



# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 24 сентября 2020 года • № 37 (3248) • 12+

## День Академгородка — 2020



Читайте на стр. 4–5

### Поздравление

## Президент Российской академии науки поздравил новосибирцев с Днем Академгородка

Уважаемые коллеги, друзья!

От имени Российской академии наук сердечно поздравляю вас с праздником — Днем Академгородка!

Новосибирский Академгородок — первый в СССР крупный комплексный научный центр, объединивший организационно и территориально институты, работавшие в различных направлениях фундаментальной науки. Его строительство началось в 1958 году, в 1959 году здания первых институтов и жилых домов были введены в эксплуатацию.

В Академгородке были отработаны схемы и подходы к проектированию новых городов, которые получили широ-

кое развитие в 60-е годы прошлого века. В 2014 году он включен в реестр объектов культурного наследия народов РФ.

Новосибирский Академгородок стал научным центром, имеющим мировую известность, уникальным по охвату и концентрации человеческих знаний, всегда был и остается центром притяжения передовых ученых из разных стран. Десятки институтов СО РАН, кафедры Новосибирского государственного университета и научные форумы объединяют ведущих специалистов по всем фундаментальным, техническим и гуманитарным направлениям: математика и информатика, физика и химия, геология и биология, экономика и социоло-

гия, медицина и экология, философия и филология.

Сегодня Академгородок — мощный научный комплекс и красивейший уголок природы. Научный центр стал живой легендой, предметом восхищения всего мира. Задача будущих поколений — сохранить его принципы, традиции и душу.

Поздравляю вас с замечательным праздником, желаю всем творческих успехов, неиссякаемой жизненной энергии, здоровья, благополучия!

Президент  
Российской академии наук  
академик РАН А. М. Сергеев

### Новости

#### Сибирские ученые отмечены государственными наградами Российской Федерации

Президент РФ подписал указы о присуждении государственных наград трем ученым Сибирского отделения РАН.

За большой вклад в развитие науки и многолетнюю добросовестную работу медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени награжден **Владимир Иванович Клишин**, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории Института угля СО РАН ФИЦ угля и углехимии СО РАН (Кемеровская область — Кузбасс).

За заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» присвоено **Владимиру Романовичу Алексееву**, доктору географических наук, профессору, главному научному сотруднику Института мерзлотоведения имени П. И. Мельникова СО РАН (Республика Саха — Якутия) и **Валерию Васильевичу Гафарову**, доктору медицинских наук, профессору, главному научному сотруднику НИИ терапии и профилактической медицины — филиала ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» (Новосибирск).

NBS

#### На Президиуме РАН был сделан доклад о Большой Норильской экспедиции

Председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон** рассказал о Большой Норильской экспедиции на дистанционном заседании Президиума РАН.

Научный руководитель БНЭ напомнил о разливе топлива в Норильске, что послужило толчком к созданию уникальной междисциплинарной команды исследователей, обрисовал маршрут полевого этапа экспедиции и перечислил работы, выполненные на Таймыре. Особый упор он сделал на геофизические изыскания: они позволили увидеть участки, где происходит фильтрация точки разлива. В настоящее время все отобранные с огромной площади пробы поступили в лаборатории институтов-участников БНЭ.

Валентин Пармон акцентировал, что 15 сентября было подписано соглашение о сотрудничестве между СО РАН и «Норильским никелем». «Нужно поддерживать взаимодействие Академии наук с нашим крупным бизнесом для решения значимых вопросов, включая экологические, — подчеркнул В. Пармон. — Это мультидисциплинарные проблемы, и кроме РАН никто не может собрать соответствующие команды специалистов. Если возникают подобные вопросы, которые требуют быстрого сопровождения, то они должны быть восприняты нами как прямая задача».

NBS

## НОВОСТИ

## В Иркутске прошла VII Международная Верещагинская Байкальская конференция

В ней приняли участие более двухсот российских и зарубежных ученых. Мероприятие посвящено крупнейшему исследователю Байкала Глебу Юрьевичу Верещагину и проводится Лимнологическим институтом СО РАН (Иркутск) каждые пять лет. В этом году ученые впервые обсуждали наиболее актуальные вопросы лимнологии в онлайн. Среди тем конференции — механизмы образования, биоразнообразия, эволюции Байкала, озер, водоемов, рек и суши мира в междисциплинарных исследованиях.

«В том числе речь шла и о цифровых данных, изучении антропогенного влияния на Байкал и окружающие его территории,

токсикологических эффектах, которые могут оказывать влияние на биоту водоемов. С каждым годом расширяется круг специалистов. Если раньше рассказывали об изучении озер, то сейчас — о водоемах в целом, морях и океанах: исследования показывают, что у Байкала с ними много общего», — рассказал директор ЛИН СО РАН доктор геолого-минералогических наук Андрей Петрович Федотов.

Работа конференции проходила по семи секциям: «Глобальные изменения водных экосистем в современный период, методы мониторинга состояния водной среды», «Биоразнообразие крупных пресноводных водоемов: молекулярные и классические подходы и модели», «Аквальные организмы: аспекты геноми-

ки, физиологии, биохимии», «Круговорот веществ и биогенных элементов» и «Гидрологические и гидрофизические процессы, влияние на системы водоемов». Кроме этого, были и пленарная, и стендовая секции. Тезисы докладов опубликованы в виде кратких сообщений в журнале *Limnology and Freshwater Biology*.

В рамках конференции состоялся V Международный Байкальский микробиологический симпозиум «Микроорганизмы и вирусы в водных экосистемах». Ученые из России, Германии, Великобритании и Японии обсудили исследования в области экологии, микробиологии и вирусологии.

Работа традиционной школьной секции конференции в этом году проходи-

ла по четырем направлениям: «Экология водных объектов, гидробиология», «Биология», «Экология» и «Ботаника». Свои доклады представили школьники из нескольких городов России.

VII Международная Верещагинская Байкальская конференция состоялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, компаний «Хеликон» и «СибЛабСервис». Несмотря на новый формат проведения, участники отметили высокий уровень мероприятия. Организаторы выразили готовность проведения совместных исследований, в том числе экспедиционных работ на Байкале.

Пресс-служба ИНЦ СО РАН

## Представители компании Huawei ознакомились с разработками ИНГГ СО РАН

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН посетила делегация Новосибирского исследовательского центра компании Huawei. В ходе встречи обсуждались возможности использования серийных мобильных устройств для регистрации, хранения и передачи геофизических данных.

Открывая заседание, директор ИНГГ СО РАН профессор, доктор технических наук Игорь Николаевич Ельцов отметил, что у института и Huawei есть целый ряд направлений для плодотворного сотрудничества. В частности, у геофизических ла-

бораторий ИНГГ есть немало прогрессивных разработок, связанных со сбором и обработкой данных. Именно они могут стать темой для совместных проектов ИНГГ СО РАН и Huawei.

