

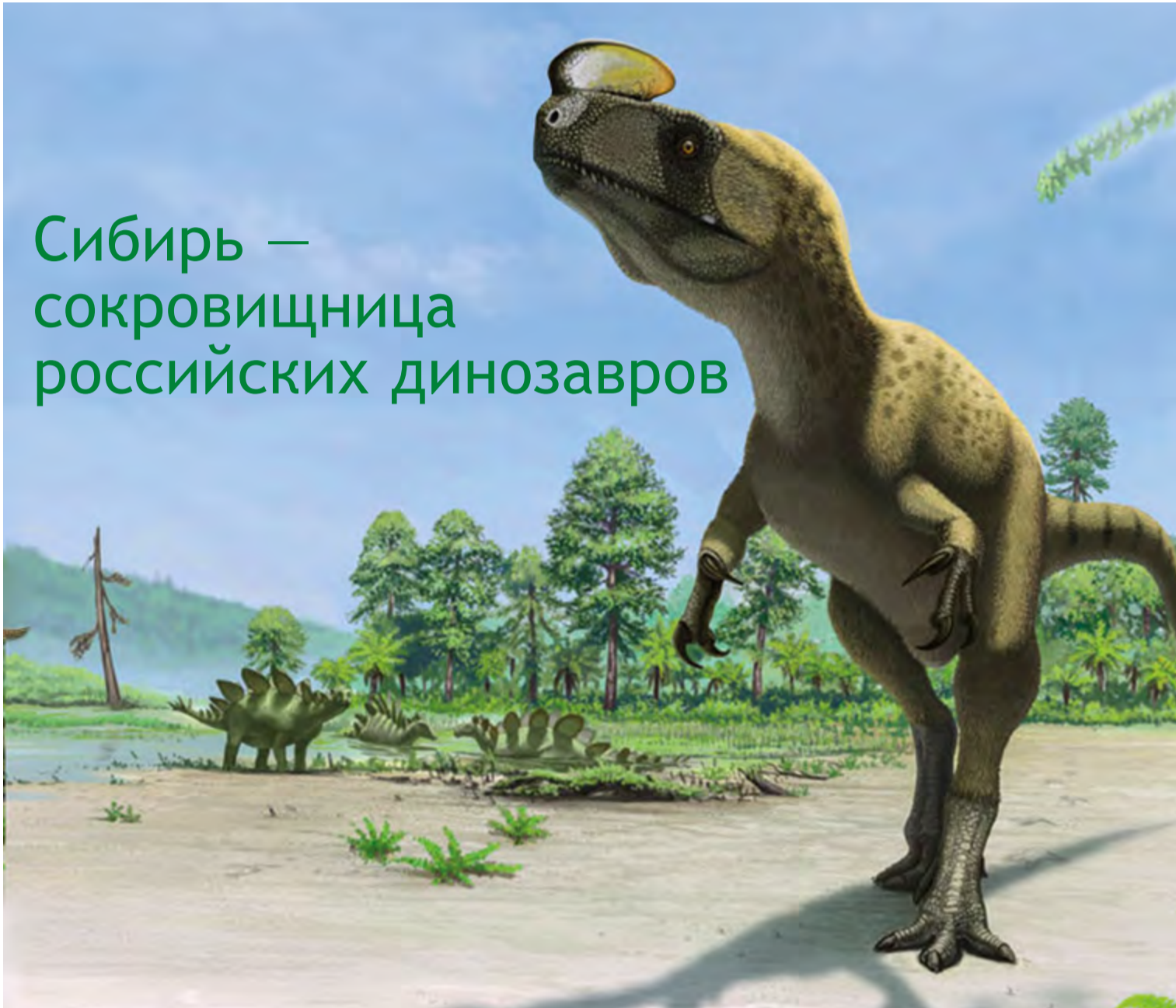


# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 27 февраля 2025 года • № 7 (3469) • 12+



## Сибирь — сокровищница российских динозавров



Читайте на стр. 4–5

Новость

## Ученые выявили перспективное соединение для создания нового антиопухолевого препарата

Исследователи из Новосибирского государственного университета совместно с коллегами из Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, а также из Ирландии и Франции доказали наличие высокой противораковой активности у химического соединения, в состав которого входят катионные антимикробные пептиды (AMP), они еще называются пептидами защиты хозяина. В перспективе указанное соединение может стать основой для создания нового эффективного противоопухолевого лекарства. Статья об этом опубликована в журнале *Molecular Sciences*.

«Эта работа заняла довольно много времени, но в результате нам удалось на культурах опухолевых клеток показать высокую активность полученного вещества. Кроме того, мы смогли изучить

механизмы его действия на молекулярном уровне — сегодня это обязательное условие для регистрации любого нового противоракового препарата в мировом масштабе», — рассказал заведующий кафедрой фундаментальной медицины факультета медицины и психологии В. Зельмана Института медицины и медицинских технологий НГУ член-корреспондент РАН **Андрей Георгиевич Покровский**.

Пептидная терапия — одно из перспективных направлений в лечении онкологических заболеваний. Ранее соединение AMP с биоактивной молекулой показало хорошие результаты в создании антимикробных препаратов. Также выяснилось, что некоторые пептиды специфически распознают и связываются с мембранными белками раковых клеток, оказывая противоопухолевое действие. Именно это свойство использовали новосибирские ученые в своем исследовании.

«В результате полученное соединение обеспечивало адресную доставку

к злокачественным клеткам одного агента, вызывающего повреждение ДНК, и второго агента, предотвращающего репарацию. Таким образом, удается добиться программируемой клеточной гибели в опухолевых тканях. Понятно, что на данном этапе речь не идет о лекарстве, для этого соединению надо пройти долгий путь доклинических и клинических испытаний, но эта часть работы находится за пределами компетенций и возможностей коллектива, проводившего это исследование», — отметил Андрей Покровский.

В настоящее время в России практически не развито производство фармпрепаратов, чье действие основано на пептидах, но в мире это направление быстро развивается, и наличие у сотрудников НГУ соответствующих компетенций и опыта выполнения подобных исследовательских проектов можно считать работой на перспективу.

Пресс-служба НГУ

Новость

## В Томске начали применять нейросети для диагностики шизофрении и депрессивных расстройств

Специалисты НИИ психического здоровья Томского национального исследовательского медицинского центра РАН используют новый метод диагностики шизофрении и депрессивных расстройств — анализ невербального поведения пациента с помощью нейросети.

Технология разработана совместно специалистами НИИ психического здоровья ТНИМЦ РАН и кафедры информационной безопасности Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

«Наша идея заключается в совмещении классической диагностики при помощи структурированного интервью с компьютерным анализом невербального поведения пациента, — рассказала руководитель отделения эндогенных расстройств НИИ психического здоровья ТНИМЦ РАН доктор медицинских наук **Елена Георгиевна Корнетова**. — Комплекс специальных видеокамер и микрофонов, подключенных к компьютеру, позволяет зафиксировать мельчайшие изменения мимики, позы, количественных и качественных характеристик речи (интонация, темп, громкость, паузы, содержание и так далее).

Разработанная технология двойной перекрестной оценки психического состояния пациентов позволяет стандартизировать данный метод и минимизировать возможные ошибки и отклонения в процессе диагностики.

О принципе работы диагностического модуля рассказала техник Научно-инжинирингового центра «Интеллектуальные системы доверенного взаимодействия» ТУСУР **Ульяна Владимировна Савина**: «Синхронно записываются два видео: одна камера снимает лицо, другая — позу пациента. Далее эти видео обрабатывает самообучающаяся нейросеть. Она выделяет ключевые точки на лице и теле и фиксирует все изменения в невербальном поведении пациента. Затем специалисты сопоставляют данные от нейронных сетей с результатами структурированного интервью, и лечащий врач выдает свое заключение».

«Работая над проектом «Цифровое фенотипирование в диагностике шизофрении и аффективных расстройств», мы поставили для себя цель — разработать мощный диагностический модуль, который можно будет адаптировать под разные психические заболевания и классификации», — добавила Елена Корнетова.

Пресс-служба ТНИМЦ РАН

## Руководство СО РАН поздравило военных летчиков с Днем защитника Отечества

В преддверии праздника делегация Сибирского отделения РАН посетила расположенный под Новосибирском аэродром 337-го отдельного вертолетного полка Министерства обороны РФ.

Председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон, заместители председателя СО РАН академики Михаил Иванович Воевода, Николай Иванович Кашеваров и доктор физико-математических наук Эдуард Владимирович Скубневский, заместители главного ученого секретаря СО РАН кандидат технических наук Юрий Александрович Аникин и кандидат сельскохозяйственных наук Евгений Анатольевич Иванов, и. о. управляющего делами СО РАН Игорь Валерьевич Мамонов осмотрели образцы военных вертолетов и самолетов. Офицеры полка рассказали об основных характеристиках и особенностях применения техники, об опыте боевых действий в различных точках.

«В наше время статус праздника 23 Февраля существенно повышается, он получил общенациональное звучание, — обратился к военным авиаторам В. Н. Пармон. — К защите Отечества причастны мужчины и женщины многих профессий, но на переднем крае стоят,



конечно же, военные». Руководитель Сибирского отделения напомнил, что СО АН создавалось в условиях холодной войны как резервный, по отношению к Москве и Ленинграду, стратегический научный центр, а его научная повестка была наце-

лена на решение проблем обороноспособности и ресурсной обеспеченности страны.

«В основе новейших образцов вооружений лежат разработки, в том числе, академических институтов и лабораторий, — сказано в поздравлении руководства

СО РАН. — Мы стоим в одной цепочке — от научной идеи до успешного вылета и точного залпа!»



Фото Андрея Соболевского

### НОВОСТЬ

## Почему лоси ушли из Европы?

Ученые проанализировали, как глобальные изменения окружающей среды повлияли на сокращение ареала евразийского лося начиная с позднего плейстоцена. Фактор изменения климата оказался значимым (лоси предпочитают уходить туда, где прохладней), но главная причина уменьшения количества лосей в Европе и Азии — деятельность человека. Также исследователей интересовало, что повлияло на разделение этих животных на западные и восточные формы. Статья об этой работе опубликована в *Science of the Total Environment*.

