткой не прошло даром — корреспонденту «Науки в Сибири» «прочитать» ДНК не удалось. Зато у всех остальных участников получилось отлично. Завершилась школа обзором бесплатного программного обеспечения для анализа данных и современных решений для секвенирования.

Надежда Дмитриева  
Фото автора

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, ведь «Наука в Сибири» — это:

— 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно; 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски;

— статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном; самые свежие новости о работе руководства СО РАН;

— полемичные интервью и острые комментарии; яркие фоторепортажи; подробные материалы с конференций и симпозиумов;

— объявления о научных вакансиях и поздравления ученых.

Если вы хотите забирать газету в Президиуме СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (пр. Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн-пт с 9.30 до 17.30), стоимость полугодовой подписки — 120 рублей. Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».



Внутреннее устройство капиллярного секвенатора

**Наука в Сибири**  
УЧРЕДИТЕЛЬ — СО РАН  
Главный редактор  
Елена Владимировна Трухина

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, пр. Ак. Лаврентьева, 17), а также в НГУ, НГПУ, НГТУ и литературном магазине «Капиталь» (ул. М. Горького, 78)

Адрес редакции:  
Россия, 630090, Новосибирск, пр. Ак. 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  
ОАО «Советская Сибирь»  
630048, г. Новосибирск, ул. Н.-Данченко, 104.  
Подписано к печати 16.05.2018 г.  
Объем 2 п.л. Тираж 1 500.  
Стоимость рекламы: 65 руб. за кв. см  
Периодичность выхода газеты — раз в неделю

Рег. № 484 в Мининформпечати России  
Подписной инд. 53012  
в каталоге «Пресса России»  
Подписка-2018, 1-е полугодие, том 1, стр. 122  
E-mail: presse@sbras.nsc.ru, media@sbras.nsc.ru  
© «Наука в Сибири», 2018 г.