



# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 13 января 2022 года • № 1 (3312) • 12+

## Ценный вредитель: ученые спасают саранчу



Читайте на стр. 5

Новость

## Геномы злаков содержат скрытый потенциал для адаптации

Ученые из Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН на примере различных видов злаков исследовали количество копий и структуру гена, чрезвычайно важного для процесса правильного деления клеток. Работа поддержана грантом Российского научного фонда, полученные результаты опубликованы в журнале *BMC Plant Biology*.

Кодирующие последовательности ДНК, то есть участки генома, в которых зашифрованы аминокислотные последовательности белков, принято называть уникальной ДНК или, собственно, генами. Они составляют малую часть генома: у человека на их долю приходится всего 3–5%, а у злаков еще меньше – 1–2%. Остальная часть генома представлена в основном различными классами повторяющихся последовательностей, и их функции не столь очевидны. При этом гены, например те, что кодируют рибосомальную РНК или запасные белки злаков, также могут быть представлены множественными копиями, но абсолютное большинство генов, как считалось, имеет только одну копию. Все эти факты были установлены в 1970–1980-х годах. Однако относительно недавно выяс-

нилось, что значительная часть уникальной ДНК не является истинно уникальной из-за широко распространенного явления дубликации генов. Это удвоение всего генома, приводящее к возникновению полиплоидных (удвоенных) геномов, что часто встречается среди растений и удвоение небольших фрагментов (сегментальные дубликации) вследствие особенностей структуры ДНК в данном участке генома. Дочерние (удвоенные) копии генов, как правило, выбрасываются в процессе эволюции, если они не приобрели новых функций и превратились в псевдогены.

Исследователи из ИМКБ СО РАН выбрали для анализа ген, кодирующий исключительно важный по своей функции белок, так называемый центромерный гистон. Он определяет позицию центромера на хромосомах и их правильное функционирование. Это необходимо для правильной передачи всей генетической информации от родителей к потомкам.

Анализ геномов наиболее распространенных видов показал, что эволюционная ветвь, из которой произошли современные рис и кукуруза, имеет одну копию гена центромерного гистона, а в другой эволюционной ветви, из которой возникли современные пшеница, ячмень и рожь,

произошла дубликация. Авторы провели анализ последовательности этого участка ДНК и методом молекулярных часов установили, что удвоение произошло примерно 35–40 миллионов лет назад. Оно сопровождалось изменениями в структуре дочерней копии гена, а именно: уменьшилось количество кодирующих участков (экзонов) и изменился порядок их чередования с некодирующими участками (интронами). Однако эти изменения не превратили вторую копию гена в псевдоген, и давление очищающей селекции не выбросило ее за столь длительный срок из генома. Она вполне функциональна и нарабатывает белок уменьшенного размера.

«Пока не очень понятно, зачем вообще было необходимо удвоение, если другие злаковые, такие как рис и кукуруза, спокойно обходятся одним геном и процветают, занимая огромные ареалы. Кроме того, загадкой остается и то, почему произошло укорочение. Ответ на эти вопросы поможет раскрыть загадку избыточной ДНК, но пока его у нас нет», – рассказал заведующий лабораторией молекулярной генетики ИМКБ СО РАН доктор биологических наук Александр Васильевич Вершинин.

Пресс-служба РНФ

Новость

## В ИЯФ СО РАН начата разработка вакуумной системы для ЦКП СКИФ

На экспериментальном производстве Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН изготовлены первые вакуумные камеры для бустерного кольца. Система станет одной из ключевых в работе синхротрона СКИФ.

Ускорительный комплекс СКИФ состоит из множества разных систем, среди которых выделяются основные, определяющие его работу и параметры: магнитная и непосредственно ускоряющая высокочастотная. Вместе с тем, чтобы пучки электронов могли двигаться внутри ускорителя, не встречая препятствий, несколько часов и дней подряд не распадаясь и не теряя своих свойств, также необходим высокий вакуум. Плотность молекул газа в накопительном кольце должна быть в триллионы раз меньше, чем в воздухе.

Такая вакуумная система для бустерного синхротрона и линейного ускорителя в настоящее время активно производится на установках ИЯФ СО РАН. Особое значение для сложной конструкции накопительного кольца имеют мелкие соединительные детали. Стыки вакуумных элементов должны сохранять гладкость сложной внутренней поверхности камеры, гарантируя беспрепятственное движение пучка при всех температурных расширениях.

«Для основного накопительного кольца СКИФа уже разработаны первые прототипы частей вакуумной камеры, – рассказал руководитель проектного офиса ЦКП СКИФ, заместитель директора по научной работе ИЯФ СО РАН доктор физико-математических наук Евгений Борисович Левичев. – Одна из таких конструкций – трубка с двумя фланцами, сделанная методом экструзии, когда при нагревании алюминиевый сплав делается пластичным и продавливается через формирующее отверстие. Такая трубка, изготовленная с точностью в пять микрометров, понадобится для охлаждения при синхротронном излучении. Положение электронного пучка в вакуумной камере необходимо определять с огромной точностью – от одного микрометра и меньше. Для этого по периметру кольца будут распределены датчики, фиксирующие координаты пролетающего пучка».

В текущем году разработанные изделия будут запущены в массовое производство, а затем завершено строительство вакуумной системы бустерного кольца. Запуск всего ускорительного комплекса планируется к концу 2023 года.

НВС

## Академику РАН Игорю Фёдоровичу Жимулёву — 75 лет

Дорогой Игорь Фёдорович!

В день Вашего 75-летнего юбилея примите самые сердечные поздравления и наилучшие пожелания от Президиума Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенного ученого совета СО РАН по биологическим наукам!

