



Нацка в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 18 июля 2024 года • № 28 (3440) • 12+



Найдены остекленевшие древние хромосомы, которые позволят собрать геномы вымерших видов



Читайте на стр. 4–5

Официально

Объявлены результаты молодежных конкурсов 2024 года Президентской программы РФ

Подведены итоги конкурсов на получение грантов Российского научного фонда по мероприятиям: «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» и «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов. Среди победителей конкурса – представители научно-исследовательских институтов и вузов, находящихся под научно-методическим руководством Сибирского отделения РАН.

Проведение инициативных исследований молодыми учеными Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными «Псевдопрямое численное моделирование турбулентного конвективно-радиационного теплообмена с использованием технологий параллельных вычислений на графических ускорителях» (Томский политехнический университет), руководитель А. Э. Ни;

«Математическое моделирование и анализ эффективности гибридных энергетических систем» (Томский государ-

ственный университет), руководитель Е. А. Фёдорова;

«Разработка алгоритмов и численных методов моделирования многофазных течений на масштабе пор, ориентированных на высокопроизводительные вычислительные системы с гибридной архитектурой» (Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН), руководитель Д. И. Прохоров;

«Математическое моделирование пассивных систем охлаждения тепловых элементов в системах с пористыми средами» (ТГУ), руководитель М. С. Астанина;

«Моделирование теплообмена в тающем снежно-ледовом покрове и протаивающем грунте» (Алтайский государственный университет), руководитель А. Н. Сибин;

«Исследование биомеханики ампутанта нижних конечностей с помощью численного моделирования» (Новосибирский государственный университет), руководитель В. С. Сердюков;

«Увеличение эффективности активных систем охлаждения энергетических систем и радиоэлектронных блоков» (ТГУ), руководитель Н. С. Гибанов;

«Закономерности и механизмы деформации при квазистатических и циклических нагружениях кручением и изгибом

сплава TiNi с поверхностными слоями, синтезированными аддитивным тонкопленочным электронно-пучковым способом» (Институт физики прочности и материаловедения СО РАН), руководитель Ф. А. Дьяченко;

«Термодинамический подход к описанию излучения, распространяющегося в многомодовом волокне с градиентным профилем показателя преломления при заведении мод высших порядков» (НГУ), руководитель М. Д. Гервазиев;

«Влияние внутреннего дизайна структуры на закономерности пластической деформации и разрушения гетерогенных композиционных материалов с металлической матрицей, полученных методом проволочной электронно-лучевой аддитивной технологии» (ИФПМ СО РАН), руководитель К. С. Осипович;

«Разработка и исследование волоконных самосканирующих лазеров для задач терагерцовой спектроскопии» (Институт автоматизации и электрометрии СО РАН), руководитель А. Ю. Ткаченко;

«Исследование подвижности ионов и фазовых переходов в ионных жидкостях на основе алкилфосфония» (ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН»), руководитель А. Э. Художитков.

Продолжение на стр. 3

Новость

В Новосибирске прошла V Всероссийская конференция «Физико-химическая биология»

На площадке Технопарка новосибирского Академгородка (Академпарк) состоялась V Всероссийская конференция «Физико-химическая биология», организованная Институтом химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. Мероприятие приурочено к 40-летию института. Ученые из Москвы, Сочи, Уфы, Красноярска и Новосибирска обсудили свои разработки в области создания терапевтических средств и диагностических систем с помощью биологических молекул.

На открытии конференции директор ИХБФМ СО РАН доктор химических наук **Владимир Васильевич Коваль** отметил, что в настоящее время возможности для взаимодействия с коллегами по всей России достаточно разнообразны и приносят много продуктивных результатов. Он пояснил, что конференция, хотя и небольшая по количеству участников, обладает высокой концентрацией различных представителей отрасли: химики, биологи, медики и практикующие врачи – такое пересечение разных направлений позволяет получать хорошие результаты. «Когда институт создавался, мы изучали в основном химию нуклеиновых кислот: синтез, определение, секвенирование. С тех пор мы стали делать много нового. Мы перешли в область энзимологии, белков, белково-нуклеиновых комплексов, химии нуклеиновых кислот, диагностики. На этой конференции можно выделить основные направления: химия нуклеиновых кислот и белково-нуклеиновые комплексы», – сказал Владимир Коваль.