Международная группа под руководством польских ученых (Институт исследований млекопитающих Польской академии наук, Варшавский университет, Вроцлавский университет), в состав которой вошли и специалисты из Сибири, решила проверить гипотезу, способствовало ли повышение температуры, которое началось с позднего плейстоцена, сокращению ареала лосей в Европе? Уменьшались ли в голоцене для них подходящие экологические ниши? Также ученых интересовало, насколько существенными были различия в условиях окружающей среды между районами обитания лосей в Европе и Азии, повлиявшие на разделение этих животных на западные и восточные формы.

Для исследования было проанализировано 655 радиоуглеродных записей о лосях, живших в последние 50000 лет (тех из них, кого удалось найти), а также собраны климатические и биомные данные, соответствующие местоположению и возрасту этих лосей. Затем ученые сравнили изменчивость условий в разные периоды времени и на разных континентах.

«Суть методики в том, чтобы, изучив ареал современных лосей, смоделировать климатических условия их местообитания и сравнить эти данные с уже имеющимися моделями климата разных временных этапов, к которым относятся датирован-

ные образцы находок этих животных. Непосредственно для этого исследования было получено более сотни новых радиоуглеродных датировок», — рассказывает старший научный сотрудник лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН кандидат геолого-минералогических наук Дмитрий Геннадьевич Маликов.

Как показало исследование, значимым фактором, который влиял на распространение лосей в Евразии в последние 50000 лет, была температура июля. Более 90 % записей о лосях обнаружены в районах, где средняя летняя температура была ниже 19 °С. Этот вывод подтверждают и данные изучения современных популяций лосей, показывающие чувствительность вида к высоким температурам. Так, в теплые летние дни норвежские и польские лоси чаще посещают леса — там они прячутся от перегрева. Лоси, проживающие в южных широтах Северной Америки, демонстрируют более низкие показатели репродуктивности по срав-

нению со своими собратьями в северных регионах. Повышение летних температур в Скандинавии коррелирует с уменьшением массы детенышей этих животных.

После ледникового периода лоси распространились в более северных районах, но исчезли из самых южных частей своего ареала в Евразии, вероятно, из-за чрезмерно высоких летних температур в этих регионах.

«Наши результаты показывают, что высокая температура является существенным ограничивающим фактором распространения лосей. Глобальное потепление может сократить географический ареал и состояние их популяций в будущем. Таким образом, необходимо предпринимать смягчающие меры, такие как сохранение лесных и водно-болотных угодий, которые могут обеспечить тепловую защиту от высоких температур», — отмечают в статье исследователи.

Однако в то же время моделирование экологической ниши продемонстрировало, что, начиная с позднего плейстоцена, существовали и даже увеличивались подходящие для лосей территории, ко-

торые почему-то не были заселены. Ученые предполагают, что главной причиной сокращения ареала лося в Европе стали изменения ландшафта, вызванные вырубкой лесов и чрезмерной охотой человека.

Второй задачей исследования было выявить экологические различия между лосями, населяющими Европу и Азию. «По одним данным, всех лосей объединяют в общий вид, по другим, в том числе молекулярным, хромосомным, выделяют европейский и азиатско-американский варианты. Они отличаются друг от друга даже по количеству хромосом: у европейских — 68, у азиатско-американских — 70. По современным данным, граница между ними проходит где-то по югу Сибири. Однако при изучении ископаемых лосей морфологически пока что не удается достоверно отличить одних от других», — объясняет Дмитрий Маликов.

Анализ, выполненный для этой статьи, показал, что европейские лоси занимали более теплые регионы с более высоким количеством осадков, в основном в лесных биомах. Напротив, азиатские лоси были обнаружены в районах континентальной климатической зоны с холодной зимой и теплым, сухим летом, часто в открытых местообитаниях, таких как тундра. Интересно, что различия в условиях окружающей среды между записями о лосях на разных континентах оказались более выраженными, чем различия между голоценом и поздним плейстоценом в пределах каждого континента.

«Это говорит о том, что две формы лосей, вероятно, адаптировались к различным условиям окружающей среды во время глобальных изменений климата», — отмечается в исследовании. Где конкретно и в какое время произошло их разделение, пока не установлено. Возможно, это получится сделать в ходе дальнейшего ДНК-анализа исследуемых образцов.

Диана Хомякова

Фото из открытых источников



## Физики синтезируют керамику для нанесения термобарьерных покрытий на лопатки газотурбинных двигателей

Ученые Томского политехнического университета и Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН разработали технологические приемы сверхскоростного синтеза высокоэнтропийной керамики с применением пучка быстрых электронов. Специалистам удалось получить материал на основе оксидной керамики с уникальными прочностными и теплозащитными свойствами.

Области применения такой керамики разнообразны — от электроники и ядерной физики до катализа и биомедицины. Конкретная работа нацелена на производство термобарьерных покрытий для конструктивных элементов газотурбинных двигателей самолетов. Синтез керамики проводился на УНУ Стенд ЭЛВ-6 — промышленном ускорителе электронов ИЯФ СО РАН, который позволяет изготавливать материал с нужными характеристиками за несколько секунд. Результаты опубликованы в журнале *Ceramics International*.

Синтез и спекание высокоэнтропийной керамики — активно развивающееся направление в керамическом материаловедении. Особенность таких материалов в том, что они представляют собой так называемый твердый раствор не менее пяти неорганических субстанций. Синтез пяти исходных компонентов позволяет создавать единое химическое соединение, которому свойственна высокая энтропия, вызванная неупорядоченным расположением элементов в кристаллической решетке материала. Высокое значение этой термодинамической

характеристики делает материал более стабильным и устойчивым к внешним воздействиям.

«Конструирование новых видов керамики с высокой энтропией позволяет получать материалы с недостижимыми ранее свойствами, — прокомментировал ведущий научный сотрудник ТПУ доктор технических наук **Сергей Анатольевич Гынгазов**. — Сверхвысокая прочность, высокая теплостойкость, низкая теплопроводность, колоссальная диэлектрическая проницаемость, суперионная проводимость, сильный анизотропный коэффициент теплового расширения, сильное поглощение электромагнитных волн и т. д. Эти свойства определяют широту и перспективы использования высокоэнтропийной керамики. То есть такие материалы востребованы во всех областях промышленности, инженерии, материаловедения».

Подобная керамика создается при помощи технологического синтеза, но все известные на данный момент его способы занимают много времени. Например, процесс твердофазного синтеза высокоэнтропийной керамики может составлять десятки часов и включать в себя множество дополнительных энергозатратных стадий.

«В этой связи вопросы разработки эффективных малоэнергозатратных технологий получения высокоэнтропийной керамики являются актуальной задачей современного материаловедения, и в России этому направлению уделяется большое внимание, — добавил Сергей Гынгазов. — ТПУ и ИЯФ выполняют совместную работу по реализации нестандартного подхода к синтезу такой керамики — методами на-

рева быстрыми электронами на воздухе на промышленном ускорителе. Если все известные в мировой литературе методы получения высокоэнтропийной керамики характеризуются сложностью, длительностью и высокой энергоемкостью буквально всех технологических циклов, то ускоритель электронов ИЯФ СО РАН дает возможность процесс синтеза проводить за несколько секунд. Учитывая высокий КПД ускорителя (около 80 %), можно говорить о сокращении на несколько порядков времени и энергетических затрат на операцию синтеза высокоэнтропийной керамики».

На данном этапе специалистам удалось синтезировать образцы керамики с уникальными прочностными и теплозащитными свойствами. На синтез ушло от одной до десяти секунд.

«УНУ Стенд ЭЛВ-6, на котором мы отработывали технологию синтеза, это уникальная установка, единственная в мире, где мощный непрерывный электронный пучок выпускается в атмосферу, — пояснил старший научный сотрудник ИЯФ СО РАН кандидат физико-математических наук **Михаил Гедалиевич Голковский**. — Характеристики пучка — его диаметр на материале (1 см), облучаемая площадь варьируется за счет сканирования пучка по поверхности материала, плотность мощности в пучке (до 80 кВт на см<sup>2</sup>) — позволяют нам синтезировать материал за одну секунду. То есть из порошка, который представляет собой смесь разных составов, мы очень быстро и без лишних технологических этапов за секунды получаем монолитный материал, состоящий из единого химического соединения».

На данном этапе отработаны технологические режимы синтеза и определена их взаимосвязь с техническими характеристиками получаемой методом электронно-лучевой обработки высокоэнтропийной керамики.

«Мы создали научные основы сверхскоростного синтеза оксидной высокоэнтропийной керамики, предназначенной для нанесения термобарьерных покрытий на конструктивные элементы, например лопатки газотурбинных авиационных двигателей, — прокомментировал Сергей Гынгазов. — Впервые не более чем за десять секунд были синтезированы образцы высокоэнтропийной керамики, содержащие редкоземельные оксиды. Именно они обуславливают приобретение покрытиями на ее основе уникальных прочностных и теплозащитных свойств. Электронно-лучевая технология синтеза, которую удалось реализовать на ЭЛВ-6, может быть положена в основу технологии получения сверхсложных керамических материалов. Дальше мы будем совершенствовать ее, а также планируем разработать электронно-лучевую технологию сверхскоростного синтеза, пожалуй, самой популярной в мировой науке высокоэнтропийной керамики со структурой перовскита. Эти материалы имеют огромные перспективы применения в промышленности для изготовления устройств преобразования солнечной энергии в электрическую».

Работы проводятся в рамках проекта РНФ «Высокоэнтропийные керамики, синтезированные методом нагрева быстрыми электронами на воздухе: механизм синтеза, микроструктура, свойства» № 23-79-00014.