Нам приятно приветствовать Вас — известного российского ученого, специалиста в области молекулярной генетики. Широкое признание среди российских и зарубежных ученых получили Ваши исследования структуры политенных хромосом и гетерохроматина, организации и экспрессии генов, которые являются дости-

жениями мирового уровня и стали возможными благодаря Вашей научной одаренности, громадной работоспособности и организаторскому таланту. Научное сообщество высоко оценило полученные результаты награждением Вас премией РАН им. Н. К. Кольцова и Государственной премией Российской Федерации.

Благодаря Вашим усилиям и организаторскому таланту был создан Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, который Вы возглавляли в течение нескольких лет, а сейчас являетесь его научным руководителем. Коллектив института успешно решает стоящие перед ним задачи. Мы желаем Вам и Вашему

коллективу новых научных достижений и творческих успехов!

С глубоким уважением говорим о Вашей педагогической деятельности. Высококласные специалисты, воспитанные Вами, работают в престижных лабораториях по всему миру. Созданная Вами научная школа по молекулярной цитогенетике является одной из сильнейших в России.

Вы не замыкаетесь в рамках узкой специализации. Являясь одним из активных участников движения защиты природы Академгородка, Вы много сделали для сохранения здесь уникальных природных ландшафтов. Ваше увлечение природой, а особенно орнитологией, нашло выра-

жение в создании монографии о птицах с прекрасными фотографиями.

Дорогой Игорь Фёдорович, желаем Вам крепкого здоровья, новых идей и творческих замыслов! Пусть Вам и Вашим близким сопутствуют счастье и благополучие!

**Председатель СО РАН  
академик РАН В. Н. Пармон**

**Председатель ОУС СО РАН  
по биологическим наукам  
академик РАН В. В. Власов**

**Главный ученый секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович**

## Академику РАН Николаю Александровичу Колчанову — 75 лет

Дорогой Николай Александрович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН по биологическим наукам сердечно поздравляют Вас с 75-летием!

Полвека Ваша научная, педагогическая и общественная деятельность связана с Сибирским отделением. Мы знаем Вас как основателя российской школы биоинформатики и системной компьютерной биологии. Ваши исследования по компьютерной геномике и протеомике, реконструкции и анализу генных сетей, моделированию молекулярно-генетичес-

ких систем и процессов получили широкую известность. Руководимый Вами коллектив матбиологов ФИЦ ИЦИГ СО РАН стал по этому направлению науки мировым лидером и тесно сотрудничает со многими институтами Сибирского отделения и зарубежных стран.

Ваш талант организатора науки проявился на посту директора одного из ведущих институтов Отделения — Института цитологии и генетики СО РАН, который под Вашим руководством стал Федеральным исследовательским центром, его научным руководителем Вы являетесь сейчас.

Ваши заслуги признаны научным сообществом: Вы избраны действительным

членом Российской академии наук, членом многих научных советов, в том числе и нескольких советов при президенте Российской Федерации, и редколлегий журналов.

Мы с глубоким уважением говорим о Вашей педагогической деятельности. Многие годы Вы возглавляете кафедру информационной биологии Новосибирского государственного университета. Высококласные специалисты, подготовленные кафедрой, работают во многих российских институтах и за рубежом.

Мы знаем и ценим Вас как человека активных жизненных позиций, эрудированного и целеустремленного.

В этот праздничный день, дорогой Николай Александрович, примите наши искренние пожелания дальнейшей плодотворной работы, здоровья Вам и Вашим близким, благополучия, оптимизма, творческих успехов!

**Председатель СО РАН  
академик РАН В. Н. Пармон**

**Председатель ОУС СО РАН  
по биологическим наукам  
академик РАН В. В. Власов**

**Главный ученый секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович**

## Академику РАН Николаю Захаровичу Ляхову — 75 лет

Глубокоуважаемый  
Николай Захарович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет по химическим наукам СО РАН сердечно поздравляют Вас, всемирно признанного специалиста в области гетерогенной кинетики твердофазных реакций и химического материаловедения, с 75-летием!

Ваши работы по изучению реакционной способности твердых веществ внесли существенный вклад в развитие химического материаловедения в нашей стране. Было развито новое направление в химии твердого тела, получившее название радиационно-термической активации, совместно с коллективом сотрудников удалось построить кинетическую модель радиационно-термических процессов, выйти на новый уровень описания кинетики

ряда реакций термической дегидратации кристаллогидратов. Высоко цитируемы в мировой научной литературе результаты, посвященные концепции вакансионных структур как основного звена в механизме реакций термического разложения твердых тел. Неоценим Ваш вклад в развитие во всем мире механохимии твердых тел, в определении роли механокомпозиции в механохимическом синтезе и возможности их применения в качестве прекурсоров для термического синтеза, в том числе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, применения дифрактометрии синхротронного излучения с высоким временным разрешением к исследованию быстропротекающих реакций с участием твердых тел.

Вы вносите большой вклад в развитие науки всего Сибирского региона. Вам, талантливому исследователю и организатору науки, принадлежит основная заслуга

в создании Сибирской ассоциации материаловедов, Вы были ее первым президентом. Вы являетесь вице-президентом Российского химического общества им. Д. И. Менделеева, членом Азиатско-Тихоокеанской академии перспективных материалов.

Свой талант организатора науки Вам удалось реализовать в полной мере не только за 20 лет руководства Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН, но и в должности главного ученого секретаря СО РАН. Будучи депутатом Новосибирского городского Совета, Вы проявили искреннюю заинтересованность в разрешении проблем, реальное желание помочь людям.