Гостям были продемонстрированы последние результаты в области высокопроизводительных вычислений на CPU и GPU для наземной и скважинной геофизики. Кроме того, ученые рассказали о своем опыте по использованию беспилотных летательных аппаратов для геофизических изысканий. Внимание было уделено и малоглубинным электромагнитным исследованиям, в том числе — использованию

смартфона для управления измерениями. Все эти наработки используются учеными ИНГГ СО РАН в лабораториях, на стационарах и на научно-исследовательской станции «Остров Самойловский».

В выступлениях специалистов ИНГГ также говорилось об использовании методов машинного обучения при анализе сейсмических данных. Отдельной темой стало моделирование и обращение разномасштабных геофизических полей, включая численные алгоритмы и программное обеспечение, ориентированные на высокопроизводительные вычислительные системы.

Доклады ученых ИНГГ СО РАН вызвали большой интерес со стороны представителей Huawei. В свою очередь, гости рассказали о направлениях работы компании и о программах по сотрудничеству с научными и образовательными организациями, о различных решениях в области математических библиотек, облачных сервисов и искусственного интеллекта. Завершая заседание, стороны выразили уверенность в том, что в будущем станут укреплять взаимовыгодное сотрудничество и реализовывать совместные проекты.

Пресс-служба ИНГГ СО РАН

## БОЛЬШАЯ НОРИЛЬСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

## Красноярские ученые исследуют пробы почвы из Норильска

Исследователи ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» изучают последствия разлива топлива на Крайнем Севере. Работы в лабораториях — естественное продолжение Большой Норильской экспедиции, организованной Сибирским отделением РАН. В ней приняли участие 14 академических институтов из Красноярска, Новосибирска, Томска, Барнаула, Якутска и других городов.

Сейчас участники одного из трех отрядов красноярских ученых, специалисты Института химии и химической технологии ФИЦ КНЦ СО РАН, занимаются анализом донных отложений и почвы. За время экспедиции исследователи отобрали несколько десятков проб в прибрежной зоне рек и озер. Позже в лабораторию будут доставлены еще около пятидесяти образцов, полученных в результате бурения грунта коллегами из других институтов. География отбора проб — от Норильска до Карского моря.

«Мы шли от ТЭЦ, где произошла авария, по тем рекам, по которым распространялось загрязнение. Моя группа пробыла на Севере две недели. В результате мы сможем оценить загрязнение до фильтров и после и понять, насколько эффективно очищают боны и сорбенты, которые установили в связи с аварией», — делится подробностями полевых работ младший научный сотрудник ИХТТ ФИЦ КНЦ СО РАН Андрей Михайлович Скрипников.

На данном этапе идет сушка образцов, которые были привезены из Норильска в замороженном виде. Ученые должны подготовить сопутствующие материалы для проведения экспериментов и сорбенты для разделения нефтяной фракции. С помощью традиционных методов в подобных исследованиях определяют лишь четыре полиароматических углеводорода (ПАУ). Красноярские химики планируют задействовать обновленную европейскую методику, в результате анализ будет сделан для 16 полиароматических углеводородов.



Забор проб на Карском море. Фото пресс-службы БНЭ



Изучение образцов в лаборатории. Фото группы научных коммуникаций ФИЦ КНЦ СО РАН

В работе ученые используют высокоточную газовую хроматографию, которая позволит определить не только наличие загрязняющих веществ, но и их концентрации. Ученые отмечают, что работа носит комплексный характер. Задача химиков — количественно оценить содержание нефтепродуктов. В местах отбора проб донных осадков и грунта работали и красноярские биофизики. Они собирали живых обитателей водоемов. Позже химики и биофизики сопоставят результаты и сделают вывод о характере влияния загрязнений на окружающую среду.

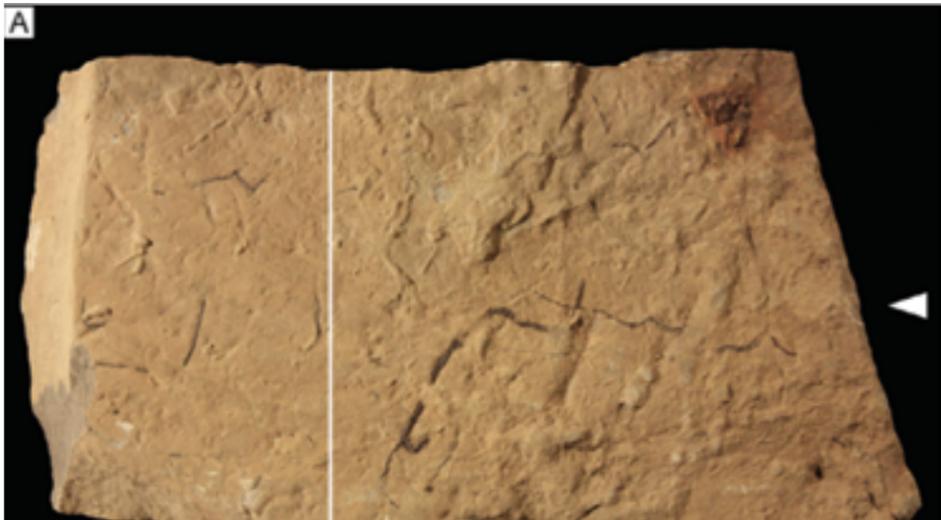
«Это была очень интересная экспедиция. Нас впечатлила суровая красота северной природы, невероятно красивые реки и озера и при этом необычное отсутствие растительности. С профессиональной точки зрения нам удалось применить на практике многие методики, обменяться опытом с коллегами. Такое масштабное исследование в этом регионе проводилось последний раз в 1970-х годах. Сейчас мы получим важные данные о техногенном влиянии в Арктике», — рассказывает Андрей Скрипников.

Результаты анализов будут готовы примерно через полтора месяца. На основе полученных данных можно будет отследить распространение нефтяных продуктов, оценить степень загрязнения этих мест. В частности, ученые оценят количество канцерогенных веществ в почве и донных отложениях, которые влияют на живые организмы.

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН

## Обнаружены системы нор раннекембрийских морских организмов

Сибирские ученые обнаружили одно из древнейших свидетельств глубокого зарывания живых организмов в осадок, которое обеспечивало обмен компонентами между слоями и водами океана. Это означает, что уже около 540 миллионов лет назад среди обитателей морского дна началась спецификация по характеру переработки осадка в поисках пищи. Статья опубликована в *Precambrian Research*.



Изображения систем нор внутри слоя, полученные методом рентгеновской томографии

В работе принимали участие сотрудники Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН и Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН.