Пресс-служба ИЯФ СО РАН

## Ученые восстановили историю природных пожаров в Западной Сибири со времен последнего ледникового периода

Исследование проб донных и торфяных отложений, отобранных в разных ландшафтных зонах тайги, лесостепи и горных лесов, позволило ученым Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Томск) установить связи между возникновением пожаров и климатическими изменениями, происходившими в регионе на протяжении последних 16 тысяч лет.

«На фоне глобальных изменений климата увеличивается число пожаров, часть которых, несомненно, имеет антропогенный характер. Однако для Западной Сибири основными факторами являются природные, в том числе повышение грозовой активности. Для достоверных прогнозов таких явлений необходимы специальные модели, а для обеспечения их высокой точности нужно знать, какой была пирогенная активность на протяжении многих тысяч лет», — рассказывает младший научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем ИМКЭС СО РАН **Мария Александровна Пупышева**.

Чтобы получить информацию о современных пожарах, ученые пользуются данными мониторинга спутников, сценариями изменения климата, а о событиях, которые происходили очень давно, сотни и тысячи лет назад, можно узнать, исследуя озерные и болотные отложения, своего рода надежный архив прошлого.



М. А. Пупышева

Ученые смогли попасть в этот палеоархив на пяти участках, представляющих разные ландшафты: озера и болота в Томской и Новосибирской областях, Ханты-Мансийском автономном округе, в предгорьях Алтая и в Горной Шории.

Перед тем как приступить к изучению природной летописи, исследователи аккуратно извлекают из глубины керны торфяных или озерных (донных) отложений длиной от двух до шести метров. Затем керны нарезаются на десятки и сотни образцов размером в один кубический сантиметр. После специальной подготовки эти пробы, вернее, содержащиеся в них угольки, подвергаются комплексу индикаторных палеоэкологических анализов. Все полученные данные вносятся в специальную программу, которая обрабатывает их и позволяет

совершить путешествие в далекое прошлое, более чем на 16 тысяч лет назад, — в позднеледниковье.

Самое старое — расположенное в предгорьях Северного Алтая болото Моховое, его возраст составляет более 16 тысяч лет. На протяжении всей его истории было одиннадцать периодов максимальной пирогенной активности, а больше всего пожаров (9 из 27) пришлось на атлантический период голоцена — примерно 5–5,5 тысяч лет назад. Ученые предполагают, что причиной серии мощных разрушительных пожаров стало потепление и увлажнение климата, повлиявшее на увеличение грозовой активности в горной местности.

Озеру Щучьему, расположенному в Кривошеинском районе Томской области, почти 13 тысяч лет. Два крупных пожара зафиксированы в период, когда молодому водоему было не больше тысячи лет, а на этой территории укоренилась кустарниковая березовая лесостепь: сочетание сухого климата и кустарниковая растительность — практически идеальные условия для роста пирогенной активности.

Одинаковое по возрасту с озером Щучьим — труднодоступное озеро S-14 вблизи Ханты-Мансийска. Самые интенсивные пожары произошли здесь 11,5–10,4 тысячи лет назад, когда на этой территории росли листовечно-еловые редколесья, ставшие потом лесами. Вероятно, теплые климатические условия и наличие открытых злаковых формаций в начале

голоцена способствовали интенсификации пожаров.

Для территории Барабинской лесостепи реконструирована позднеголоценовая динамика пожаров на примере отложений болота Николаевский ям. За 3200-летний период существования болота выделено шесть периодов высокой пожарной активности. Однако самое сильное выгорание произошло около 1050 лет назад во время средневековой климатической аномалии.

Самый молодой из рассматриваемых участков — болото Малый Лабыш, расположенное в таежных лесах Горной Шории в Кемеровской области. Оно сформировалось 2800 лет назад, и за этот период произошло 14 локальных пожаров. Пик пожаров случился 1800–1200 лет назад во время преобладания березовых лесов в сухих климатических условиях.

Проведенные палеопожарные исследования выявили географический тренд увеличения пирогенной активности с севера на юг, когда наиболее подвержены пожарам оказывались лесостепи и гористая местность. Полученные результаты имеют не только важное фундаментальное значение, они помогут в создании высокоточных моделей прогноза подобных ситуаций.

Исследование проводится при поддержке РНФ (проект № 23-29-00669, руководитель — доктор биологических наук Т. А. Бляхарчук).

Пресс-служба ТНЦ СО РАН  
Фото Дмитрия Гусака, ИМКЭС СО РАН

# Сибирь — сокровищница российских динозавров

На протяжении двух столетий динозавры привлекают внимание и продолжают волновать ученых со всего мира. В настоящее время эти удивительные существа стали огромной частью нашей культуры, им посвящаются популярные фильмы, книги и телепередачи. О том, как и где находят останки динозавров, какие известные динозавры жили в Сибири и почему именно здесь больше всего их местонахождений, мы поговорили с младшим научным сотрудником Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН Всеволодом Даниловичем Ефременко.

Динозавры — одни из самых известных древних позвоночных животных, которые относятся к группе архозавров. С древнегреческого слово «динозавр» дословно означает «ужасный ящер». Они возникли в конце триасового периода, около 230 миллионов лет назад. Эти «ужасные ящеры» являются одним из важных объектов изучения палеонтологов. В настоящее время в мире известно около 1 000 видов динозавров, объединяемых в две кланды: ящеротазовые и птицетазовые. В России описано 13 видов и приводится более 30 местонахождений костных останков.

## Как находят динозавров?

«Динозавры жили везде, их окаменевшие останки известны по всему миру. Кроме того, они даже населяли полярные области и чувствовали себя там комфортно. Часть динозавров могла поддерживать температуру тела на постоянном уровне, а у некоторых она зависела от окружающей среды», — рассказал Всеволод Ефременко.

Возникает вопрос: если динозавры жили сотни миллионов лет назад, как их останки могли сохраниться до наших дней? Процесс перехода живого существа в ископаемое состояние изучается в рамках научной дисциплины — тафономии. Обычно, чтобы останки динозавров превратились в окаменелости, должно совпасть несколько условий.

Во-первых, важно, чтобы животное попало в водоем и было перекрыто осадками, поскольку именно в нем оно может сохраниться на миллионы лет. Причем водоем должен быть со слабой гидродинамикой, то есть без волн и бурного течения. Если тело динозавра оказывалось на суше, на каком-либо возвышении, то водные потоки, ветер, падальщики не позволяли останкам сохраниться до наших дней. Поэтому большинство окаменелостей находят в отложениях древних водоемов, так как там они были надежно защищены геологическими отложениями.

Во-вторых, ископаемые останки вместе со слоями, в которых они содержатся, должны погрузиться на большую глубину, а затем превратиться в горные породы под воздействием физико-химических процессов. Важно, чтобы интересующие ученых материалы находились в анаэробной среде, где отсутствует кислород. В ходе тектонических процессов слои, залегающие на большой глубине, поднимаются на поверхность, где их исследуют палеонтологи.

Таким образом, палеонтологи, когда ищут останки динозавров, стараются в первую очередь найти горные породы определенного возраста и обязательно учитывают их происхождение — древние озера, реки или болота (динозавры приурочены именно к пресноводным экосистемам). Однако не всё так просто: даже если ряд условий совпадает, фауна может не сохраниться, если нет слоя без кислорода у дна, но есть активная деятельность

бентосных организмов, падальщиков и хищников. В этом случае кости просто разрушаются и не доходят до нас.

Раскопки ведутся очень детально и тщательно, поскольку даже маленькая косточка может стать настоящей сенсацией. Знания о положении и расположении каждой кости позволяют палеонтологам различать динозавров и понять, как именно они перешли в ископаемую летопись: упали в реку, озеро, были смыты временными водотоками.

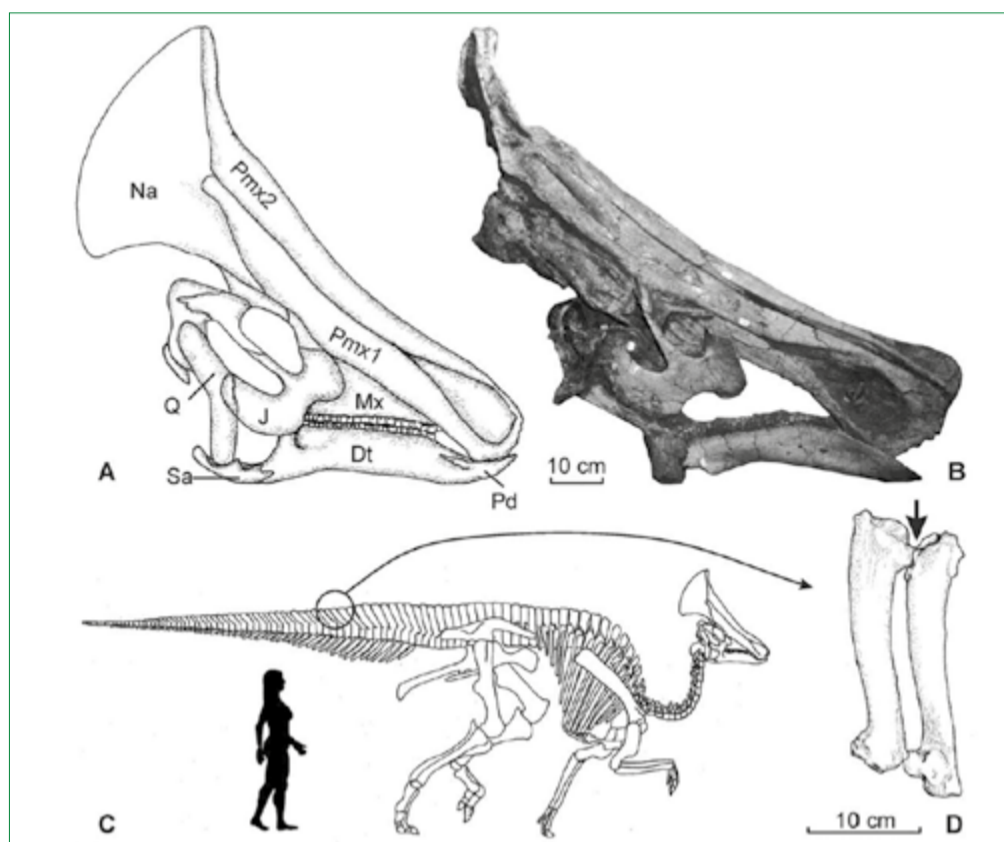
Найти целые останки динозавров — это огромная удача для палеонтологов. В России есть всего два местонахождения динозавров, сохраняющихся в анатомическом сочленении, то есть скелет целиком и кости находятся именно в том положении, где были при жизни животного: в Шестаково (Кемеровская область) и в районе Благовещенска. Значительно чаще находят мелкие кости, позвонки, зубы, всё то, что сохраняется хорошо.