Ваши научные и общественные достижения отмечены многими высокими государственными наградами: орденами Дружбы и «Знак Почета», Вы являетесь лауреатом государственной премии Но-

восибирской области. Научное сообщество выразило признание Ваших научных заслуг многочисленными престижными премиями.

Дорогой Николай Захарович, Вы сохраняете жизнелюбие и оптимизм, веру в успешное будущее отечественной науки и продолжаете плодотворно трудиться на благо нашей страны. Мы желаем Вам творческого долголетия, крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, дальнейших успехов на благо российской науки. Счастья и благополучия Вам и Вашим близким!

**Председатель СО РАН,  
председатель ОУС СО РАН  
по химическим наукам  
академик РАН В. Н. Пармон**

**Главный ученый секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович**

## Члену-корреспонденту РАН Алексею Владимировичу Кочетову — 55 лет

Дорогой Алексей Владимирович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН по биологическим наукам сердечно поздравляют Вас с 55-летием!

Мы знаем Вас как известного специалиста в области молекулярной генетики и геномной инженерии растений, молекулярной биологии и биоинформатики. Вы одним из первых применили экспериментально-компьютерные подходы для решения задач системной биологии растений. Реконструкция генных сетей и их исследование на моделях трансгенных растений позволили выявить роль генов экстраклеточных рибонуклеаз в защите

от вирусов, связь между катаболизмом пролина и индукцией неспецифических механизмов адаптации к неблагоприятным факторам окружающей среды. Эти исследования нашли практическое применение в разработке новых способов получения вирусоустойчивых и высокоадаптивных форм растений.

Несколько лет Вы возглавляете один из успешных институтов — Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН».

Благодаря Вашим разработкам генетических технологий он вошел в состав консорциума организаций Курчатковского геномного центра, исследования которого ориентированы на решение задач, поставленных Стратегией научно-тех-

нологического развития Российской Федерации. О признании Ваших заслуг свидетельствует избрание Вас членом-корреспондентом Российской академии наук, членом нескольких научных советов по биоинформатике и редколлегий журналов.

Мы с уважением отмечаем Ваше активное участие в преподавательской деятельности на посту заведующего кафедрой генетики и селекции в Новосибирском государственном аграрном университете и на кафедре цитологии и генетики Новосибирского государственного университета, а также в должности директора недавно созданного в НГУ НОЦ «Институт генетических технологий». Друзья и коллеги знают Вас как человека широких

интересов, общение с Вами всегда интересно и плодотворно.

Дорогой Алексей Владимирович, Вы молоды и полны сил. От всей души желаем Вам крепкого здоровья, благополучия Вам и Вашим близким, исполнения планов и замыслов, новых творческих идей!

**Председатель СО РАН  
академик РАН В. Н. Пармон**

**Председатель ОУС СО РАН  
по биологическим наукам  
академик РАН В. В. Власов**

**Главный ученый секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович**

## Члену-корреспонденту РАН Владимиру Алексеевичу Конторовичу — 60 лет

Глубокоуважаемый Владимир Алексеевич!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН наук о Земле тепло и сердечно поздравляют Вас с 60-летним юбилеем!

Надо сказать, что свой путь в геологии Вы начали не кабинетным геофизиком. После окончания Новосибирского государственного университета была работа на производстве, и уже там ярко проявились Ваши организаторские способности: за 12 лет работы в Томском геофизическом тресте Вы прошли путь от геофизика-полевика до главного геолога организации. Этот жизненный и трудовой опыт заложил хороший базис для Вашей дальнейшей научной деятельности. В 1997 году Вы перешли на работу в Институт геологии и геофизики,

и с тех пор Ваша трудовая биография неразрывно связана с Сибирским отделением.

В научном мире Вы известны как крупный специалист в области тектоники осадочных бассейнов, прогнозирования нефтегазоносности, разведки и подготовки к разработке нефтяных и газовых месторождений. Вы предложили объектно-ориентированные методологические подходы оценки качества коллекторов, выявления нефтегазоперспективных объектов и построения моделей геологического строения месторождений нефти и газа в различных осадочных комплексах Сибири, от венда до неокома включительно. Многие сделано Вами в сфере разработки методов прогнозирования геологического разреза, выявления и детального картирования залежей углеводородов на базе комплексного анализа геолого-геофизических данных.

Разработанные методические приемы широко внедрены в производство и применяются специалистами геолого-геофизических предприятий.

В область Ваших научных интересов входят исследования Арктического региона. Вы выполнили комплексную интерпретацию геолого-геофизических материалов по континентальной окраине Сибирской платформы и акватории моря Лаптевых. Результаты исследований показали, что западная часть моря Лаптевых в геологическом плане представляет собой северное продолжение Сибирской платформы и позволили обосновать перспективы нефтегазоносности этой части шельфа.

Большое внимание Вы уделяете подготовке молодых специалистов, читая курсы для бакалавров, магистрантов и аспирантов. Под Вашим руководством выполнено

большое количество бакалаврских и магистерских работ на геолого-геофизическом факультете НГУ, защищено четыре кандидатских диссертации. Ваши студенты и аспиранты неоднократно становились лауреатами международных научных конференций.

Дорогой Владимир Алексеевич, от всей души желаем Вам сил, вдохновения, новых научных открытий, здоровья, бодрости и мира в семье!

Председатель СО РАН  
академик РАН В. Н. Пармон

Председатель ОУС СО РАН наук о Земле  
академик РАН М. И. Эпов

Главный ученый секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович

## Академику РАН Николаю Александровичу Колчанову — 75 лет

9 января исполнилось 75 лет научному руководителю ФИЦ ИЦиГ СО РАН профессору, академику РАН Николаю Александровичу Колчанову.