«Конференция была успешной, поскольку она предоставила возможность для плодотворного общения в непринужденной атмосфере. Несмотря на небольшое количество участников, мы услышали интересные и качественные доклады», – подчеркнул научный руководитель ИХБФМ СО РАН академик **Валентин Викторович Власов**.

В программе конференции были представлены секции «Функции белков в процессах переноса генетической информации и обеспечения стабильности генома» и «Синтетические нуклеиновые кислоты для терапии и диагностики». Большое внимание было уделено перспективным разработкам в сфере медицинской биотехнологии.

НВС

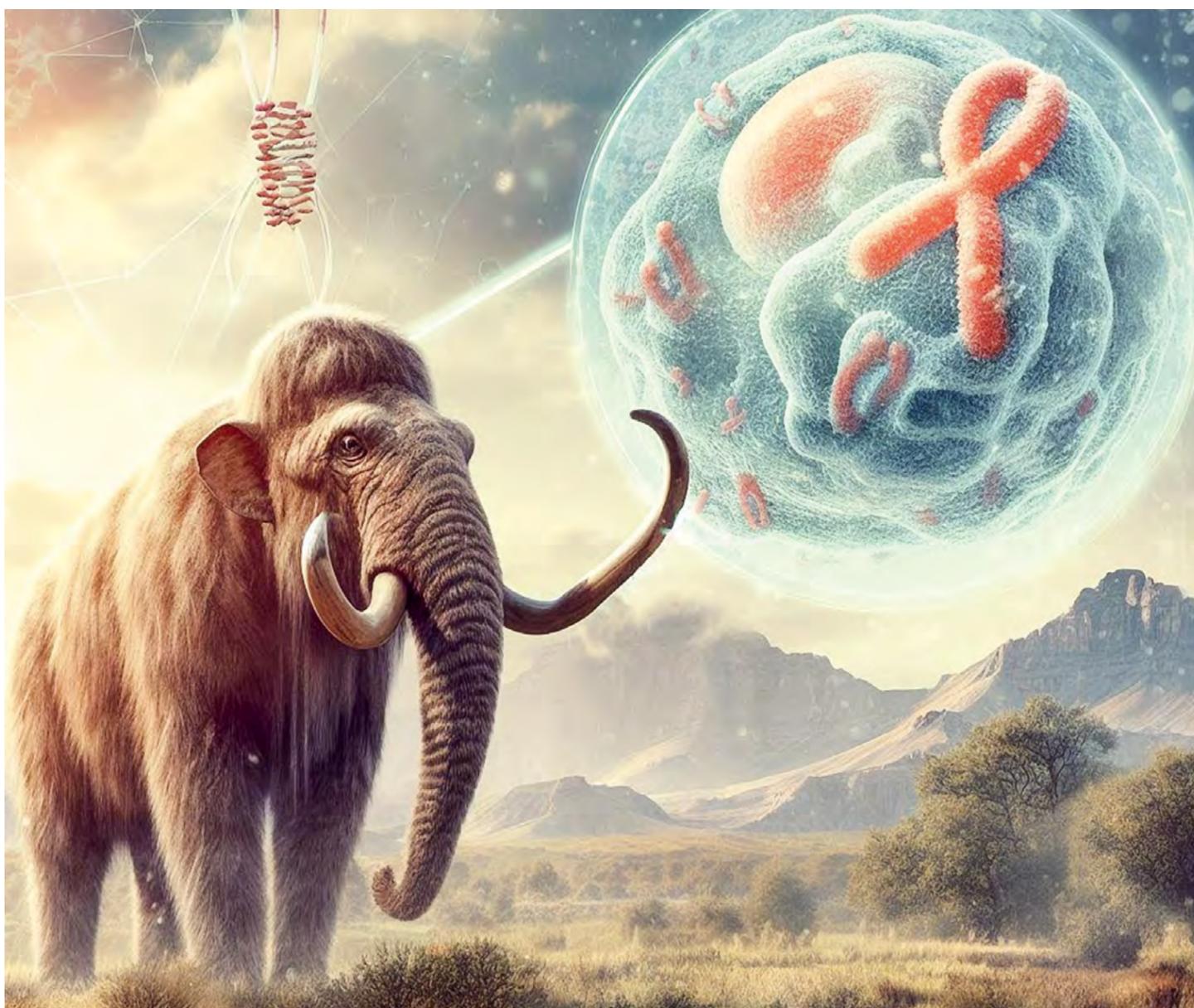
Найдены остекленевшие древние хромосомы, которые позволят собрать геномы вымерших видов