Период, которому посвящено исследование, — переходный этап от одного типа биосферы к другому, когда происходил слом докембрийской системы и формирование кембрийской. «Раннекембрийские морские экосистемы были гораздо ближе по своей структуре к современным, чем к существовавшим всего за несколько миллионов лет до начала кембрия. В том числе в позднем докембрии на морском дне были широко распространены микробные маты, создававшие барьер между водой и осадком. Из-за этого обмен компонентами между ними либо не шел вообще, либо был минимальным. В кембрии же наблюдается совершенно противоположная ситуация: уже 530 миллионов лет назад осадок активно перемешивали разнообразные роющие организмы, способствуя тем самым обмену. Интервал же 550–530 млн лет (начало кембрия –540 млн лет назад) представляет собой переходный этап: стали появляться разнообразные животные, которые постепенно начали осваивать новые пищевые ресурсы, в том числе в толще осадка под поверхностью дна. Это находит свое отражение и в геохимических параметрах (например, изотопный состав углерода в карбонатах и органическом веществе, содержание фосфора), которые мы можем установить, изучая породы того возраста», — уточняет старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии докембрия ИНГГ СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Василий Валерьевич Марусин**.

Исследователи показали, что уже с самого начала кембрийского периода достаточно крупные (более 1 мм в диаметре) организмы начали активно зарываться в осадок на глубину 7–10 сантиметров. Ползать в бескислородном субстрате для этих червеобразных организмов было весьма сомнительным удовольствием. Возможно, такая необходимость возникла потому, что в поверхностных условиях конкуренция

за пищевые ресурсы среди обитателей морского дна была уже достаточно высокой. «Это, в общем-то, одно из древнейших или даже самое древнее свидетельство глубокого зарывания в осадок организма с освоением бескислородных условий. Об этом мы можем судить благодаря типу сохранности этих остатков. Мы со старшим научным сотрудником ИЯФ СО РАН кандидатом физико-математических наук **Константином Эдуардовичем Купером** решили посмотреть, что происходит внутри слоя, потому что изначально было непонятно, норы ли это вообще: на поверхности слоя ходы очень похожи на захоронившиеся водоросли. Стенки нор выполнены пиритом, который по составу очень сильно отличается от самого осадка. Это позволило с помощью метода рентгеновской томографии реконструировать то, как выглядит система ходов внутри, — рассказывает **В. Марусин**. — Для установления состава стенок нор использовалась сканирующая электронная микроскопия. Специфическая форма кристаллов пирита указывает на то, что он формировался в результате восстановления сульфатов по периметру нор специфическими бактериями в обедненных кислородом или вообще бескислородных условиях».

Оказалось, что подобных примеров из отложений этого возраста не описано. Есть лишь похожие, но менее глубокие норы, вырытые более мелкими организмами. «Похожие норы были найдены в Бразилии, а наши — на северо-востоке Сибирской платформы (река Оленёк, Якутия). Вообще, не следует считать, что эти норы какие-то специфические, распространены только в этих регионах. Скорее всего, то же самое наблюдалось в это же время повсеместно, но чтобы их обнаружить, нужна специфическая сохранность, контраст между составом норы и вмещающей породой и томограф. Если какое-то из условий не выполняется, нет возможности установить, что это объемные норы. Нам повезло: был и контраст, и помощь коллег из ИЯФ СО РАН», — говорит ученый.

**Мария Фёдорова**  
Изображение предоставлено исследователями

## Сибирские ученые работают над улучшением свойств медно-оловянных материалов

Специалисты Института химии твердого тела и механохимии СО РАН совместно с коллегами из Национальной академии наук Беларуси провели исследования в области разработки триботехнических материалов на основе медно-оловянных бронз с заданной структурой. Полученный в ходе экспериментов материал можно применять в машиностроении при производстве узлов, подвергающихся трению.



«Медно-оловянные сплавы имеют тысячелетнюю историю и по-прежнему широко используются для изготовления деталей машин как с антифрикционными (подшипники скольжения, подпятники, вкладыши, направляющие, уплотнения, шарнирные устройства и другие), так и с фрикционными свойствами (тормозные, передаточные узлы и прочие), работающих в условиях термической нагрузки до 600 °С. Триботехнические свойства сплавов зависят от структурно-фазового состояния, изменяя которое, можно задавать определенный уровень антифрикционных и противозносных свойств материала», — рассказывает руководитель группы металлических композиционных материалов ИХТТМ СО РАН доктор химических наук **Татьяна Фёдоровна Григорьева**.

Триботехника — раздел физики, занимающийся изучением процессов взаимодействия контактирующих поверхностей при их относительном перемещении. Основная цель — нахождение путей снижения трения и изнашивания.

Обычные медно-оловянные бронзы имеют высокую износостойкость, но низкую прочность, поэтому очень важно найти способ повысить второй параметр при сохранении первого. Механохимический подход к получению композитных (многокомпонентных) структур и последующее электроконтактное спекание позволяют варьировать фазовый состав медно-оловянных бронз и, соответственно, их свойства. После изучения механических характеристик материалов, полученных электроконтактным спеканием механохимически синтезированных сплавов меди и олова, стала понятна зависимость свойств от времени механической активации (МА).

«Механохимический подход заключается в физико-химическом изменении свойств соединений и их смесей при механическом воздействии на вещества, участвующие в реакции. Механическая же активация — это не что иное, как увеличение реакционной способности (или физико-химических свойств) обрабаты-

ваемых веществ в последующих процессах и реакциях. То есть мы активируем участвующую в реакции систему и придаем ей необходимые свойства. Электроконтактное спекание является высокоэффективным способом получения твердых материалов из порошкообразных компонентов, в одном процессе совмещается операция формирования и спекания состава, что значительно сокращает как временные, так и энергетические затраты», — комментирует **Татьяна Григорьева**.

Исследования показали, что при малых временах активации (40 секунд) спекленные материалы имеют плотную структуру с незначительным количеством несплошностей (трещин, пор), при этом высокую износостойкость, но низкую микротвердость. При больших временах (20 минут) материал имел высокую микротвердость, но менее плотную структуру и существенно меньшую износостойкость. Стало понятно, что, варьируя только время МА, не удастся обеспечить требуемые механические свойства триботехнического материала. Поэтому ученые смешали прекурсоры (вещества, участвующие в химической реакции), полученные в течение короткого и длительного времени механической активации, в массовом соотношении 40 % к 60 % соответствующим свойствам синтезированного материала.

«Благодаря проведенной работе стало понятно, что в случае варьирования соотношения компонентов смеси с различным временем механической обработки можно получать материалы с заданной структурой и требуемыми свойствами. Достоинствами данной технологии являются высокая экономичность, возможность реализации без создания защитной атмосферы и экологическая чистота», — резюмирует **Татьяна Григорьева**.

Результаты исследования будут использованы при производстве медно-оловянных материалов для узлов трения, работающих при высоких механических и тепловых нагрузках, абразивном изнашивании, в том числе при ограниченной смазке или ее отсутствии.