Более полувека назад Николай Колчанов поступил на биологическое отделение факультета естественных наук Новосибирского государственного университета. Среди преподавателей университета были те, кого Николай Александрович считает своими учителями, определившими его путь в науке. Это основатель сибирской школы эндокринологии профессор М. Г. Колпаков. Также создатель кафедры теоретической кибернетики НГУ, один из отцов всей советской кибернетики член-корреспондент АН СССР А. А. Ляпунов. И профессор В. А. Ратнер — известный специалист в области теории молекулярной эволюции и математической молекулярной генетики.

После защиты диплома Колчанов приходит аспирантом в Институт цитологии и генетики СО АН, где успешно защищает кандидатскую диссертацию, посвященную физиологии. Но в том же году молодой ученый меняет направление своей работы на математическую биологию (позже ее стали называть биоинформатикой) и становится младшим научным сотрудником лаборатории генетики популяций, которой руководил В. А. Ратнер. Вскоре началось стремительное накопление информации о первичных структурах белков и генов, для расшифровки функций которых необ-

ходимо было разработать методы анализа генетических текстов, а также математические модели генных сетей, которые В. А. Ратнер называл молекулярно-генетическими системами управления. Фактически силами этого научного коллектива закладывались основы системной компьютерной биологии.

Как это часто бывает, наиболее интересные результаты удавалось получить на стыке разных научных направлений. Такой подход Николай Александрович продолжает продвигать на протяжении всей своей работы. В 1992 году он становится заместителем директора ИЦиГ по научной работе и к его обязанностям прибавился огромный объем организационных и административных задач.

Благодаря своей активности, огромной трудоспособности и разносторонним научным интересам академик Колчанов стоял у истоков целого ряда научных проектов. Среди них организация совместно с академиком В. К. Шумным (тогда директором ИЦиГ СО РАН) «Информационного вестника ВОГиС» — печатного издания Вавиловского общества генетиков и селекционеров. Сегодня издание выросло в «Вавиловский журнал генетики и селекции», включенный в WoS, PubMed Central, Scopus и другие международные базы данных.

Сибирская школа теоретической биологии, одним из основателей которой стал академик Н. А. Колчанов, зародилась еще в 1980-е годы. А в 1998 году она получила

площадку для представления своих достижений и обмена опытом в виде мультиконференции BGRS/SB. За минувшие годы конференция стала не просто традиционным, но и значимым событием для отечественной и мировой биоинформатики. Организатором и бессменным председателем ее Программного комитета является в то время директор, а сейчас научный руководитель ФИЦ ИЦиГ СО РАН академик Николай Александрович Колчанов.

Любая научная дисциплина в начале своего развития испытывает острую потребность в подготовленных кадрах. Прекрасно это понимая, в 2003 году академик Колчанов выступает одним из инициаторов открытия в НГУ кафедры информационной биологии, которую затем и возглавил. И, несмотря на колоссальную загрузку, год за годом находил время для преподавательской работы в университете.

В 2007 году Николай Александрович сменил В. К. Шумного на посту директора Института цитологии и генетики СО РАН. Изменения в жизни страны требовали новой стратегии от руководства института, которая была сформулирована в документе «Программа развития ИЦиГ СО РАН». В настоящее время на государственном уровне активно реализуется программа «Генетические технологии», согласно которой ИЦиГ СО РАН должен работать во всех отраслях, связанных с генетикой.

Последовал ряд организационных мер: институт был преобразован в феде-

ральный исследовательский центр, в состав которого на правах филиалов вошли Сибирский НИИ растениеводства и селекции, НИИ клинической и экспериментальной лимфологии и НИИ терапии и профилактической медицины. Это позволило реализовывать проекты полного цикла — от фундаментальных исследований до внедрения готовых продуктов и технологий в производство (стратегия, которую продвигал основатель Академгородка академик М. А. Лаврентьев).

Сменив в 2018 году директорское кресло на пост научного руководителя ФИЦ ИЦиГ СО РАН, академик Колчанов продолжает активную научную и организационную работу. Сегодня он вице-президент центрального совета Вавиловского общества генетиков и селекционеров, член совета Российского фонда фундаментальных исследований и целого ряда научных советов РАН, заместитель главного редактора «Вавиловского журнала генетики и селекции», член редколлегии еще нескольких научных журналов. Его вклад в науку заслуженно отмечен избранием в действительные члены Академии наук, орденом Дружбы, многочисленными наградами, почетными званиями и грамотами.

Коллектив ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» поздравляет Николая Александровича с юбилеем и желает крепкого здоровья, новых ярких идей и научных достижений!

## ИНФРАСТРУКТУРА

### Подведены итоги 2021 года в развитии проекта СКИФ

Директор ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» академик Валерий Иванович Бухтияров и директор ЦКП СКИФ доктор физико-математических наук Евгений Борисович Левичев рассказали об основных результатах реализации проекта строительства центра коллективного пользования в 2021 году.

«Недавнее положительное заключение Главгосэкспертизы по проекту строительства СКИФ — важный результат этого года. Чтобы его достичь, много работали несколько коллективов. Это и генеральный проектировщик — АО ЦПТИ (входит в Топливную компанию «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом»), и Министерство науки и высшего образования РФ, Институт катализа СО РАН и его филиал — ЦКП СКИФ, Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН и, конечно, руководство Новосибирской области», — подчеркнул Валерий

Бухтияров. Также он рассказал, что в результате экспертизы стоимость проекта была скорректирована. «Изначально она составляла 37,1 млрд рублей, сейчас мы вышли на сумму 43,8 млрд рублей в ценах второго квартала 2021 года. Совет по реализации Федеральной научно-технической программы развития синхротронно-нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры, в рамках которой строится СКИФ, поддержал пересмотр стоимости проекта и выделение дополнительного финансирования из средств программы», — отметил В. Бухтияров.