«Когда мы обнаруживаем динозавров, то способны говорить в основном о самих динозаврах, а не об экосистеме, в которой они обитали. Однако можно также получить представление об их поведении, образе жизни, типе питания, подвижности. Если нам нужно понять среду, в которой они жили, следует изучать всё вокруг них. Это осадок (геология и седиментология), ископаемая пыльца растений, макроостатки растений, макро- и микрофауна (рачки, простейшие, моллюски, ихтиофауна). В целом для реконструкции глобальных построений используют не самих динозавров, а то, что их окружает», — пояснил Всеволод Ефременко.

## Сибирские сокровища

«Под Сибирью мы понимаем геологическое образование, Сибирскую платформу. Это один из крупных участков континентальной земной коры, древняя платформа в средней части Северной Азии. По ее окраинам расположены древние морские бассейны, ныне уже закрытые вследствие столкновения литосферных плит с образованием гор на их месте. Сибирь включает в себя саму Сибирскую платформу и ее окраины», — раскрыл понятие Всеволод Ефременко.

По сравнению с другими регионами России, в Сибири действительно много значимых местонахождений динозавров. Больше богатство этой фауны связано с геологическим развитием и подходящими условиями, которые были на территории Сибири: существовали пресноводные озерные и речные бассейны, расположенные в межгорных впадинах, где могли сохраняться останки. Напротив, Центральная Россия к моменту мезозоя была уже сформирована, то есть единственные геологические изменения были связаны с трансгрессиями моря. В мезозойскую эру Русская платформа была залита мелководным морем с островами. Поэтому динозавров там искать до-



Реконструкция крупного динозавра *Olorotitan arharensis* из местонахождения Кундур на Дальнем Востоке

вольно тяжело, но, тем не менее, отсюда тоже описаны некоторые динозавры и их виды.

## Самые древние представители

Прежде всего, изучение динозавров неотделимо от геологической истории нашей планеты. Чтобы понять, какие динозавры жили в Сибири, нужно рассматривать их по стратиграфической шкале снизу вверх, от древнейшего до самого позднего периода. Самые древние сибирские динозавры относятся к середине юры (174–161 млн лет назад), их останки найдены в Красноярском крае и Забайкалье.

Находки в пади Кулинда в Забайкальском крае являются уникальными и ценными для мировой и отечественной палеонтологии. В озерных отложениях с примесью вулканических компонентов ученые обнаружили останки динозавра, покрытого перьями. Он получил название «кулиндадромей забайкальский» (*Kulindadromeus zabaikalicus*).

Оперение было свойственно тем группам динозавров, от которых произошли современные птицы. Ученые пришли к выводу, что кулиндадромей был из группы нептичьих, для которых, как выяснилось, также характерно оперение, но сам динозавр не обладал способностью летать. Таким образом, кулиндадромей забайкальский считается самым древним нептичьим пернатым динозавром. Эта находка стала сенсацией, и сейчас ученые предполагают, что перьевой покров мог иметься у общих предков обеих групп динозавров (птичьих и нептичьих).

В Березовском угольном карьере в Красноярском крае обнаружили хищного динозавра, который являлся дальним родственником тираннозавроидов, или

тираннозавров. По его костям и фрагментам черепа описали новый вид, и род назвали *Kileskus aristotocus*. Как и другие тероподы (хищные динозавры), килеск передвигался на двух лапах, благодаря которым ему удавалось успешно охотиться на четверногих травоядных.

«Березовский карьер оказался богатым местонахождением, исследователи находили там различные кости других четверногих животных, древних рыб, различных амфибий и рептилий, черепаховые остатки составили более 90 % от всех находок. Оттуда собран почти полный скелет стегозавра, который, однако, сложен из остатков различных особей», — добавил Всеволод Ефременко.

## Крупное кладбище динозавров в России

В меловый период в Сибири возникают как раз такие благоприятные природно-климатические условия, которые позволяют останкам динозавров хорошо сохраниться до наших времен. Поэтому все остальные точки местонахождений известных сибирских динозавров относятся именно к мелу. Точнее, в нижнем мелу (145–120 млн лет назад) останков не обнаружено, а начиная со 120 млн лет встречаются хорошие палеонтологические находки.

«Пожалуй, в первую очередь стоит сказать о Шестаково — самом крупном местонахождении динозавровой фауны в России. Причем это одна из двух точек, где нашли динозавров в анатомическом сочленении, то есть они сохранились целиком в том виде, в котором жили», — отметил ученый.

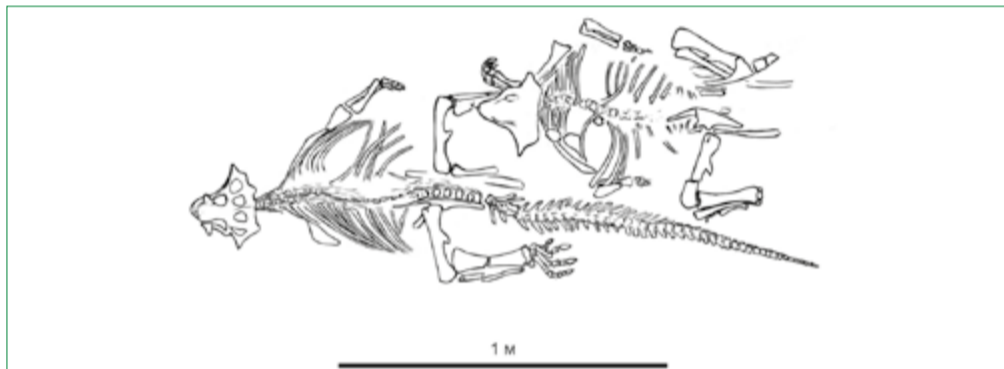
Геологический разрез расположен недалеко от деревни Шестаково в Кемеровской области, вдоль реки Кия. На его территории есть речные отложения, ко-



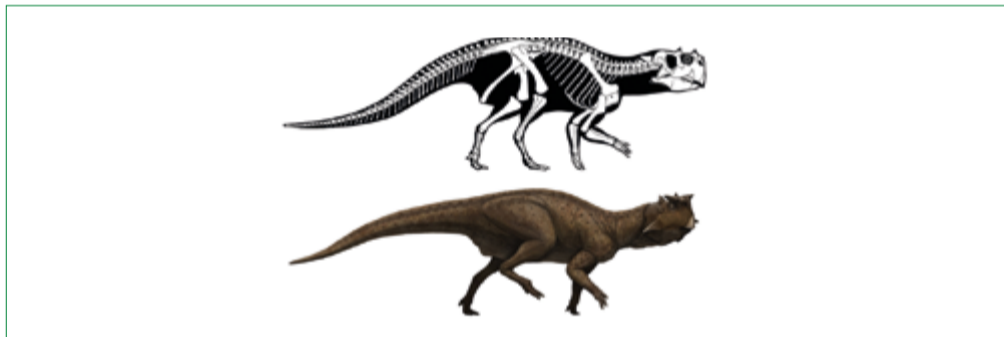
Оригинальный образец, содержащий кости киякурсора, и его 3D-модель



Следы динозавра, обнаруженные новосибирскими палеонтологами в районе пос. Усть-Карск, Забайкальский край. Фото В. Д. Ефременко



Совместное захоронение двух особей пситтакозавра в Шестаково (реконструкция А. А. Атучина)



Реконструкция пситтакозавра сибирского от А. А. Атучина

которые представляют собой совокупность древних русла и поймы. Как правило, в русле динозавры сохраняются с большим трудом, а в пойменных отложениях можно найти достаточно хорошие останки. Как раз там и встречаются динозавры, как в расчлененном виде, так и в целом.

«Принято считать, что динозавры, которые сохранились целиком, погибли, скорее всего, в результате некоторых катастрофических событий, то есть наблюдается резкое захоронение сразу нескольких особей. Так, в Шестаково нашли уникальное захоронение сибирских пситтакозавров (*Psittacosaurus sibiricus*) — травоядных ящеров. К настоящему времени ученым удалось обнаружить скелеты около 20 особей в различной степени сохранности. Возможно, массовая гибель пситтакозавров связана с подтоплением прибрежных территорий, палеооползнями, поэтому животные сохранились в анатомическом сочленении. Существует также гипотеза, что они вели норный образ жизни и при разрушении норы погибали и оставались погребенными под землей. Причины их захоронения всё еще остаются предметом дискуссий. Именно пситтакозавр сибирский стал символом динозавров Сибири. Даже на Международной выставке-форуме «Россия» на ВДНХ в качестве символа Кемеровской области выбрали этого динозавра и назвали Кузбассик», — сказал Всеволод Ефременко.

Вместе с тем в ходе раскопок в Шестаково палеонтологи находили также кости других животных: рептилий, крокодиломорфов, рыб, беспозвоночных, черепа, млекопитающих. Всего обнаружено больше пяти тысяч палеонтологических останков. Раскопки в Шестаково продолжаются до сих пор, ведется также разведка новых мест.

В прошлом году недалеко от деревни нашли останки первого теропода в анатомическом сочленении в России. Ученые исследовали скелет с помощью компьютерного томографа, то есть не вынимая кости из породы, чтобы не нарушить целостность. В итоге был описан новый динозавр, который благодаря своим длинным ногам получил имя «кийский длинноногий бегун» (*Kiyacursor longipes*).