**Андрей Фурцев**  
Иллюстрация с сайта pixabay.com

## ФОТОРЕПОРТАЖ

# День Академгородка — 2020

В третье воскресенье сентября новосибирский Академгородок снова отмечает праздник, который появился в прошлом году. Именно осенью когда-то под Новосибирск, к реке Зырянке, приехали первые ученые, и они сполна оценили красоту и уникальность места, где им предстояло строить, жить и работать. Золотая долина — так был назван ими зарождающийся Академгородок — почти не изменилась за минувшие годы. Всё так же сентябрь удивляет красками и многоцветьем, дарит тихое осеннее тепло, а люди, живущие здесь, даже если и прибыли издалека, считают Академгородок своей родиной — и хотят, чтобы он становился лучше и лучше.

День Академгородка инициировал появление филателистического раритета: в Выставочном центре СО РАН прошла церемония гашения маркированных открыток специальным штемпелем Почты России с символикой праздника.

Открытки с пятью видами новосибирского Академгородка кисти художника **Андрея Михайловича Манушина** с его согласия ограниченным тиражом были изготовлены Сибирским отделением РАН и оклеены марками в честь выдающихся российских ученых, штемпель с оригинальным рисунком предоставила Почта России.

Открывая церемонию гашения, председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон** отметил: «Год назад мы приняли абсолютно правильное решение отмечать День Академгородка. Он должен быть праздником, который объединяет не только сотрудников академических институтов и студентов, а всех, живущих здесь. Патриотизм, в том числе патриотизм локальный, — это очень важно». Глава Сибирского отделения напомнил, что праздник проходит в условиях начала реализации масштабной программы «Академгородок 2.0»: «Выделено финансирование и начинается строительство самого крупного в России научного объекта — синхротрона SKIF, за счет ресурсов города и области построено новое, превосходящее здание для лиц № 130 имени академика М. А. Лаврентьева, ведется ремонт дорог и улиц. Мы рады, что региональные власти видят Академгородок как точку притяжения высококвалифицированных кадров для всей Сибири».

Председатель Совета ветеранов СО РАН, председатель Сибирского отделения в 1997–2008 годах академик **Николай Леонтьевич Добрецов** вспомнил первые годы жизни в новосибирском Академгородке: «Нас было несколько тысяч, но все друг друга знали. Что касается науки, то никто не зацикливался на своей узкой специализации. Лично я ходил сразу на четыре семинара, не считая нашего внутриинститутского. С самого начала у нас установилось провозглашенное Лаврентьевым междисциплинарное взаимодействие».

О лозунге Советского района Новосибирска «Сохраняя традиции» напомнил его глава **Дмитрий Михайлович Оленников**. День Академгородка он назвал новой традицией, призванной поддерживать все прежние, и предложил сделать гашение тематических открыток специальным штемпелем ежегодным мероприятием в рамках этого праздника.

«Штемпель гашения — это знак принятой оплаты за почтовое отправление, — напомнил директор макрорегиона Сибирь АО «Почта России» **Николай Федорович Новосельцев**. — Зачастую он приурочен к значимым событиям из нашей истории и становится ее частью. То, что произошло сегодня, — это рождение новой коллекционной ценности с бесконечной историей».

Концертная программа в Доме ученых СО РАН «Великая Победа: наследие и

наследники» была посвящена памяти сибирских ученых, которые прошли горнило Великой Отечественной войны.

**В. Пармон** напомнил, что само название «Академгородок» официально начало звучать с 1959 года, когда появились первые дома и институты, начал работать Новосибирский государственный университет. «Этот день нужен нам для того, чтобы мы не замыкались в наших научных коллективах, это праздник для ученых, ветеранов, студентов, преподавателей, для всех, работающих и живущих здесь, и он будет праздником единения, потому что все мы носим красивое имя «академгородковцы», — сказал **В. Пармон**. — С праздником вас! Всегда помните, что вы связаны с самой лучшей точкой нашей Родины — новосибирским Академгородком».

Полномочный представитель Президента РФ в Сибирском федеральном округе **Сергей Иванович Меняйло** подчеркнул: «Название концертной программы, прозвучавшее на сцене, — наследие и наследники — говорит о том, что у нас есть и в душе, и в мыслях хорошее качество: преумножать и продолжать те дела и традиции, которые заложили наши с вами предки. Я от души хочу всех вас и нас поздравить с этим днем!»

«Сегодня первая возможность за последние шесть месяцев очно, глядя друг другу в глаза, среди единомышленников и земляков поздравить всех с юбилейным годом Победы, годом памяти и славы, годом историческим, потому что именно в 2020-м Новосибирску присвоено долгожданное и заслуженное звание «Город трудовой доблести», и мы все хорошо помним, что в это внесли огромный вклад ученые: и великий академик **Сергей Алексеевич Чаплыгин**, и авиаконструктор академик **Олег Константинович Антонов**, и, конечно же, академик **Михаил Алексеевич Лаврентьев** и его единомышленники, которые создали здесь центр фундаментальной и прикладной науки, известный на весь мир», — сказал губернатор Новосибирской области **Андрей Александрович Травников**.

Мэр Новосибирска **Анатолий Евгеньевич Локоть** процитировал доклад академика **Вячеслава Ивановича Молодина**, посвященный вкладу ученых в победу. «Они знали цену победы и знали, для чего создают здесь Академгородок и развивают науку, — добавил мэр. — Новосибирску присвоено звание «Город трудовой доблести» — в том числе и за труд наших ученых, которые формировали базу, позволившую создать передовое оружие и заложить основы мировой науки. Многие мировые достижения зародились именно здесь. Очень важно, чтобы молодежь помнила, знала и ценила историю нашей страны, историю Новосибирска, историю Академгородка».



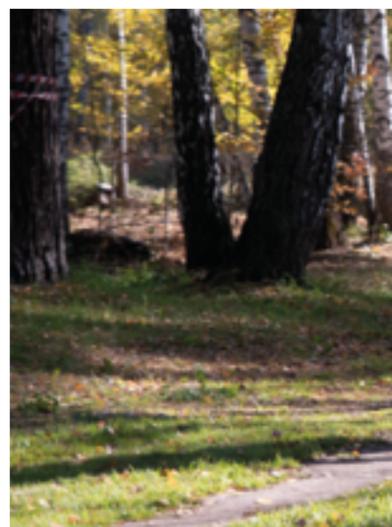
Фото Юлии Поздняковой, Екатерины Пустоляковой, Ольги Ивановой, Андрея Фурцева и Андрея Соболевского