Теперь в строительной части проекта предстоит решить две больших задачи: получить разрешение на строительство и заключить основной контракт с АО «КОНЦЕРН ТИТАН-2». На данный момент на строительной площадке СКИФ выполняются подготовительные работы, которые должны завершиться в марте 2022 года.

«Разрешение на строительство мы рассчитываем получить уже в грядущем январе», — сообщил В. Бухтияров.

Параллельно идет изготовление оборудования для ЦКП СКИФ: ИЯФ СО РАН выступает единственным исполнителем комплекса работ по сборке, поставке и пусконаладке технологически сложного оборудования ускорительного комплекса.

«Условно комплекс можно разделить на две большие части: инжекционная часть (линейный ускоритель и бустерный синхротрон) и накопительное кольцо. Сейчас произведена большая часть оборудования инжекционного комплекса. Что касается накопителя, то заканчивается проектирование и постепенно чертежи поступают в производственный цех, закупаются необходимые оборудование и материалы», — рассказал Е. Левичев.

В марте-апреле 2022 года будет собрана первая небольшая часть комплекса —

электронная пушка, а также часть линейного ускорителя. В специальном радиационно-защищенном зале ученые рассчитывают получить первый электронный пучок проекта СКИФ.

«Преыдущие два года можно назвать временем проектирования, разветвления производства и стройки, сейчас акцент должен сместиться на формирование коллектива СКИФ. В августе мы получили статус филиала ФИЦ ИК СО РАН, и сейчас в СКИФ работают около 100 человек, но этого мало. Чтобы поддерживать работу такого огромного сложного комплекса, в 2023–2024 годах потребуется порядка 350 человек. Мы планируем брать студентов НГУ, НГТУ и других вузов и прикреплять их к лабораториям, которые выполняют работы по СКИФ», — отметил Е. Левичев.

Пресс-служба ЦКП СКИФ

## АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ КВАШНИН (15.08.1946 — 07.01.2022)

Руководство и коллектив Сибирского отделения РАН скорбят о кончине **Анатолия Васильевича Квашнина** — выдающегося военного и государственного деятеля современной России. Его жизнь без остатка была отдана безопасности и благополучию нашей страны, а значительный отрезок биографии — развитию Сибирского макрорегиона.

Танковые войска и Генштаб, Чечня и Балканы — на этих и других участках Анатолий Васильевич проявил себя талантливым и ответственным военачальником. Его организаторские способности и общественная позиция в полной мере проявились на гражданской службе. В 2004 году А. В. Квашнин был назначен полномоч-

ным представителем президента РФ в Сибирском федеральном округе, став первым в плееде высших офицеров на этом посту, что продиктовано геополитическим положением Сибири и ее особой стратегической важностью для России. Роль академической науки в развитии этого макрорегиона А. В. Квашнин оценивал очень высоко, уделяя много времени контактам с руководством и ведущими учеными СО РАН.

Именно в этой должности, занимаемой по 2010 год, Анатолий Васильевич раскрыл способности не только требовательного и дальновидного руководителя, но и мыслителя, патриота, думающего о благополучии России и Сибири на деся-

тилетия вперед. Его идеи о преодолении депопуляции, о загородных поселениях, где высокоинтеллектуальный труд сочетается с жизнью на своей земле, на много лет опередили современные тренды. Сегодня они воплощаются в проектах, инициированных Сибирским отделением РАН: малоэтажных поселках «Сигма» и «Веста», новом умном городке Смарт-Сити в рамках новосибирской программы «Академгородок 2.0». Не менее созвучно идеям А. В. Квашнина прозвучавшее из уст его коллеги, министра обороны РФ С. К. Шойгу, предложение о создании в Сибири нескольких новых городов — индустриальных и научно-образовательных центров.

Генерал Анатолий Квашнин запомнился нам прежде всего разносторонним человеком, сочетающим железную волю и врожденную интеллигентность, прямоту высказываний и энциклопедическую широту кругозора, искренний патриотизм и глобальное мышление.

Приносим искренние соболезнования родным и близким Анатолия Васильевича Квашнина.

**Вице-президент РАН,  
председатель СО РАН,  
академик РАН В. Н. Пармон**

**Главный ученый секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович**



оружию. Талант, мужество, высокий профессионализм и решительность, огромная ответственность А. В. Квашнина за будущее нашего государства во многом обеспечили территориальную целостность России во время тяжелых испытаний 1990-х годов. Именно победы российской армии под руководством генерала А. В. Квашнина вдохнули в сердца миллионов россиян надежду на возрождение России как великой державы. А. В. Квашнин — основной организатор знаменитого марш-броска российских десантников на Приштину (Косово) во время миротворческой операции на Балканах в 1999 году.

Анатолий Васильевич на всех занимаемых им ответственных должностях в Вооруженных силах России хорошо понимал значение и роль фундаментальной и прикладной науки при решении оборонных задач и всемерно поддерживал работу академических институтов, в том числе Сибирского отделения РАН. Особенно мощной явилась поддержка А. В. Квашниным сибирской науки при его работе в должности полпреда президента РФ в Сибирском федеральном округе. При активном содействии генерала армии А. В. Квашнина в 2012 году в СО РАН был создан и успешно работал Центр фундаментальных и прикладных исследований для обороны и безопасности.