Из кожи найденного в Якутии шерстистого мамонта возрастом 52 000 лет впервые удалось извлечь остекленевшие древние хромосомы. Они намного крупнее известных ранее типов древней ДНК и сохраняют информацию о том, какие гены были активны. Как предполагают ученые, в дальнейшем это поможет собрать геномы вымерших видов. Хромосомы сохранились благодаря холодному и сухому климату Якутии, в котором естественным образом произошел процесс, аналогичный созданию вяленой говядины. Статья об этом исследовании опубликована в самом высокорейтинговом биологическом журнале Cell.

В 2018 году в Якутии была обнаружена хорошо сохранившаяся туша мамонта. Рядом с находкой оказался профессор Центра палеогенетики Стокгольмского университета Лав Дален, ему удалось взять кусочек мягких тканей со лба найденного животного. Дальнейшие исследования показали, что мамонту 52 тысячи лет. Лав Дален назвал его в честь английского футболиста Крисом Уоддлом — прически мамонта и футболиста были уж очень похожи. Однако в научном мире имя не прижилось, и животное стали величать «Тот самый мамонт». Тот самый мамонт помог ученым сделать открытие, которое предоставляет невероятные перспективы для изучения древних организмов.

«Незадолго до того, как разразилась эпидемия коронавируса, появился метод Hi-C — его изобрел американский ученый Эрез Либерман Эйден. Этот метод основан на изучении конформации ДНК, то есть ее расположения в ядре. Гомологичные участки генома находятся близко друг от друга, негомологичные — далеко. Кроме того, когда геном функционирует, внутри ядра могут появляться всевозможные вторичные и третичные структуры, например петли. Hi-C позволяет узнать, сколько и каких хромосом содержится в ядре, и одновременно прочесть их, то есть он совмещает цитологические методы и секвенирование. Доцент Центра геномной архитектуры колледжа Бэйлор доктор медицинских наук Ольга Дудченко придумала сделать с помощью Hi-C зоопарк ДНК всех возможных живых организмов. Филиал такого зоопарка появился и у нас — в Институте молекулярной и клеточной биологии СО РАН. Нам удалось накопить гигантское количество культур клеток, идеально подходящих для Hi-C, а совмещение его с нашими цитологическими методами дает поразительные результаты в плане изучения геномов», — рассказывает заведующий лабораторией цитогенетики животных Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН член-корреспондент РАН Александр Сергеевич Графодатский.

Зная, что крошечные фрагменты древней ДНК могут сохраняться в течение долгого времени, международная группа ученых под руководством медицинского колледжа Бейлора, Копенгагенского университета и Национального центра анатомии и регуляции генома решила попробовать исследовать с помощью Hi-C хромосомы мамонтов. Тот самый мамонт смог их удивить — в образце его кожи вплоть до миллиардных долей метра сохранилась структура древних, замороженных на десятки тысячелетий, хромосом.