#### Полярные динозавры

«Россия может похвастаться тем, что у нас есть местонахождения северных (полярных) динозавров с богатыми комплексами фауны. Несмотря на то, что в мезозое климат был значительно теплее, чем сейчас, в арктической зоне динозавры могли подвергаться воздействию отрицательных температур зимой и полярной ночью, водоемы промерзали, всё покрывалось снегом», — прокомментировал Всеволод Ефременко.

Одним из таких местонаждений является Тээтэ в Якутии (середина мелового периода, около 120 млн лет назад). Останки динозавров представлены в основном отдельными костями и зубами. По имеющимся находкам известно, что в Тээтэ обитали хищные динозавры, завроподы, стегозавры. Причем Тээтэ является самым северным местонахождением завропод в Азии.

«Здесь можно наблюдать интересный таксономический состав, который свойственен Великому сибирскому рефугиуму. Термин введен в оборот Павлом Петровичем Скучасом, палеонтологом из Санкт-Петербурга, доктором биологических наук, доцентом кафедры зоологии позвоночных Санкт-Петербургского государственного университета. То есть на

этой территории сохранились динозавры юрского происхождения, которые, казалось бы, должны были исчезнуть. Например, стегозавры по всему миру вымирают в юрский период — в начале мелового, а в России в середине мела они комфортно обитают на достаточно большой территории в Сибири. Это как раз отражение Сибирского рефугиума, территории, на которой архаичные группы доживают», — добавил Всеволод Ефременко.

Самые молодые местонахождения северных динозавров относятся к позднему меловому периоду (75–66 млн лет). На реке Каканаут в Чукотском автономном округе найдены еще одни полярные динозавры с богатой экосистемой. Фауна представлена различными хищными и травоядными видами. Примечательно, что Каканаут является одной из самых северных точек обнаружения динозавров в мире.

До конца прошлого века ученые предполагали, что динозавры могли мигрировать в более теплые регионы, чтобы избежать неблагоприятных холодных условий. Однако отмеченные фрагменты яичной скорлупы в Каканауте и палеогистологические исследования свидетельствуют о том, что динозавры размножались на территории Древней Чукотки и оставались здесь же на зиму — длительные переходы отразились бы на строении костей.

#### Дальневосточные динозавры

Дальний Восток (поздний мел) известен своими местонахождениями в Кундуре, Благовещенске и на Сахалине. Здесь обитали одни из последних динозавров, практически незадолго до великого вымирания (66–65 млн лет назад), причиной которого считается падение метеорита.

Дальний Восток может похвастаться тем, что здесь также сохраняются динозавры в анатомическом сочленении. Фауна этих мест богата утконосыми травоядными динозаврами (гадрозаврами). Это динозавры из группы птицетазовых динозавров, особи могли достигать 12 метров в длину. Гадрозавры являются типичными представителями динозавровой фауны позднего мела и Дальнего Востока.

Надо отметить, что гадрозавра обнаружили и на юге острова Сахалин, когда он еще принадлежал Японии. Тогда ученые сделали описание первого японского динозавра и назвали его «ниппонозавр сахалинский» (*Nipponosaurus sachalinensis*).

#### Перспективы Забайкальского края

Забайкалье (середина мела) является интересной и перспективной в плане палеонтологических находок территорией. В Центральном и Западном Забайкалье содержатся изолированные останки динозавров, в том числе останки пситтакозавра, который характерен для середины мелового периода в Азии.

«Есть понятие сибирская биота Джекхол. Сама по себе биота Джекхол — это континентальные пресноводные экосистемы, которые существовали в Северо-Восточном Китае в нижнем мелу. Биота больше всего изучена в Китае, и на основе местных разрезов был введен этот термин. Но первые находки известны именно из Забайкальского края (речка Турга). Ключевые элементы биоты — это рыбки *Lycoptera*, насекомые *Ephemeroptera* и ракообразные *Eosestheria*. Ни одна страна в мире так активно не изучает динозавров, как Китай. Как раз находки первых представителей пернатых из биоты Джекхол стали толчком к этому», — рассказал ученый.

«Отложения, содержащие останки биоты Джекхол, есть, как я уже говорил, в Забайкалье. Во время полевых работ в этом регионе мы нашли рыб, насекомых и ракообразных, а динозавров — пока нет.

Однако в этом году нам совместно с учеными из Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (Чита) и Нанкинского института геологии и палеонтологии (Китай) удалось сделать уникальную находку — следы динозавра. Это редчайший случай, первое за Уралом местонахождение следов в меловых отложениях. Мы их заметили около поселка Усть-Карск, на каменной плите весом 800 кг. Это были отпечатки трехпалых конечностей, которые, скорее всего, могли принадлежать динозаврам, близким к игуанодонтидам — растительноядным динозаврам отряда птицетазовых. Поэтому у нас есть все шансы найти останки динозавров, это лишь вопрос времени. Восточное Забайкалье — потенциальное место, где можно найти и пернатых динозавров, их кости и следы», — отметил Всеволод Ефременко.

#### Работа палеонтологов

Ученый рассказал, что, изучая динозавров, палеонтологи сталкиваются с определенными трудностями. Чтобы правильно видеть и различать ископаемые остатки, палеонтологический материал, требуются специальные знания и опыт. Многие исследования основаны на геологических съемках прошлого века, поэтому есть вероятность, что можно приехать на объект по старым данным, которые уже неактуальны. Еще одной важной проблемой является интерпретация материала: если его недостаточно, имеются лишь фрагменты, то нужно с осторожностью делать выводы и заключения. Наконец, палеонтологические исследования часто ведутся в очень сложных условиях и требуют больших финансовых затрат, рабочих рук, поэтому часто привлекают волонтеров.

Совершать открытия палеонтологам помогают современные научные методы. Например, с помощью томографии можно изучить кость, даже не доставая ее из породы, получить 3D-модель. Томография также позволяет детально рассмотреть мозг динозавра и понять, как ящер видел, слышал, как был развит его вестибулярный аппарат. Сканирующая электронная микроскопия делает возможным исследование очень маленьких деталей, например зубов, а также восстановление цвета по пигментам в чешуе и перьях динозавров. В ходе гистологии специалисты видят структуры костей, чтобы, например, понять, как рос организм, какие у него эволюционные особенности. С помощью масс-спектрометрии можно рассмотреть изотопы и по их соотношению вычислить возраст. Методы органической геохимии дают представление о том, какое органическое вещество содержалось в древних бассейнах, чем оно было представлено (водоросли, растения, бактерии, планктон и т. д.) и какова была в то время его химическая природа, соленость и температура.

«У нас достаточно много мест, где в перспективе можно найти динозавров. Однако многие из них труднодоступны, и далеко не везде могут сохраниться осадочные породы с останками динозавров. В нашей стране палеонтологов не так много, и всё же отечественные ученые успешно проводят свои исследования, открывают новые виды, публикуют научные статьи, посвященные этим удивительным ящерам», — заключил Всеволод Ефременко.

Чинчи Монгуш

Иллюстрации предоставлены исследователем и из открытых источников На первой полосе — *Kileskus aristotocus*, реконструкция А. А. Атучина

## «Академгородок себя не исчерпал»

Первое в наступившем году заседание общественного «Клуба 29 февраля» прошло в «Точке кипения — Новосибирск» и было посвящено миссии и перспективам новосибирского Академгородка, а главное — необходимым переменам для его дальнейшего развития. Одной из них видится изменение статуса «самой умной части Новосибирска», что обсуждалось и ранее: на заседании Клуба межнаучных контактов СО РАН и на Международном форуме технологического развития «Технопром-2024».

«Клуб 29 февраля», названный по дате создания, работает как неформальное объединение патриотов Академгородка: ученых, общественников, представителей Сибирского отделения РАН и инновационного бизнеса, предпринимателей, архитекторов, дизайнеров, журналистов. Одна из инициаторов создания этого сообщества — президент ассоциации «СибАкадемСофт» **Ирина Аманжоловна Травина** — задала тон обсуждения, взяв на себя формулировку ключевой проблемы. В глобальных и национальных рамках она ставится одинаково — борьба за лучший человеческий капитал. «По сути, либо мы вступаем на путь конкуренции за мировые таланты, либо обречены на стагнацию», — эти слова Ирины Травиной относятся и к России, и к Сибири, и к Новосибирской области.

Глава «СибАкадемСофта» отметила, что в последнее время высшее руководство страны, ставя задачу обеспечения научно-технологического суверенитета России, придает особое значение ее восточным регионам. В частности, принята Стратегия пространственного развития РФ, обозначающая открытие уже к 2030 году на территории Сибирского федерального округа почти 380 000 новых рабочих мест. При этом, согласно прогнозу Росстата, численность трудоспособного населения в СФО к 2030 году вырастет лишь на 270 000 человек относительно 2024 года. «Соответственно, возникает потребность в привлечении рабочей силы, в том числе из других федеральных округов, — констатирует И. А. Травина, — а для этого необходимо усиление инвестиционного потенциала и привлекательности территории». В упомянутой стратегии содержатся понятия опорного населенного пункта как действующей точки роста и нового экспериментального населенного пункта, в котором «...реализуются новые подходы в сфере демографии, жилищного строительства, экономического, научно-технологического развития и иных сферах». Впрочем, такое поселение было основано почти 70 лет тому назад в 30 километрах к югу от Новосибирска — лаврентьевский Академгородок, где начали экспериментировать не только в науке.

Участники встречи подчеркивали двойственное положение сегодняшнего Академгородка. С одной стороны, его научно-образовательный и инновационный потенциал по-прежнему имеет высокую мировую и национальную репутацию. «В Академгородке решаются много федеральных задач, значение которых сегодня только усиливается», — прокомментировала И. А. Травина. Драйверы развития научного поселения — практически построенный и запускаемый в работу источник синхротронного излучения ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов», расширяющий свою учебно-научную и социальную инфраструктуру Новосибирский университет и столь же интенсивно растущий Академпарк. Запланирована его вторая очередь на четыре тысячи рабочих мест, причем, со слов Ирины Травиной, там уже сегодня расписаны все площади и мощности, свободных ресурсов нет: «Валовый продукт, который генерируется здесь, потрясает воображение». Дан реальный старт проекту с условным названием SmartСити — пусть с проволочками и отступлениями от первоначального замысла, но с включением в мастер-план

не только жилья, но и научно-производственной зоны.