Как полпред президента РФ в СФО, он придавал особое значение развитию экономики Сибири, освоению ее минерально-сырьевой базы и выходу сибирских нефти и газа на азиатско-тихоокеанский энергетический рынок. При принятии решений Анатолий Васильевич тщательно изучал каждый вопрос,

повседневнo советовался с учеными Сибирского отделения РАН, требовал от них взвешенных и тщательно проработанных рекомендаций. А когда наконец принимал решения, то, как Солдат и Гражданин с большой буквы, упорно и мужественно, преодолевая все препятствия, которых немало в современной России, настойчиво добивался их реализации.

Приведем один пример. Когда началось строительство нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан, который должен был обеспечить выход большой нефти Сибири на азиатско-тихоокеанский энергетический рынок, то первоначально проектировщики предложили трассу, которая проходила в 700 метрах от Байкала, а далее шла по зоне чрезвычайно высокой сейсмичности. Все возражения ученых и даже заключение специально созданной комиссии отвергались. Анатолий Васильевич вместе с экспертами СО РАН тщательно изучил ситуацию, совместно были подготовлены предложения по переносу трассы нефтепровода, с которыми полпред пошел и в компанию «Транснефть», и в правительственные структуры. Генерал Квашнин всюду слышал одно и то же — нет! Тогда он обратился в главе государства, и Владимир Владимирович Путин согласился с аргументами полпреда. Президент России тщательно изучил предложения сибиряков и через несколько дней позвонил своему полномочному представителю: «Нефтепровод, — сказал Владимир Путин, — пойдет там, где рекомендовали ученые Сибирского отделения и Вы». Во многом благодаря настойчивости и последовательности А. В. Квашнина и принявшего это судьбоносное решение президента

страны только в 2021 году по нефтепроводам ВСТО-1 и ВСТО-2 было отправлено на азиатско-тихоокеанский энергетический рынок 75 миллионов тонн нефти.

А. В. Квашнин проявлял большую заботу о будущем новосибирского Академгородка. Именно по его инициативе земельные ресурсы Новосибирского научного центра к востоку от Академгородка в 2009 году были зарезервированы под малоэтажное жилищное строительство для научных сотрудников институтов. Сегодня на этой территории построены коттеджные поселки: ЖСК «Веста» и «Сигма». А. В. Квашнин оказывал существенную и зачастую решающую поддержку в сохранении за Сибирским отделением и его научными центрами имущественно-земельных ресурсов, объектов и предприятий инженерной и социальной инфраструктуры СО РАН.

Светлая память о выдающемся гражданине России, патриоте своей Родины, государственнике, отважном и решительном и в то же время добром и внимательном человеке, большом друге ученых Сибири, Герое России Анатолии Васильевиче Квашнине навсегда сохранится в наших сердцах.

Приносим глубочайшие соболезнования родным, близким, друзьям и соратникам Анатолия Васильевича.

**Академики В. Н. Пармон, А. Л. Асеев,  
С. Н. Багаев, Ю. Л. Ершов,  
А. Э. Конторович, В. В. Кулешов,  
Г. Н. Кулипанов, Д. М. Маркович,  
З. Р. Исмагилов, Р. З. Сагдеев,  
Г. В. Сакович, А. Н. Скринский,  
М. П. Федорук, В. М. Фомин,  
Ю. И. Шокин, М. И. Эпов**



# Ценный вредитель: ученые спасают саранчу

Международная группа ученых совместно с сотрудниками Института систематики и экологии животных СО РАН и Новосибирского государственного университета выяснила причины вымирания ширококрылой трещотки в Европе, опираясь на методы экологического моделирования. Сокращение популяций оказалось связано не с глобальным потеплением, как предполагали многие, а с деятельностью человека и проблемой генетического разнообразия. Статья об этом опубликована в журнале *Biodiversity and Conservation* (Q1).

Ширококрылая, или бугорчатая трещотка (*Bryodemella tuberculata*) долгое время считалась одним из самых распространенных и заметных видов саранчовых умеренного пояса Евразии. Одной из отличительных черт трещоток является способность самок и самцов летать, используя при этом поднимающиеся потоки теплого воздуха. Необычен и их способ издавания звуков, которых у саранчовых насчитывают больше восьми. Как правило, на задних бедрах саранчовых есть ряд мелких шипиков, а стрекот раздается, когда насекомое проводит ими по надкрыльям. В случае с трещоткой характерный треск создается, когда утолщенные жилки на вибрирующих в полете надкрыльях касаются коленей задних ног насекомого. В основном стрекотание, которое заметно различается у разных видов, используется саранчовыми для обозначения своей территории, но также имеет функциональное значение в брачный период для привлечения самок.

Как и большая часть этой группы надсемейства саранчовых, трещотка обитает в Монголии, на юге Сибири, севере Казахстана, северо-западе Китая, преимущественно в предгорных сухих степях и полупустынях. В Европе же оптимальным местом обитания вида во многих странах выступали и выступают верещатники — ландшафты с бедной почвой, где растут лишь такие нетребовательные к почве растения, как верески, а также каменистые участки пойм горных рек. В этой части света ширококрылая трещотка стала редкой, но ее всё же можно обнаружить на военных полигонах, которые часто располагаются на территориях с верещатниками.

Несмотря на то, что саранчовые встречаются практически по всему миру, иногда даже массовые виды, которые остаются опасными вредителями в одних местах, в других регионах становятся фаунистической редкостью. Например, в конце 1990-х годов юг Западной Сибири и север Казахстана подверглись нашествию итальянской саранчи, но в то же самое время в некоторых странах Европы этот вид вошел в региональные Красные книги и его местные изолированные популяции ставились под охрану. Так случилось и с ширококрылой трещоткой, которая встречается от Атлантической Европы до Тихого океана, но уже фрагментарно, так как вид тяготеет к сухим открытым участкам. Европа за пределами средиземноморского юга — в основном лесной регион, поэтому трещотки обитают здесь вблизи гор и вдоль рек с каменистыми берегами. Однако несколько десятков лет назад популяции этого вида начали постепенно сокращаться и даже исчезать по всей Западной Европе.