«Ископаемые хромосомы — новый мощный инструмент для изучения истории жизни на Земле. Длина типичных фрагментов древней ДНК редко превышает 100 пар оснований, или 100 букв генетического кода, что намного меньше, чем полная последовательность ДНК организма, которая часто состоит из миллиардов букв. Напротив, ископаемые хромосомы могут содержать сотни миллионов генетических букв», — отмечается в пресс-релизе Cell.

«Ископаемые хромосомы меняют правила игры, потому что знание формы хромосом организма дает возможность собрать всю последовательность ДНК вымерших существ. Это позволяет получить информацию, которая была бы невозможна раньше», — рассказывает Ольга Дудченко.

Hi-C позволило показать, что у шерстистого мамонта было 28 пар хромосом. Это еще раз доказало, что его ближайшими

родственниками из ныне живущих организмов являются современные индийские слоны. Кроме того, именно этот метод, способный отличить когда-то активные гены от неактивных, помог выяснить, что Тот самый мамонт был шерстистым. «Оказалось, что у шерстистого мамонта существуют ключевые гены, регулирующие развитие волосных фолликулов, схема активности которых совершенно иная, чем у слонов», — говорит директор Центра гологеномики при Датском национальном исследовательском фонде Томас Гилберт.

Активность генов в древней ДНК помогло выявить и то, что в хромосомах мамонта сохранились петли хроматина, структуры размером 50 нм, которые были открыты всего десять лет назад. Эти петли приближают активирующие последовательности ДНК к их генным мишеням.

Пожалуй, главный вопрос, который волновал исследователей: как могли фрагменты ДНК древних хромосом сохраниться в течение 52 000 лет и при этом не растерять свою трехмерную структуру? Удалось выяснить, что окаменелости хромосом находились в совершенно особом состоянии, очень напоминающем положение молекул в стекле. «Хромостекло во многом похоже на стекло в вашем окне: оно жесткое, но это не упорядоченный кристалл. Если вы увеличите изображение отдельных частиц, то увидите, что они просто не смогут продвинуться далеко в такой ситуации, даже если вы будете ждать тысячи и тысячи лет», — отмечает директор Центра геномной архитектуры и профессор медицинского колледжа Бейлора доктор Эрез Либерман Эйден.

Сами того не осознавая, многие цивилизации разработали способы стекло-

Скаполиты в фотонике: перспективы применения в оптических устройствах

Скаполиты – минералы, которые встречаются в виде больших и прозрачных кристаллов. Специалисты из Института геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН (Иркутск) провели детальное их изучение и обнаружили собственные люминесцентные и радиационные дефекты. Ученые предполагают, что скаполиты могут быть перспективным материалом для фотоники, в частности для создания новых, более эффективных устройств и систем. Статья об этой работе опубликована в научном журнале *Chemical Physics Letters*.

Скаполит – минерал, относящийся к каркасным алюмосиликатам с дополнительными анионами. Он встречается в виде кристаллов и характеризуется высокой прозрачностью и значительными размерами. Структура скаполита позволяет активировать материал различными примесными ионами, такими как двух- и трехвалентные ионы переходных металлов, ионы лантаноидов и анион-радикалы. Благодаря этому скаполит по-разному окрашен и бывает зеленовато-желтым, розовым, фиолетовым, темно-розово-фиолетовым. Минерал также обладает уникальными оптическими свойствами, такими как люминесценция в широком спектральном диапазоне. Это делает его перспективным материалом для использования в фотонике: например, для создания оптических сенсоров, лазеров, светодиодов и других устройств, работающих на основе оптических явлений.

В ходе совместной работы ученых из Иркутска, Екатеринбурга и Латвии было установлено, что скаполиты обладают потенциалом для противостояния радиационному воздействию благодаря своей структуре, образованной кремний-кислородными и алюминий-кислородными тетраэдрами.

Радиационно-наведенными дефектами в скаполите, вызывающими синюю окраску, являются карбонатные анион-радикалы, которые находятся в полостях, образованных каркасом скаполита. Исследователи установили механизм образования этих дефектов.