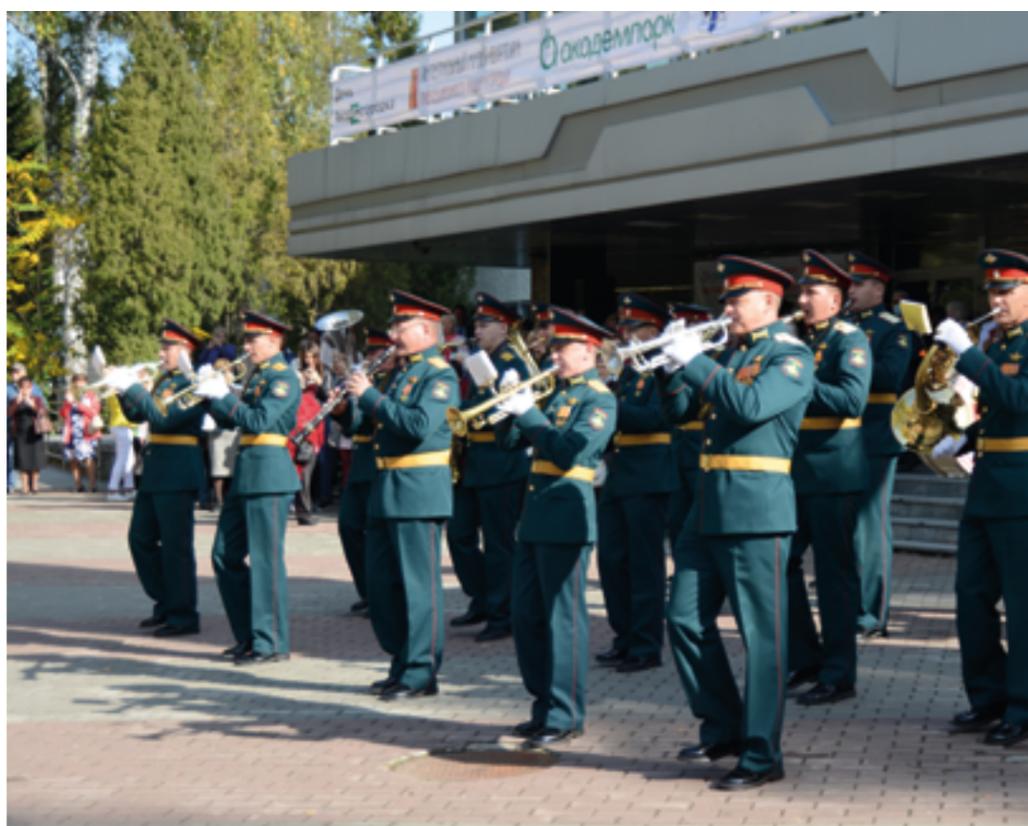
Н. Л. Добрецов, В. Н. Пармон, Н. Ф. Новосельцев, Д. М. Оленников с раритетными открытками



Турнир по волейболу среди мужских команд на ул. Демакова



Утро воскресенья



Играет оркестр Новосибирского



Музыкальная программа у ДМ «Юность» в самом разгаре



День Академгородка – праздник для всей семьи



Юная зрительница



Началось с легкоатлетического кросса «Золотая осень»



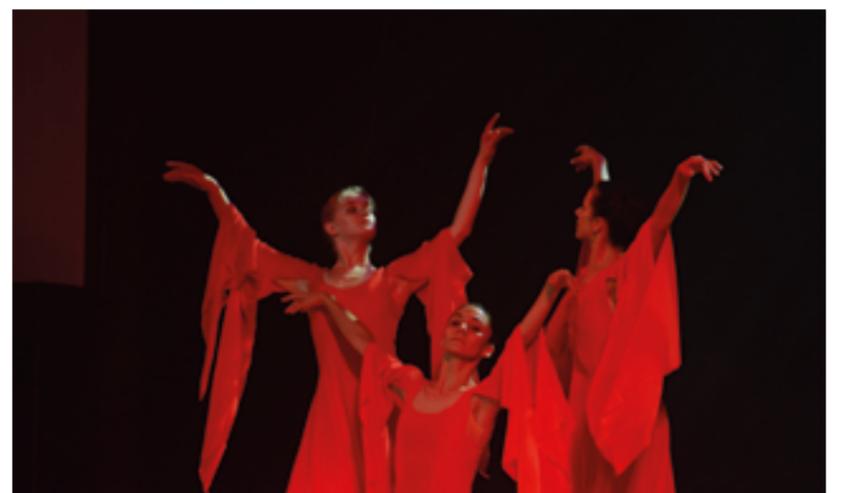
Спектакль «Великая Победа: наследие и наследники»



На концерте выступали и взрослые, и дети



На Шлюзе в это время играли в мини-футбол



Выступает балетное трио



Военного института войск национальной гвардии России



День Академгородка получился прекрасным! Академик Лаврентьев был бы доволен!



Зрители у Дома ученых

## Молоко с иммунитетом

Ученые Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН показали, что в молоке человека содержатся антитела, способные расщеплять короткие РНК. Эта их биологическая функция может оказывать влияние на иммунную систему кишечника ребенка. Результаты исследования опубликованы в журналах *Molecules* и *Journal of Dairy Science*.

«Все считают, что грудное молоко — это просто биологическая жидкость, состоящая из воды, сахара, витаминов и белка. На самом деле оно включает в себя огромное количество белков, выполняющих различные функции, и поэтому очень сильно отличается от различных молочных смесей. В том числе в нем есть антитела, защищающие ребенка от самых разных инфекций», — рассказывает научный сотрудник Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН кандидат биологических наук **Сергей Евгеньевич Седых**.



В ИХБФМ СО РАН под руководством доктора химических наук **Георгия Александровича Невинского** работает одна из немногих научных групп в мире, которая занимается изучением белков и других биологически активных компонентов из молока человека, а также лошади, коровы, козы.

Материнское молоко — это намного больше, чем просто еда. Еще в прошлые века люди заметили, что младенцы, получающие грудное молоко, выживают гораздо лучше, чем те, кто питался искусственно. Затем это наблюдение подтвердили ученые, показавшие: дети на естественном вскармливании по-другому болеют кишечными инфекциями (даже когда вырастают). То есть микрофлора кишечника создается при участии то-

го, что туда попадает с молоком матери, в том числе бактерий и антител. Всё это до сих пор недостаточно изучено.

Антитела молока отличаются от тех, которые присутствуют в крови. Если последние запускают в организме механизмы борьбы с различными инфекциями, то задача первых — всего лишь вывести патогены из кишечника младенца наружу, в подгузник (и функционировать они начинают не в молоке, а уже в кишечнике ребенка). Показано, что у кормящей женщины в крови и молоке сильно возрастает концентрация антител, обладающих каталитическими активностями. Они могут не только связывать и нейтрализовать патогены, но и гидролизовать — разрезать на кусочки — неудобные ДНК и РНК.

Именно последнее свойство удалось продемонстрировать ученым ИХБФМ СО

РАН на коротких — длиной 20 нуклеотидов — микроРНК. Исследователи проводили эксперименты *in vitro*, в пробирке. Они выделяли антитела из молока, смешивали с искусственно синтезированными флуоресцентно-мечеными микроРНК и регистрировали продукты гидролиза.

«В наших последних двух статьях мы показали, что два разных вида антител из грудного молока (IgG и sIgA) могут нейтрализовать короткие РНК, задачи которых еще до конца не изучены. Возможно, это какая-то неизвестная функция иммунной системы кишечника, которая необходима для работы всей иммунной системы в комплексе», — говорит аспирант ИХБФМ СО РАН **Иван Юрьевич Компанеец**.