Почему же исчезновение столь опасного вредителя стало проблемой? Несмотря на то, что за саранчовыми закрепился ста-

тус пожирателя урожаев, их присутствие имеет большое значение для многих природных экосистем, особенно степных и луговых. Эти насекомые активно потребляют всевозможные травы, используя в пищу относительно небольшую часть всей поглощаемой массы (за жизнь одна особь способна съесть около 3–3,5 граммов зеленых частей растений). Измельчая растительность своими сильными челюстями и специальными шипами в пищеварительном тракте, они оставляют экскременты с большим количеством питательных веществ. Тщательно переработанная масса в итоге заселяется различными грибами и бактериями. Так активизируется процесс переработки и ускоряется общий круговорот веществ в степных экосистемах.

Несомненно, что прямое влияние на численность насекомых часто оказывают климатические изменения. Длительные засушливые сезоны наиболее благоприятны для размножения саранчовых: в теплое время лучше выживают яйца и личинки, а солнечное излучение убивает патогенные микроорганизмы. Тогда как в прохладную и сырую погоду создаются подходящие условия для широкого распространения инфекций и паразитов, что нередко приводит к эпизоотиям. Однако опыт ряда энтомологических исследований и наблюдений указал на то, что различные виды и даже популяции по-разному реагируют на глобальные тренды и общеклиматические изменения.

«Наблюдения на юго-востоке Западной Сибири (Новосибирская область, Алтайский край) показывают, что реакция у видов одной группы может значительно различаться, — рассказал ведущий научный сотрудник ИСиЭЖ СО РАН доктор биологических наук **Михаил Георгиевич Сергеев**. — Одни расселяются на север, другие оказываются более редкими. Если итальянская саранча присутствует в регионе достаточно стабильно, то, например, чернополосая кобылка, которую еще век назад вовсе не регистрировали как возможного вредителя, сегодня часто встречается по югу Новосибирской области и по плотности уже сопоставима с итальянской саранчой. С другой стороны, сибирская кобылка была массовым видом и одним из основных вредителей в 1920-е годы, однако найти ее на юго-востоке Западно-Сибирской равнины сейчас довольно сложно».

На фоне горячих обсуждений проблемы глобального потепления энтомологи из Гамбургского университета обратили внимание на проблему стремительного сокращения европейских популяций саранчовых и инициировали масштабное исследование, чтобы попытаться выяснить причины вымирания ширококрылых трещоток. «Наша исследовательская группа попыталась собрать максимум данных о



Трещотка, насаженная на шип караганы. Так делает запасы сорокопут

распространении этого вида, о вымерших и сохранившихся популяциях на территории России, — заметил Михаил Сергеев. — Чтобы определить источники влияния на распространение этих саранчовых, наши коллеги применили один из вариантов экологического моделирования. Такая модель строится по набору точек с географическими координатами, в которых было отмечено присутствие вида, и базе данных с климатическими параметрами по ним. Эта информация интерполирована по алгоритмической системе, что позволяет строить модели с многомерными экологическими нишами по таким осям, как, например, среднегодовые температуры, количество осадков, сумма активных температур. Так мы сопоставили экологический и географический центры распределения ширококрылой трещотки, которые, как оказалось, могут не совпадать».

Экологическое моделирование не установило прямой зависимости между климатом и снижением численности популяций саранчи. Таким образом, даже с учетом всех климатических флуктуаций последних десятилетий у ширококрылой трещотки не должно быть проблем с распространением в европейских регионах. Условия там по-прежнему подходящие для ее активного размножения.

Как оказалось, экологические изменения, приведшие к упадку и даже к локальному исчезновению многих приспособленных к холоду видов, вызваны хозяйственной деятельностью человека. Анализ огромного массива данных по изменениям в землепользовании с 1873-го по 2019 год показал, что основная причина вымирания популяций саранчовых связана с антропогенной трансформацией местообитаний. Привычные местообитания ширококрылой трещотки существенно пострадали за XX век. Основная часть поселений этого

вида была связана с открытыми участками на равнинах и с речными поймами, особенно в горах, многие из которых оказались преобразованы для строительства гидроэлектростанций, спрямления речных долин, ликвидации порогов, распахивания верещатников, высадки сельскохозяйственных культур, также сократилось поголовье скота, который выпасали на таких участках. Наконец, многие популяции ширококрылой трещотки стали жертвой восстановления европейских лесных экосистем, где они не могут существовать. При этом воздействие антропогенных факторов на саранчовых может быть и диаметрально противоположным. Так, например, причинами быстрого распространения марокканской саранчи в странах юга Европы начала XX века стали вырубка лесов, осушение рек, интенсивный выпас скота, резкий упадок сельского хозяйства в период войн. Вспышка численности насекомого-вредителя в итоге привела к массовой гибели урожая.

Оценка генетического разнообразия насекомых позволила ученым выявить такой важный для изолированных популяций параметр, как эффективная численность. Этот показатель учитывает количество особей в популяции, которые определяют возможность ее воспроизведения. Например, если предположить, что в ней на 100 особей 50 самцов и 50 самок, то ее эффективная численность будет равна 100. Ведь в таком случае все взрослые особи теоретически могут оставлять потомство. А если в популяции 1 самка и 99 самцов, то очевидно, что данный показатель будет намного ниже. Оказалось, что эффективная численность и генетическое разнообразие ширококрылых трещоток на юге Сибири и в Монголии значительно выше, чем в Европе, где существующие популяции уже не смогут выжить в долгосрочной перспективе без вмешательства человека.