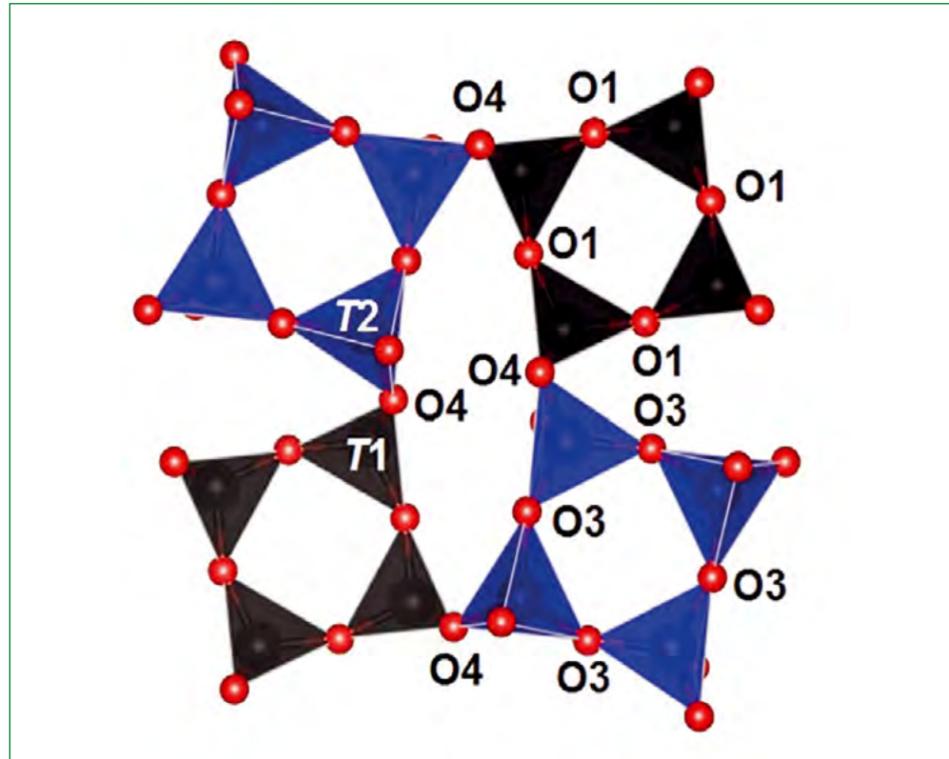
«Помимо этого, изучалась люминесценция примесных ионов в минерале. Полученные данные о типах примесной люминесценции в скаполите при возбуждении каркаса и внекаркасных комплексов в ходе исследования могут помочь в будущем при создании ультрафиолетовых и рентгеновских сенсоров и люминофоров. Кроме того, его свойства позволяют улучшать характеристики существующих устройств, делая их более эффективными и долговечными», – рассказал старший научный сотрудник Института геохимии СО РАН кандидат физико-математических наук Роман Юрьевич Шендрик.

Важную информацию о собственной люминесценции микропористых материалов и механизмах образования радиационных дефектов можно получить при возбуждении каркаса этих материалов в области вакуумного ультрафиолета. Для этого требуются достаточно яркие источники излучения. Ряд исследований был проведен на синхротроне MAX IV в городе Лунд, Швеция.

Образец скаполита для работы представлял собой синее непрозрачное удлиненное зерно с перламутровым блеском и был предоставлен минералогическим музеем Иркутского национального исследовательского технического универ-



Скаполит



Схематическое изображение скаполитового каркаса

ситета. Гранулы или песчинки минерала были тщательно отобраны с фрагмента породы, найденной на Слюдянском месторождении, расположенном на южной оконечности озера Байкал.

Зерна скаполита отполировали, и из них специалисты подготовили тонкие пластины для спектроскопических исследований. Химические анализы, для которых использовался электронный микроскоп, проводились на кристаллах скаполита, погруженных в эпоксидную смолу и покрытых углеродом.