Однопочечная РНК, которую выделяют бактерии, присутствует в кишечнике ребенка в огромном количестве. Также в нем есть специальные рецепторы, которые распознают эту РНК. «Таким образом, бактерии активно участвуют в регуляции многих процессов у ребенка. В частности, они влияют на прирост массы костей, перистальтику кишечника, — рассказывает ведущий инженер ИХБФМ СО РАН и ассистент кафедры молекулярной биологии и биотехнологии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета **Евгений Александрович Ермаков**. — Мы показали, что антитела, попадающие с молоком матери, способны расщеплять молекулы коротких РНК, таким образом ограничивая доступность этих молекул для рецепторов в кишечнике младенца». По словам

ученого, подобным способом удалось найти конкретный механизм, с помощью которого иммунная система матери может регулировать некоторые процессы у ребенка.

«Главная функция микроРНК — регуляция экспрессии генов. Именно микроРНК запускают и останавливают их работу. Если антитела из материнского молока способны разрезать лишнюю РНК, получается, что они также участвуют в этом процессе», — отмечает **Иван Компанеец**. При этом специфичности антител к каким-то определенным микроРНК ученые не обнаружили. Хотя удалось показать: антитела молока и крови больных аутоиммунными заболеваниями функционируют по-разному.

На данном этапе это чисто фундаментальное исследование, которое проводится *in vitro*. Однако исследователи пытаются представить, как эти процессы будут происходить в организме. «Самая главная практическая перспектива наших результатов в том, что молочные смеси для младенцев можно будет дополнительно обогащать антителами здоровых матерей (разумеется, предварительно изучив эти антитела и их воздействие на организм). Либо можно использовать искусственно созданные моноклональные антитела, которые будут обладать специфическими свойствами защитных антител из материнского молока», — рассказывает **Е. Ермаков**.

**Диана Хомякова**

Фото предоставлено **Сергеем Седых**

## Томские ученые предложили способ оптимизации лазерной сварки

Специалисты Института физики прочности и материаловедения СО РАН показали, как применение ультразвуковых колебаний при лазерной сварке влияет на структуру и прочность сварных соединений из конструкционной стали. Результаты опубликованы в *Journal of Constructional Steel Research*.

Лазерная сварка является современным и эффективным способом соединения металлических материалов, в том числе сталей различных классов. Специфику лазерной сварки составляют чрезвычайно высокие скорости нагрева и охлаждения в узкой зоне локального взаимодействия лазерного луча и свариваемого металла. В этих условиях становится невозможным применение общепринятых представлений о закономерностях формирования структуры и свойств сварного соединения, а значит, и прогнозирование надежности сварного соединения. Так, при лазерной сварке конструкционных сталей резкое изменение условий нагрева до температур расплавления и последующего быстрого охлаждения приводит к образованию в структуре шва хрупких игольчатых структур, известных как структура Видманштетта. У стали с такой структурой снижаются прочностные свойства и пластичность, что является одной из основных причин, сдерживающих широкое внедрение лазерной технологии сварки в ведущих отраслях промышленности, таких как судостроение, авиакосмическое машиностроение, транспортное машиностроение, наиболее широко использующих технологии сварки конструкционной стали.

Решение этой задачи потребовало поиска таких методов внешнего воздействия на кристаллизационные процессы в ванне расплава при лазерной сварке, которые позволили бы компенсировать снижение прочностных свойств сварно-

го шва за счет подавления роста пластин видманштеттова феррита.

Одним из примеров такого решения является способ инокулирования расплава сварочной ванны ультрадисперсными тугоплавкими частицами, дающий возможность контролирования кристаллизационных процессов за счет возникновения большого количества центров кристаллизации в расплаве, что способствует формированию мелкокристаллической структуры сплава при затвердевании. Модификаторы вводятся в сварочную ванну путем предварительного нанесения их в виде суспензий на свариваемые кромки. Основной сдерживающей причиной широкого использования этого способа в промышленности является высокая стоимость модифика-

торов, что экономически неоправданно при сварке больших объемов сталей конструкционного назначения.

Вместе с тем известно положительное влияние ультразвука на структуру и свойства сварных и паяных соединений. Под действием колебаний высокой частоты отмечается измельчение элементов дендритной структуры, уменьшение остаточных напряжений.

Однако существующие приемы подвода ультразвука в сварочную ванну неприменимы для технологии лазерной сварки из-за малой продолжительности процесса расплавления и затвердевания металла.

Томские ученые разработали интеллектуальную технологию лазерной сварки с ультразвуковым воздействием. Суть

метода заключается в наложении ультразвукового воздействия на свариваемые детали в процессе лазерной сварки, что обеспечило значительные изменения в морфологии микроструктуры всех участков сварного соединения.

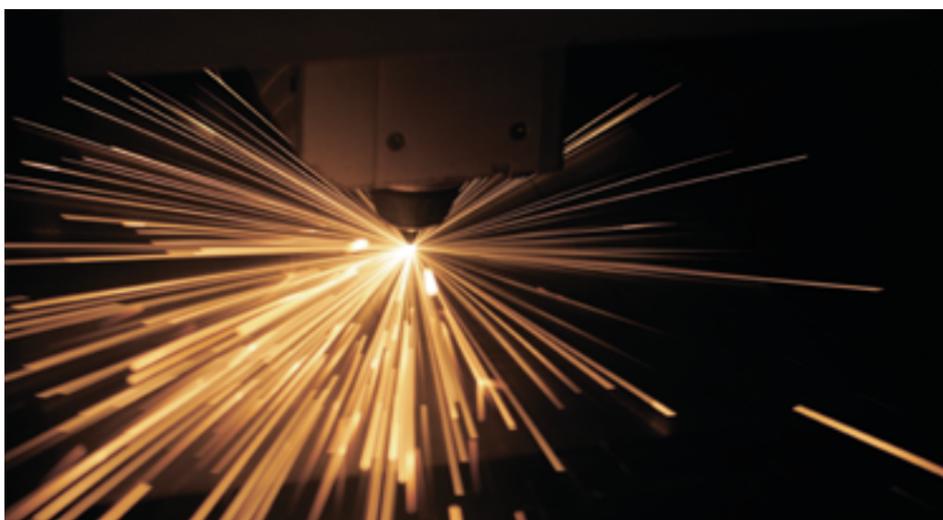
Для ультразвуковой обработки сварного шва был разработан и изготовлен блок ультразвукового воздействия. В его состав входит генератор, продуцирующий и передающий ультразвуковые колебания на магнитострикционный преобразователь, который помещен в корпус с жидкостным охлаждением и соединен с волноводом. Волновод устанавливается и фиксируется на заготовке материала для передачи ультразвуковых колебаний.

Непосредственный результат ультразвукового воздействия — устранение видманштеттовых структур, формирование ультрамелкозернистой структуры и снижение пористости в сварном шве, что является благоприятным фактором, положительно влияющим на прочность сварного соединения.