С другой стороны, Академгородок в целом устарел как среда для жизни, работы и творчества. Он устарел и чисто демографически: модератор дискуссии доктор философских наук **Сергей Алевтинович Смирнов** (Институт философии и права СО РАН) сообщил, что сегодняшний средний возраст академгородковцев составляет свыше 42 лет. При росте населения Советского района Новосибирска с 2020-го по 2024 год почти на 5 000 человек доля молодежи до 35 лет снизилась с 46,3 % до 38,3 %, а занятых наукой и исследованиями — с 13 до 8,9 %. Происходит медленная, но последовательная «эрозия интеллекта» на территории, изначально предназначенной для его концентрации и развития. «Мы чувствуем человеческий капитал кончиками пальцев, — высказался директор консалтинговой компании «Сара» **Валерий Борисович Талисман**. — Это коллективное понятие, это мобильность в составе родственных и дружеских групп. В Академгородке происходит замещение. Мы воспроизводим и импортируем человеческий потенциал, то есть способных детей, а экспортируем уже сформировавшийся человеческий капитал в лице уезжающих отсюда магистрантов, аспирантов, молодых ученых, айтишников и так далее». «Подразделения ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» расположены в восьми разных локациях, и нет никаких предпосылок собирать их в одном месте, — дополнил заместитель директора ФИЦ ИЦИГ СО РАН **Сергей Вячеславович Лаврушев**. — Для нас как работодателя главный вопрос состоит в мотивации сотрудников, в их комфорте и увлеченности. Им нужно жить так, чтобы раз в четыре часа выходить из дома и неподалеку от него следить за ходом эксперимента».

Среди причин «оттока молодых мозгов» главенствует общая социально-культурная и коммунальная необустроенность. «Академгородок находится в поле неопределенности. Город так и не осознал, что инфраструктура Академгородка с 2013 года не финансируется из федерального бюджета, хотя продолжает выполнять прямые федеральные функции, — обозначила Ирина Травина. — Сейчас он имеет статус района в районе большого города и создается в нем, становится малозаметным для органов власти, поскольку у муниципальных образований нет вопросов местного значения, связанных с научной деятельностью. Это снижает возможность самостоятельного привлечения дополнительного финансирования и развития территории». В качестве примера чиновничьего равнодушия и волокиты Ирина Травина привела трехлетнюю эпопею с установкой светофора на перекрестке улиц Николаева и Инженерной. «Чтобы начать строительство столь нужного всем жителям торгово-развлекательного центра «Эдем», мне потребовалось четыре года хождения по различным инстанциям», — дополнил известный бизнесмен **Владислав Львович Плотников**.

Выходом из создавшейся ситуации участники встречи почти единодушно называли обретение Академгородком субъектности, то есть образование самостоятельного муниципалитета в четко обозначенных границах, причем желательнее на вырост, с прирезкой террито-

рий Барышевского и других сельсоветов. Тем более что рядом расположен впечатляющий пример — наукоград Кольцово, где муниципальный бюджет в расчете на одного жителя почти вдвое больше, чем в Новосибирске (и, соответственно, в Советском районе). Кандидат физико-математических наук **Алексей Владимирович Васильев** (сотрудник Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, в недавнем прошлом — министр науки и инновационной политики НСО) считает, что кейс Кольцово показывает недостаточность только статуса наукограда: «В стране их четырнадцать, а успешными я бы назвал только два». «Кольцово демонстрирует, что маленький муниципалитет может успешно работать с бизнесом», — пояснила Ирина Травина.

Она считает перспективу обособления Академгородка и необходимой, и реалистичной: «Субъектность — единственная гарантия соблюдения приоритетов развития территории и деятельности на ней. Это возможность получения преференций для территорий с высоким научно-технологическим потенциалом. Это возможность участия в муниципальных программах. Это возможность стать наукоградом». Ирина Травина напомнила, что в Государственную думу РФ внесен законопроект о поддержке территорий с высокой долей научно-технологического потенциала (ВНТП). Одно из основных условий поддержки — опять же отдельный муниципальный статус территории с ВНТП.

Соответственно, требуется получение Академгородком статуса отдельного муниципального образования или предоставление особого статуса как части территории Новосибирска (использовать существующие возможности либо создать новую юридическую новеллу федерального или регионального уровня). «Нам в помощь идет муниципальная реформа — переход на одноуровневое управление не за горами, — убеждена Ирина Травина. — В Новосибирске исчезнет разбивка на административные районы, и мы это понимаем, равно как и неизбежность реформирования пригородного Новосибирского (сельского) района, окружающего мегаполис нелепым бубликом. В свое время он создавался как резерв для перспективного развития третьего города страны». «Расшивка межмуниципальных отношений в Новосибирске и вокруг него абсолютна неизбежна», — считает известный специалист по региональному маркетингу **Лада Валериановна Юрченко**. По территориальному вопросу также высказался заместитель главного ученого секретаря СО РАН кандидат технических наук **Юрий Александрович Аникин**: «Субъектность без новых территорий означает отсутствие пространства развития и приземления качественных проектов; новые территории без субъектности влекут лишь чисто спальные проекты и снижение концентрации деятельности, основанной на интеллекте».

Обсуждался и практически единственный аргумент против обособления Академгородка — в случае формирования здесь отдельного муниципального образования население собственно Новосибирска (в сегодняшних границах) может сократиться (в разных вариантах) на 120–140 тысяч человек, и город рискует по этому показателю утратить статус третьего в России. Однако, во-первых, этот статус условный — он не дает ника-

ких преференций, а во-вторых, по словам Лады Юрченко, «Новосибирск может потерять 140 000 населения не за счет обособления Академгородка, а по причине продолжения оттока человеческого капитала. Понятно, что это будет утрата и для региона, и отчасти для Российской Федерации... Академгородок и его жители должны восприниматься властями не по количеству, а по качеству». «Всё, что выгодно Новосибирской области, априори интересно ее руководству, — дополнил советник председателя СО РАН **Иван Валентинович Благодарь**. — Научный и инновационный потенциал Академгородка может быть притягателен для новых серьезных инвестиций, но, чтобы гармонично его развивать, нужны особые механизмы».

Депутат Государственной думы от Новосибирской области **Александр Сергеевич Аксёненко** напомнил о земельной и имущественной чересполосице в Академгородке: соседствуют активы федеральные, региональные, муниципальные и частные. «Очень важно, чтобы здесь появился единый центр принятия решений. Это самое основное, я убежден — любые проекты проваливаются, если нет единой точки сборки». Возвращаясь к кейсу Кольцово, парламентарий подчеркнул, что там успешно укореняются проекты развития не за счет статуса наукограда, а именно за счет наличия единого центра принятия решений, но каким быть таковому центру в Академгородке — вопрос открытый. Если говорить не только о текущих коммунальных и социальных вопросах, но и о реализации долгосрочных стратегий развития, то у Сибирского отделения РАН накоплен богатый опыт стратегирования, как научных организаций, так и территориальных комплексов, НТР в целом. При этом Александр Аксёненко высказался о важности работы с общественным мнением, формирования доверия жителей к любым планируемым изменениям.

В ходе обсуждения субъектность Академгородка называлась необходимой, но недостаточной предпосылкой для его полноценного долговременного развития. «Академгородок себя не исчерпал, — считает Алексей Васильев, — но второе дыхание ему может принести новый суперпроект или набор проектов, которые могут быть реализованы только здесь и нигде более». Выступающий напомнил о ситуации 2018 года, когда сибирские ученые получили одобрение президента России **Владимира Владимировича Путина** на строительство установки СКИФ. Также прозвучала идея создания специального научного фонда Академгородка для привлечения талантливой молодежи на грантовой основе — по образу и подобию фондов «Сколково» и «Сириуса».

«Пора задуматься о создании постоянно действующего проектного офиса по развитию Академгородка», — резюмировал модератор дискуссии Сергей Смирнов.

«Клуб 29 февраля» создан 29 февраля 2024 года как неформальное объединение «новых общественников» Академгородка, заинтересованных не в его консервации, а в развитии на новом историческом этапе. В состав клуба вошли представители Сибирского отделения РАН, НГУ и научно-исследовательских институтов, инновационных и промышленных компаний, бизнеса, образования, культуры и искусства. Порядок работы клуба и членство в нем не регламентированы.

**Андрей Соболевский**

## Человек, на которого можно положиться. Ученый, которому доверяют

В мире науки ведущий научный сотрудник лаборатории фармакологических исследований Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН доктор биологических наук **Ирина Васильевна Сорокина** пользуется особым уважением. Благодаря ее исследованиям и активному участию созданы и запущены в производство лекарства и БАДы, которые помогают тысячам больным. Не меньше, чем научные достижения, ее коллеги и друзья ценят доброжелательность, внимание, верность данному слову, работу с молодыми учеными. В эти дни Ирина Васильевна Сорокина отмечает свой юбилей. Мы желаем ей творческого долголетия, новых научных достижений и открытий!

Заведующая лабораторией фармакологических исследований НИОХ СО РАН доктор биологических наук **Татьяна Генриховна Толстикова**: «Вот уже почти тридцать лет я работаю рядом с Ириной Васильевной Сорокиной. Она была одним из первых сотрудников группы токсикологии, как она тогда называлась, в НИОХ СО РАН, куда я пришла работать. И уже тогда она поразила и очень понравилась мне своей высокой квалификацией, организованностью, четкой работой с документами, быстрым подключением в решении тех или иных задач. У Ирины Васильевны есть особый талант: просто и понятно объяснять самые сложные вещи, и это всегда очень помогает в работе. Вместе с Ириной Васильевной мы с нуля создавали лабораторию фармакологических исследований.