В промышленности скаполит используется в производстве керамики, стекла, фарфора и эмали. Благодаря своим свойствам он улучшает качество изделий и придает им оригинальный вид.

В настоящее время проводятся активные исследования по изучению различных аспектов свойств скаполита: оптических,

электрических и механических. Ученые также анализируют методы синтеза и обработки минерала, которые позволяют создавать устройства и системы с заданными характеристиками.

«Открытие станций фотолюминесценции на синхротронах в России пока не запланировано, но параметры нового ускорителя элементарных частиц ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов» делают его идеальным кандидатом для таких исследований. Это может привести к значительным успехам в изучении перспективных материалов для фотоники, включая природные соединения», – отметил Роман Шендрик.

Юлия Сидорова
Фото предоставлено
Романом Шендриком
и из открытых источников

вания продуктов питания для их сохранения, обычно путем сочетания охлаждения и обезвоживания. Именно так были созданы чипсы тортилья и вяленая говядина. С телом Того самого мамонта, похоже, такие трансформации произошли естественным образом – благодаря сухому и очень холодному якутскому климату.

Свое предположение ученые, конечно же, проверили, правда не на мамонте, а на старом вяленом мясе сублимированной сушки. «Мы выстрелили в него из дробовика. Мы переехали его машиной. Бывший питчер “Хьюстон Астрос”, выступавший в стартовом составе, бросил в него мяч. Каждый раз вяленое мясо разлеталось на мелкие кусочки, разбиваясь, как стекло, но хромосомы были целыми и неизменными. Вот почему эти окаменелости сохранились. Вот почему они были там 52 тысячи лет спустя и просто ждали, когда мы их найдем», – рассказывает научный сотрудник Центра геномной архитектуры и Центра теоретической биологии Университета Райса доктор Синтия Перес Эстрада.

Огромный вклад в эти исследования внесли российские ученые. Группа из четырех сотрудников Музея мамонта (Якутия) под началом руководителя отдела изучения мамонтовой фауны доктора биологических наук Альберта Васильевича Протопопова находила в архивах и предоставляла для исследования все новые и новые материалы мамонтовой фауны. Кстати, в этой работе принял участие и знаменитый мамонтенок Юка, но его хромосомы оказались менее сохранены.

Команда гистологов из лаборатории морфологии и функции клеточных структур ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН», возглавляемая доктором биологических наук Николаем Борисовичем Рубцовым, описывала гистологическую структуру тех мест, откуда были получены ядра клеток.

Ученые лаборатории цитогенетики животных Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН извлекали ДНК образцов, выполняли для многих из них Hi-C, выделяли и изучали внутренние структуры хромосом. Сотрудники лаборатории сделали огромную трудоемкую работу, вручную исследовав цитологию несколько сотен образцов тканей мамонтов и слонов. Исследованию помогло то, что в ИМКБ собрана большая коллекция клеток афротерий – особой ветви плацентарных млекопитающих, к которой относятся все слоны.

«Мы хотим попробовать поискать такие же остекленевшие клетки в других замороженных организмах. В Якутии в этом плане богатство неизмеримо: там есть и копытные, например знаменитая ленская лошадь, которая непонятно как соотносится с нашими лошадьми, и хищники – замороженные львята, и множество других животных. Кроме того, интересно выяснить, почему остекленевшие хромосомы в разных частях организма сохраняются по-разному», – рассказывает Александр Графодатский.

В то же время он признается, что такого мощного открытия уже не будет – ведь в этом исследовании сохранность остекленевших хромосом в ископаемых организмах была показана впервые. «Кто знает, может, будут другие открытия? Вдруг появится метод, позволяющий извлекать хромосомы из костей? Сейчас это невозможно, но сохранение хромосом в ископаемых организмах тоже считалось невозможным, поэтому я уже ничему не удивлюсь», – улыбается Александр Сергеевич.

Диана Хомякова
Иллюстрации из открытых источников