Таким образом, применение ультразвукового воздействия на сварочную ванну позволяет решить задачу получения однородной конечной структуры при сверхбыстром нагреве и охлаждении конструкционных сталей с резко дифференцированными структурными составляющими.

**Анастасия Федотова**

Фото предоставлено исследователями



## «Армия-2020»

Научные институты Сибирского отделения РАН традиционно участвуют в Международном военно-техническом форуме «Армия», который каждый год проводится в Подмоскowie в конце лета. Для специалистов мероприятие представляет интерес прежде всего из-за концентрации в одном месте ведущих предприятий оборонно-промышленного комплекса, демонстрирующих свои последние разработки.

Так, Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН в составе делегации Сибирского отделения РАН представил собственную разработку: тепловизионные каналы и матричные фотоприемные модули, чувствительные к инфракрасному излучению. Основа фотоприемников — полупроводниковые наноструктуры состава кадмий — ртуть — теллур (КРТ), синтезированные методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Такие модули могут использоваться в разнообразных системах наведения, прицеливания, наблюдения при слабом или полностью отсутствующем освещении. А также в продукции гражданского назначения: охранных комплексах, системах оперативной диагностики утечек на трубопроводах, поиске зон тепловых потерь на любых коммуникациях и объектах, для предотвращения распространения коронавируса — быстрого дистанционного выявления людей с повышенной температурой, даже среди больших скоплений людей.

«Российские производители тепловизионных каналов заинтересованы в наших устройствах, так как это отечественная продукция, не уступающая по качеству зарубежным аналогам, — на оборудование военного назначения запрещено устанавливать импортные комплектующие. Полупроводниковый материал состава КРТ позволяет регистрировать и коротковолновое, и длинноволновое излучение в инфракрасной области спектра. В ИФП СО РАН отработана технология изготовления фотоприемников, включающая процессы выращивания гетероструктур КРТ на кремниевых подложках, изготовления фоточувствительной матрицы, помещения ее в вакуумный криостатируемый корпус, стыковки с микрокриогенной системой. После этого специалисты филиала ИФП СО РАН «Конструкторско-технологического института прикладной микроэлектроники» оснащают тепловизор оптикой и электроникой. Чувствительность наших приборов — сотые доли градусов Цельсия», — говорит заместитель директора ИФП СО РАН по научной работе доктор физико-математических наук Максим Витальевич Якушев, руководивший работой стенда ИФП СО РАН на форуме «Армия-2020».

Фотоприемники на основе материала КРТ делают охлаждаемыми, чтобы материал полностью проявил свои свойства. В отличие от болометров, работающих при комнатной температуре, охлаждаемые ФПУ гораздо более чувствительны и позволяют заметить объект и охарактеризовать его детали на значительно большем расстоянии.

Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН в составе делегации Сибирского отделения РАН совместно с Фондом перспективных исследований и научно-производственным предприятием «Автономные аэрокосмические системы» показал свою новейшую разработку — демонстратор беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки на циклических движителях «Циклолет».

Это первая публичная демонстрация результатов проекта, стартовавшего в начале 2019 года. За год с небольшим был спроектирован циклический движитель, проведены его испытания, был разработан и изготовлен демонстратор, показаны его взлет, полет и посадка. Преимуществами аппарата являются: малые

габариты, низкий уровень шума, возможность посадки на неподготовленные негоризонтальные площадки и даже причаливание к вертикальным поверхностям.

Научно-производственное объединение «Молния» совместно с Институтом теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН в составе делегации Сибирского отделения РАН продемонстрировало новейшую инновационную разработку — модель орбитальной ступени нового поколения (ОСНП). Целью разработки является формирование облика многоразового ОСНП, выводимого на орбиту с помощью ракеты-носителя и завершающего полет аэродинамическим управляемым спуском в атмосфере с горизонтальной посадкой на полосу существующих аэродромов.

Экспериментальные модели ОСНП прошли успешные испытания в аэродинамических трубах ИТПМ СО РАН и СибНИА. Исследовалась базовая конфигурация и конфигурации с различным положением органов аэродинамического управления. В результате для широкого диапазона изменения числа Маха и угла атаки получены картины течения вблизи модели, ее силовые и моментные аэродинамические характеристики, определены характеристики устойчивости и управляемости компоновки, получены оценки эффективности органов аэродинамического управления. Выявлены элементы, неблагоприятно влияющие на аэродинамические характеристики компоновки, и даны рекомендации по их изменению для повышения аэродинамического совершенства разрабатываемого аппарата. Генеральный директор ОАО «Молния» Ольга Михайловна Соколова отметила, что ИТПМ СО РАН — это стратегический партнер на долгие годы для создания нового современного «Бурана».

В рамках форума состоялся круглый

стол «Комплексные научно-технические программы полного инновационного цикла: перспективные модели интеграции науки, образования, бизнеса и новые возможности диверсификации деятельности ОПК», посвященный комплексным научно-техническим программам полного инновационного цикла. Организатором мероприятия выступала технологическая платформа «Национальная информационная спутниковая система», курируемая компанией АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва».

В работе круглого стола приняли участие представители Минобрнауки России, Минэкономразвития РФ, Государственной корпорации «Роскосмос», Сибирского отделения РАН, представители операторов космических услуг и финансовых институтов России, а также представители организационно-участниц технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система».

Участники встречи обсудили перспективные модели интеграции науки и образования, а также новые возможности диверсификации деятельности оборонно-промышленного комплекса. Директор ИТПМ СО РАН член-корреспондент РАН Александр Николаевич Шиплюк представил доклад в соавторстве с академиками Валентином Николаевичем Пармоном, Василием Михайловичем Фоминым, Дмитрием Марковичем Марковичем о научно-технических разработках сибирских академических институтов в рамках технологической платформы. Доклад и перспективные разработки институтов не оставили равнодушными организаторов круглого стола, что подтверждается еще одним дипломом.

Помимо научных организаций СО РАН

наш регион на форуме представляло Новосибирское высшее военное командное училище. В настоящее время ведутся активные переговоры о комплектовании в Академгородке научных рот на базе НВВКУ. Талантливые студенты смогут проходить военную службу по призыву в таких ротах, выполняя научно-прикладные исследования в интересах Министерства обороны России в институтах СО РАН.

Основными критериями при отборе кандидатов в научную роту являются: способность вести самостоятельную научную деятельность в профильных направлениях, научный потенциал кандидата, выявленный при индивидуальном собеседовании. Предпочтение отдается победителям олимпиад, конкурсов, участникам научных работ, которым выделены гранты или которые имеют особое прикладное значение по утвержденным направлениям научно-прикладных исследований научной роты.

Участие в подобных форумах расширяет сеть контактов с научными, производственными организациями, позволяет отследить новые тренды, познакомиться с образцами современного оборудования.