Сегодня в нашей лаборатории Ирина Васильевна занимается очень перспективным направлением исследований: созданием протекторных и нейропротекторных препаратов. Ее опыт, знания, квалификация позволяют проводить работу высочайшего уровня и класса.

С большим удовольствием я вспоминаю наши работы, в результате которых была получена и зарегистрирована в качестве органопротектора биологически активная добавка «Бетоксамид», а совместно с коллегами из Научно-исследовательского института химии антиоксидантов Новосибирского государственного педагогического университета — биологические активные добавки «Тиофан» и «Тиофан-М». Это был просто огромный пласт работы, выполненный в рамках целого ряда интеграционных проектов с ведущими научными институтами СО РАН и РАН.

Под руководством Ирины Васильевны написаны и защищены десятки дипломных работ студентов из НГПУ, Новосибирского государственного университета, которые не раз отмечались как лучшие работы на всероссийских конкурсах студентов, а также три кандидатские диссертации. Она автор и соавтор более ста научных публикаций и патентов.

Успешную научную работу Ирина Васильевна совмещает с активной преподавательской деятельностью. Она профессор кафедры химии Института естественных и социально-экономических наук НГПУ, читает курс лекций студентам биологического и химического факультета. И. В. Сорокина — приглашенный редактор тематического выпуска в издательстве MDPI, руководитель гранта РНФ, эксперт РИНЦ и РАН.

Ирину Васильевну отличает целеустремленность, высокая требовательность к собственным исследованиям, организованность, неиссякаемый интерес и научная честность. Желаем Ирине Васильевне новых достижений, воплощения научных идей, энергии и здоровья!»

Ведущий научный сотрудник лаборатории фармакологических исследований НИОХ СО РАН доктор медицинских наук **Наталья Анатольевна Жукова**: «Мы с Ириной Васильевной Сорокиной работаем вместе больше 20 лет. Вначале — под ее руководством, а потом уже была наша совместная работа над производными бетулоновой

кислоты, затем отработывали на животных плацебо-контролируемые исследования, занимались онкологическими заболеваниями. Когда меня спрашивают, что значит хороший ученый, я всегда вижу перед собой Ирину Васильевну. В работе исследователя нет мелочей, и если она берется за разработку какой-то темы, то не просто изучает ее досконально, но и находит множество аспектов, тех деталей, без которых невозможно получить требуемый результат. Процесс от момента планирования эксперимента до его завершения, работа с лаборантами, проведение опытов с животными — она постоянно держит всё под своим контролем. Уже после всей экспериментальной части — глубокий анализ полученных результатов, подготовка итоговых выводов, умение увидеть практическое применение нового препарата. То, что сегодня налажено производство бетоксамида, бетоксовита, — огромная заслуга Ирины Васильевны, итог ее кропотливого поэтапного труда.

Исследования — это всегда коллективная работа, каждый отвечает за свой участок, и наши выводы не всегда могут совпадать с теоретическими предположениями. Однако Ирина не обрубаёт концы, а стремится выстроить работу таким образом, чтобы получить желаемый результат. Это настоящее научное творчество, и она умеет находить правильные решения в самых сложных ситуациях.

Вокруг нее всегда очень много молодежи, наших студентов и аспирантов. Для каждого аспиранта у нее есть четкий план с поэтапной разбивкой, за исполнение которого она очень строго спрашивает, но при этом и очень многое дает! И часто их хвалит. Молодые ребята к ней стремятся, потому что понимают: будет сложно, трудно, но обязательно интересно и, самое главное, Ирина Васильевна обязательно поможет, поддержит и доведет работу до защиты кандидатской диссертации.

Конечно, хочется пожелать ей здоровья и настоящего творческого энтузиазма как разностороннему, многогранному человеку, на мой взгляд, уникальному исследователю и руководителю».

Ведущий научный сотрудник ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» доктор биологических наук **Дамира Фуатовна Августинович**: «Хочется поздравить с юбилеем замечательного Человека, настоящего Ученого и красивую Женщину — Ирину Васильевну Сорокину. Наша первая совместная публикация вышла в 2003 году в журнале «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», с тех пор было опубликовано семь русскоязычных и четыре англоязычных статьи, последняя — в 2023 году в журнале Pathogens. Все эти годы я всегда могла обратиться к Ирине Васильевне за помощью или консультацией. Вместе мы проводили совместные эксперименты на лабораторных животных на базе нашего института или в лаборатории фармакологических исследований НИОХ СО РАН. С Ириной Васильевной постоянно работает много молодых сотрудников: студенты и аспиранты. У нас были общие ученики, которые набирались опыта работы с животными, обучались биохимичес-

ким и фармакологическим методам. Сегодня она по-прежнему работает наравне с молодежью, с неиссякаемым интересом к работе. Человек, с которого можно брать пример и в науке, и в жизни!»

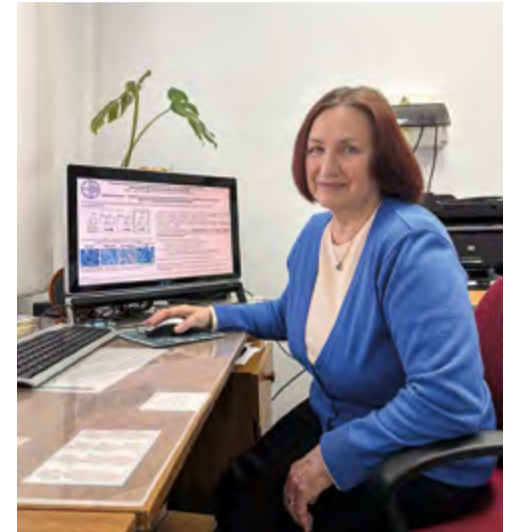
Директор ИЕСЭН НГПУ доктор химических наук **Наталья Валерьевна Кандалицева**: «Ирина Васильевна — яркий пример успешного совмещения научной и преподавательской деятельности. Без малого 15 лет она преподаёт основы фармакологии студентам-химикам НГПУ, специализирующимся в области фармацевтической химии, читает курс и бакалаврам биологии. Студенты и коллеги отмечают энциклопедичность знаний профессора Ирины Васильевны Сорокиной, ее умение создавать в аудитории деловую и доброжелательную атмосферу, блестящее сочетание фундаментальности и практикоориентированности ее занятий.

Ирина Васильевна очень хорошо понимает вклад университетской науки в воспитание молодых исследователей, преподавателей, промышленников: она не только выступает руководителем практик, курсовых и выпускных квалификационных работ, но и активно сотрудничает в области научных исследований с коллегами по преподавательскому цеху. Результаты совместных исследований Ирины Васильевны и ее коллег из НГПУ открыли новые горизонты использования полифункциональных антиоксидантов в биологии и медицине.

Коллектив НГПУ искренне желает Ирине Васильевне неиссякаемой энергии, крепкого здоровья, профессионального долголетия, дальнейших успехов в преподавательской и научной деятельности!»

Научный сотрудник лаборатории фармакологических исследований НИОХ СО РАН кандидат биологических наук **Аркадий Олегович Брызгалов**: «Для меня И. В. Сорокина — пример высочайшего научного профессионализма. Есть ученые, которые начинают заниматься исследованиями по определенной теме, получают первые результаты, а дальше не получается. Оставляют тему, переходят к другой. У Ирины Васильевны такого не бывает. Если она ставит перед собой какую-то цель, то идет к ней точно, расчетливо, шаг за шагом. Довести разработку до конца, до потребителя — для научной среды это очень большая задача. У Ирины Васильевны это получалось не раз.

Важное качество исследователя — его широчайший кругозор, мультидисциплинарность, умение разбираться в смежных областях науки. Ирина Васильевна Сорокина, помимо исследований применения бетулоновой кислоты при химиотерапии, работает со студентами, которые успешно защищают свои дипломы по урологии, пишут научные работы по деятельности центральной нервной системы. Казалось бы, совершенно разные направления, но Ирина Васильевна компетентна в каждой из этих областей, является точкой сбора информации. При этом, например, исследования по онкологии и химиотерапии могут не соответствовать данным исследований по урологии — и опять Ирина Васильевна со всей дотошностью



И. В. Сорокина

и принципиальностью будет разбираться, докапываться до причин несоответствия и в конце концов найдет и предложит красивое и точное решение.

Я очень хочу пожелать Ирине Васильевне Сорокиной, во-первых, здоровья, во-вторых — продолжать свою научную деятельность. Она — один из столпов нашей лаборатории, выполняет огромную работу. Ее исследования по синтезу бетулоновой кислоты, бетаксому не просто уникальны. Мы получаем восторженные отзывы от больных, которые благодарны за создание такого препарата. Во всем мире имеющиеся аналоги можно пересчитать по пальцам одной руки. Это настоящая гордость, великолепное достижение для ученого, когда научные разработки доходят до потребителя. Эта работа обязательно должна быть продолжена!»

Аспирант второго года обучения лаборатории фармакологических исследований НИОХ СО РАН **Максим Павлович Питухин**: «После окончания Новосибирского государственного медицинского университета, когда встал вопрос об учебе в аспирантуре, я сразу выбрал лабораторию фармакологических исследований НИОХ СО РАН и ее руководителя Ирину Васильевну Сорокину. Когда я пришел в лабораторию, мне очень понравилось, как Ирина Васильевна проводит теоретическую подготовку к работе. Во-первых, она не просто включила меня во все процессы, но и подсказала как, под каким аспектом рассматривать полученные результаты, как искать и обрабатывать материалы. Очень важной и полезной была ее помощь в экспериментальной работе с лабораторными животными. Очень важно, что она не воспринимает меня как ученика, а дает возможность высказывать свое мнение. Такой обмен информацией заставляет постоянно быть в поиске, уметь излагать, аргументировать свою точку зрения. Я понимаю, что это непросто, но мне хочется соответствовать ее ожиданиям!

Благодаря Ирине Васильевне у меня опубликовано уже много тезисов, готовится к печати статья, планируются следующие публикации, и я убежден — мне очень повезло с руководителем моей диссертационной работы».