В шестом Международном военно-техническом форуме «Армия-2020» приняли участие 1 457 предприятий и организаций, которые представили более 28 тысяч образцов продукции военного и двойного назначения. Основная цель форума — это стимулирование инновационного развития оборонно-промышленного комплекса, деятельности перспективных специалистов научно-исследовательских организаций, а также укрепление взаимного сотрудничества.

Текст и фото предоставлены ИТПМ СО РАН



А. Н. Шиплюк рядом с танком третьего поколения Т-14 «Армата»



Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) проекта «Циклон» способен транспортировать до 20 кг, оставаясь незамеченным. Такие воздушные колеса типа «небесных колесниц» очень тихие



Стенд Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН на форуме «Армия-2020»: представлены макет тепловизионного канала с микросканированием, фотоприемные устройства

**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, 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, издательства:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, 17.  
Тел.: 238-34-37.

**Мнение редакции может  
не совпадать  
с мнением авторов.**

**При перепечатке материалов  
ссылка на «НвС» обязательна.**

Отпечатано в типографии  
ООО «ДЕАЛ»:  
630033, г. Новосибирск,  
ул. Брюллова, 6а.

Подписано к печати: 22.09.2020 г.  
Объем: 2 п. л. Тираж: 2000 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-2020, 2-е полугодие.  
E-mail: presse@sb-ras.ru,  
media@sb-ras.ru  
Цена 11 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2020 г.

**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 здании Президиума СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (проспект Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн–пт, с 9:30 до 17:30). Стоимость полугодовой подписки — 200 руб.  
Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».



По этой ссылке вы можете присоединиться к нашей группе в «ВКонтакте»

Сайт «Науки в Сибири»  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

## Можно ли поместить компьютер в наш глаз?

Возможно ли выводить изображение на внутреннюю часть роговицы глаза? Для этого потребуется вживление устройств? Можно ли придумать, например, модуль, который крепится к руке? В нем будет сим-карта, процессор, карта памяти. Управление всем этим будет осуществляться с помощью нейроинтерфейса. Питание будет производиться с помощью электроимпульсов мозга. Возможно ли такое? Если нет, хотелось бы объяснений, если да, то через сколько лет?

Отвечает научный сотрудник Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН кандидат физико-математических наук **Василий Александрович Дедок:**

«В нашем глазу роль свето- и цветочувствительного элемента играет сетчатка. Это та часть глаза, которая может воспринимать изображение. Роговица же выполняет в глазу функцию объектива. Поэтому вывод изображения логично производить на сетчатку. Промышленно сейчас выпускаются различные системы, шлемы виртуальной реальности. По сути, это аналог компьютерного монитора, только в виде очков. Здесь вместо линз установлены дисплеи. Технология совсем уже не секретная, и эти устройства выпускаются для бытового использования. Еще существуют такие современные гаджеты, как VR-очки, например Apple AR Glass. Это инструмент для отображения дополнительной информации к тому, что видит человек в обычных условиях.

По всей видимости, энергии электроимпульсов мозга для подобных устройств совершенно недостаточно (по крайней мере, персонально мне было бы очень страшно вмешиваться в эту область человеческого организма), поэтому, скорее всего, потребуется дополнительное питание. Возможно, вопросы электропитания будут решаться теми технологиями, которые используются в современных беспроводных зарядных устройствах или домофонных ключах. С точки зрения управления такого типа устройств технических проблем нет. В случае, когда управление довольно простое, то есть не требует реализации сложных



алгоритмов, можно поместить какой-либо вычислительный узел на борту такого устройства. Однако, если логику механизма необходимо делать достаточно сложной, требуется интеграция с другими модулями. Если же они потребляют много энергии, то можно разработать какой-то внешний вычислительный модуль (на ремне, в кармане, в сумке и так далее), который будет выполнять сложную работу, а по легковесному радиоканалу передаст все сигналы на оптическую часть.

Из современных технических достижений в оптических технологиях стоит отметить недавно анонсированную линзу дополненной реальности, но решение, представленное компанией Mojo Vision, кажется еще не до конца доработанным, и неясно, сможет ли она выполнять все заявленные функции. Стоит также вспомнить о совсем недавнем анонсе

проекта Neuralink по имплантированию чипа в головной мозг свиньи. По заявлениям авторов, это устройство может работать целый день без подзарядки, поэтому наверняка по вопросу электропитания вживляемых уже в глаз устройств имеются если не готовые ответы, то, по крайней мере, достаточно серьезные продвижения.

В настоящее время можно довольно просто даже своими силами сделать напечатанную на 3D-принтере насадку на дужку очков, которая будет добавлять дополнительную информацию к той картинке, которую видит человек. В корпус такой насадки помещается оптическая схема, управляющий контроллер, экран, беспроводной модуль и аккумулятор. Управление может осуществляться, к примеру, с телефона».

Иллюстрация с сайта pixabay.com

## Можно ли в космосе создать искусственное давление и разогнать заряд до скорости света?

Реально ли в космосе создать искусственное давление? И возможно ли теоретически искусственно в космосе разогнать заряд до скорости света (300 000 000 м/с), при которой появится переменное электрическое поле, вызывающее, в свою очередь, появление переменного магнитного поля?



Отвечает исполняющий обязанности заведующего кафедрой радиофизики и доцент кафедры физико-технической информатики физического факультета Новосибирского государственного университета кандидат технических наук **Георгий Александрович Фаткин:**

«Первый вопрос в целом несколько странный. Я бы мог дать на него следующий ответ: вопреки расхожему мнению, давление газа в космосе и так ненулевое, особенно в пределах Солнечной системы. В частности, на Земле с использо-

ванием диффузионных или турбомолекулярных насосов можно создать более глубокий вакуум, чем на околоземной орбите. Глубокий вакуум в космосе, судя по всему, есть лишь в межпланетном пространстве. А создать давление вполне возможно, но в незамкнутом объеме совсем не надолго, ведь частицы очень быстро разлетаются.

Что касается второго вопроса, то разогнать электроны до скорости света, конечно, невозможно, так как электрон — частица с массой. Однако создать ульт-

рарелятивистский пучок, то есть пучок электронов со скоростью очень близкой к скорости света, скажем, 0,9999999 от ее значения, вполне возможно. Для получения релятивистского пучка достаточно разогнать электроны выше энергии 511 КэВ (килоэлектронвольт), соответствующей массе электрона. В современных ускорителях пучков энергия электронов достигает нескольких ГэВ (гигаэлектронвольт), следовательно, пучки в них являются ультрарелятивистскими. Естественно, разогнанные электроны при своем движении создают магнитное поле. Если же рассмотреть циклический принцип ускорения, то эти частицы, обращаясь по кольцу, создают излучение, называемое синхротронным. Именно на этом принципе основаны синхротроны, и в частности СКИФ — синхротрон поколения 4+, который будет построен в Новосибирске. Синхротронное излучение имеет уникальные параметры и позволяет проводить массу интересных научных экспериментов в геологии, медицине, биологии, археологии и прочих науках».

Иллюстрация с сайта pixabay.com