Подготовил Станислав Белых,  
пресс-служба НИОХ СО РАН  
Фото из архива НИОХ СО РАН

## ОТ РЕДАКЦИИ

### Уважаемые читатели!

В нашей газете и на сайте нашего издания [www.sbras.info](http://www.sbras.info) мы регулярно публикуем ответы ученых на вопросы, которые вы нам присылаете, в рубрике «Вопрос ученому».

Напоминаем, что задать вопрос ученому можно на нашем сайте в разделе <https://www.sbras.info/form/zadayte-vopros-uchyopomu> либо прислать его нам по e-mail: [presse@sb-ras.ru](mailto:presse@sb-ras.ru), [media@sb-ras.ru](mailto:media@sb-ras.ru). Мы передадим ваш вопрос нужному специалисту и опубликуем ответ в «Науке в Сибири».

### Уважаемые читатели!

Редакция «Науки в Сибири» переехала на Морской проспект, 2. Стойка с номерами газеты осталась по прежнему адресу — проспект Ак. Лаврентьева, 17. Обращаем ваше внимание, что вход в здание на Морском проспекте, 2 режимный, для посещения редакции необходимо договариваться о встрече по тел. (383) 238-34-37 и иметь при себе документ, удостоверяющий личность.



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

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

# Перепрограммированные бактериофаги: сибирские ученые создают синтетические вирусы бактерий

В поисках альтернативы антибиотикам исследователи всё чаще обращаются к бактериофагам — вирусам, способным избирательно поражать бактерии. Для фаготерапии в основном используются природные бактериофаги, но у них есть недостатки. Методами синтетической биологии ученые Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН под руководством заведующей лабораторией молекулярной микробиологии ИХБФМ СО РАН доктора биологических наук **Нины Викторовны Тикуновой** получают модифицированные вирусы, которые более эффективно распознают и уничтожают опасные патогены.

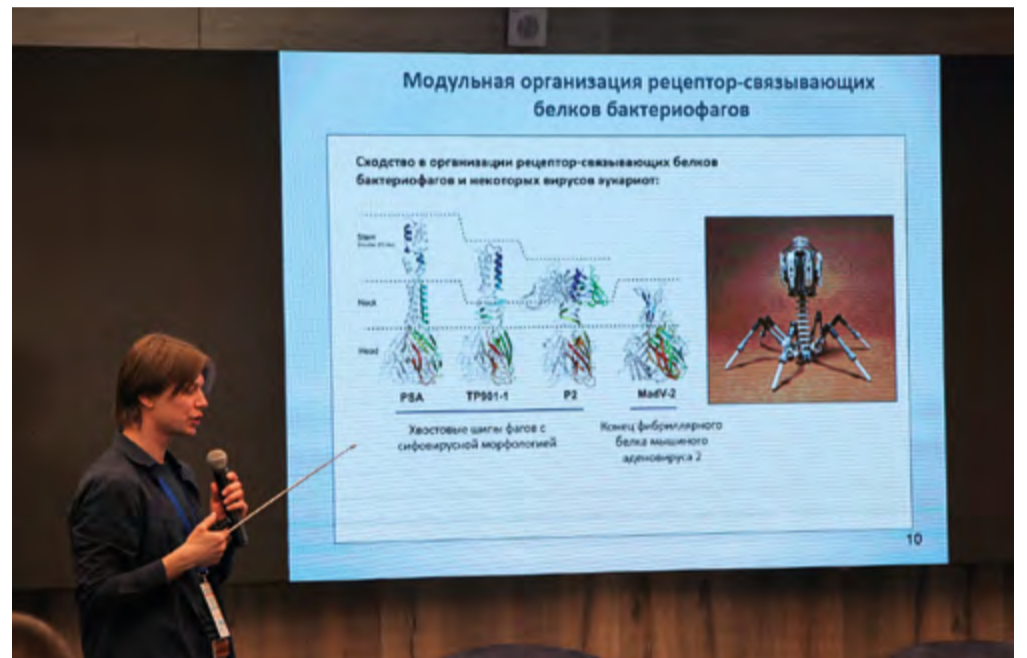
По сравнению с антибиотиками фаготерапия имеет ряд преимуществ. Бактериофаги способны распознавать и поражать практически неограниченный спектр бактерий, поскольку они используют различные белковые структуры (своего рода ножки) для распознавания и прикрепления к бактериальной клетке. Даже если бактерия пытается ускользнуть, изменяя свои рецепторы, вирус может быстро адаптироваться и найти новые варианты рецептор-связывающих белков для обнаружения целевого патогена. Как только бактерия исчезает из организма, бактериофаг исчезает вместе с ней, так как размножаться на чем-то другом, особенно на клетках человека, он не может. Антибиотики же действуют неселективно и способны убивать многие, в том числе и полезные, бактерии в нашем организме. Кроме того, антибиотики — это малые молекулы, разнообразие структур которых ограничено. Напротив, фаги распознают целевую бактерию с помощью более крупных белковых молекул, поэтому их разнообразие несоизмеримо больше.

Сейчас для фаготерапии используют в основном природные бактериофаги, у которых есть свои минусы. Такие фаги часто являются умеренными и не лизируют (не разрушают) бактерию-хозяина. Литические природные фаги также существуют, однако они могут содержать нежелательные гены токсинов, а также могут встраиваться в геномы бактерий. Синтетические бактериофаги смогут узнавать и уничтожать бактерии более эффективно, поскольку их свойствами можно управлять, а последовательности их геномов заранее известны и не содержат нежелательных генов.

«Для того чтобы синтезировать новый бактериофаг, мы берем геномы природных вирусов, а дальше определенные гены заменяем на области генома другого бактериофага. Например, изменяем гены, которые отвечают за узнавание целевой бактерии. Так собирается итоговый геном синтетического фага, на основе которого образуются фаговые частицы с заданными свойствами. Этот процесс можно назвать мутагенезом (изменением в нуклеотидной последовательности ДНК, приводящим к мутациям), однако происходят не какие-то точечные мутации, а замена крупными блоками. С помощью такого способа получают ферменты, микроорганизмы или вирусы (как в нашем случае)», — рассказывает старший научный сотрудник лаборатории молекулярной микробиологии ИХБФМ СО РАН кандидат химических наук **Иван Константинович Байков**.

Благодаря этой технологии можно менять многие параметры. Первым делом исследователи выясняют, за что отвечает тот или иной ген бактериофага, и решают, что необходимо заменить. Если не учесть все особенности, новый вирус может оказаться нежизнеспособным. Для этого ученые проводят дизайн бактериофага.

Дизайн включает в себя анализ и планирование необходимых изменений



Иван Байков рассказывает на конференции о бактериофагах

в геноме, чтобы получить желаемые свойства. Например, модификации могут позволить бактериофагу распознавать более широкий спектр бактерий или разрушать биопленки. При дизайне необходимо учитывать жизненный цикл бактериофага на молекулярном уровне. Важно знать, за счет каких структур бактериофаг взаимодействует со своими клетками-хозяевами, какие процессы происходят при репликации (копировании его генетического материала) и лизисе (разрушении клетки-хозяина).

«Не менее важна информация о пространственной структуре бактериофага. При дизайне и сборке генома мы работаем с последовательностями ДНК. Поэтому, чтобы поменять какую-либо часть фага, какой-то белок или отдельный домен, необходимо выяснить, какая конкретно часть гена кодирует эту область. Только тогда мы можем менять не ген целиком, а например его половину или последнюю треть на аналогичный фрагмент от другого бактериофага, и создавать тем самым химерный белок, который, с одной стороны, будет хорошо стыковаться с фаговой частью, а с другой стороны, привнесет что-то новое в свойства фага», — прокомментировал Иван Байков.

Одним из преимуществ бактериофагов по сравнению с антибиотиками является то, что бактериофаги не затрагивают другие бактерии, кроме целевых. Однако есть и обратная сторона высокой селективности фагов — для ряда бактериальных образцов нужно отдельно конструировать новый вариант фага или подбирать уже готовый бактериофаг. Поэтому ученые заранее создают коллекцию природных вирусов бактерий наряду с синтетическими и используют ее при необходимости.

Технологию сборки синтетических бактериофагов исследователи из ИХБФМ СО РАН испытали при создании вирусов для борьбы с клебсиеллой — патогенной бактерией, многие штаммы которой устойчивы к антибиотикам, но, как правило, чувствительны к бактериофагам.

«Мы поменяли «ножки» бактериофага, специфичного к одной группе штаммов клебсиеллы, на «ножки» другого фага, переставив соответствующие гены. Тем самым у нас получились вирусы, заражающие не ту бактерию, которую они исходно инфицировали, а другой штамм. То есть перенаправили фаг с одной группы штаммов на другую группу», — пояснил ученый.

С помощью белков хвостовых шипов (ножек) бактериофаги узнают бактериальный рецептор, связываются с ним и запускают процесс инфицирования дальше, чтобы доставить свой генетический материал внутрь клетки. После этого происходит процесс размножения. Можно сказать, что «ножками» бактериофаг определяет поверхность клетки. Так, если два разных вируса узнают разные клетки, то и рецептор-связывающие белки у них, скорее всего, разные.

Всего исследователи сконструировали шесть новых бактериофагов, поражающих клебсиеллу. Эти вирусы размножаются интенсивнее, чем исходные, и уничтожают патогенные бактерии результативнее.

«Редактирование геномов бактериофагов — это инструмент, технология. А области применения могут быть разные. С одной стороны, мы пробуем создавать фаги, которые бы более эффективно подавляли рост бактерий. Уже сейчас нужно задумываться над внедрением этой технологии в практику. С другой стороны, редактирование геномов позволяет более детально изучать роль как отдельных фаговых генов и соответствующих белков, так и их взаимодействие в контексте целого фага, а также на уровне взаимодействия фаг — клетка», — подытожил Иван Байков.

Исследование поддержано грантом РФФ 24-24-00553 «Управление специфичностью клебсиелльных бактериофагов методами синтетической биологии».

Ирина Баранова  
Фото автора