Исследователи убеждены, что европейские популяции ширококрылой трещотки возможно сохранить даже при значительных изменениях климата в ближайшие десятилетия. Для этого необходим комплекс природоохранных мероприятий: изменить режим землепользования на привычных для саранчовых местах обитания, поставить эти участки под охрану и планомерно восстанавливать их. Перемещение особей из жизнеспособных популяций поможет остановить процесс вымирания, а генетический мониторинг переселенных групп с использованием методов секвенирования позволит контролировать популяционные флуктуации саранчовых в будущем.

Глеб Сегеда

Фото предоставлены исследователем  
Фото на первой полосе: местообитание трещотки в северных степях Кулунды

# Сибирские ученые расшифровали структуру человеческого белка репарации

Ученым Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН впервые в мире удалось получить структуру человеческого варианта белка hNEIL2. Этот белок восстанавливает поврежденные участки ДНК. В перспективе данные о его структуре помогут бороться с онкологическими и нейродегенеративными заболеваниями. Результаты исследования опубликованы в *Journal of Molecular*.

Белок hNEIL2 открыт в 2002 году и с тех пор вызывает большой интерес ученых. С одной стороны, будучи белком репарации, он отвечает за стабильность генома и восстанавливает широкий спектр повреждений. С другой — его активность важно ингибировать (подавлять) во время химиотерапии при лечении онкологических заболеваний, потому что hNEIL2 помогает эффективно восстанавливаться в том числе онкологическим клеткам.

Несмотря на повышенный интерес к hNEIL2, ученым до сих пор не удавалось расшифровать его структуру. Проблема в том, что этот белок состоит из двух доменов, соединенных подвижным элементом, не дающим получить кристалл, структура которого была бы достаточно воспроизводима. Лишь одна исследовательская группа недавно расшифровала структуру похожего на hNEIL2 белка домашнего опоссума.

Ученые ИХБФМ СО РАН первыми в мире смогли получить структуру hNEIL2 с помощью метода HDX-MS. Это метод масс-спектрометрии, где водород заменяется на дейтерий, что позволяет исследовать структуры белков в растворе. Недавно институт приобрел дорогостоящее оборудование, позволяющее развивать HDX-MS в России.

«Этот метод прогрессивный, интересный и широко востребованный в мире. В последние два года большинство групп, которые занимаются HDX, изучают с помощью него структуру белков коронавируса, а также антител против COVID-19», — рассказал заместитель директора и руководитель Объединенного центра геномных, протеомных и метаболомных исследований ИХБФМ СО РАН кандидат химических наук Владимир Васильевич Коваль.

Кроме того, HDX-MS позволяет достаточно быстро и просто характеризовать белковые терапевтические препараты с точки зрения их соответствия заявленному образцу. В отличие от химически синтезированных, белковые лекарства требуют такой проверки каждый раз перед выпуском в продажу.

Сейчас ученые ИХБФМ ведут работы по расшифровке структуры hNEIL2, чтобы иметь четкое представление о том, как выглядит белок, какова его структурная укладка и как он расположен в пространстве. Исследования проводятся в рамках гранта РНФ № 20-14-00214 «Система геномного редактирования на основе эндонуклеазы Cas9: структурные факторы узнавания целевых ДНК». В планах — наблюдать за тем, как белок hNEIL2 изменяется при взаимодействии со своими ДНК-субстратами, а также изучить, насколько его свойства зависят от структуры.

Владимир Коваль рассказал, что исследование белка hNEIL2 должно дать толчок отечественным исследованиям по структурной биологии. Эта область науки переживала взрывной рост в 1990–1992-х годах по всему миру. В России же в это время была перестройка, в результате которой у нас практически не осталось мощных научных групп, занимающихся структурной биологией.

«Человек — фабрика химических реакций. Как только мы узнаем структуры белков, которые проводят ту или иную реакцию, мы можем начинать ее регулировать», — рассказывает ученый. На знании о структуре белков построены современные обезболивающие, большинство новых противовирусных препаратов. В том

числе два низкомолекулярных ингибитора ферментов коронавируса, которые вот-вот должны быть одобрены к применению в Европе. Благодаря структурной биологии практически удалось победить гепатиты С и В (терапия дорогая, но она есть).

«Изучив структуры белка hNEIL2, мы получили технологическую базу, знания и компетенции, которые в дальнейшем сможем использовать как инструментальный для точного определения структуры белковых комплексов, в том числе и с помощью синхротронного излучения», — отметил Владимир Коваль.

Методы молекулярной кристаллографии, до сих пор не представленные в России, будут развиваться на Сибирском кольцевом источнике фотонов. ИХБФМ является оператором станции на СКИФ, которая отвечает за макромолекулярную кристаллографию белков. Эту станцию планируется построить в рамках первой очереди синхротрона. Предполагается, что она начнет работу уже в 2024 году.

Сейчас, чтобы прочитать структуру белка, российские ученые ездят в Великобританию, Францию, США либо Израиль. Это долго, дорого и логистически сложно, потому что транспортировка белка требует специальных условий. К тому же некоторые исследования представляют собой коммерческую тайну и их не вывезешь за рубеж. СКИФ позволит избежать этой проблемы.

«СКИФ — это что-то революционное, по значимости сопоставимое со строительством новосибирского Академгородка. Я уверен, что это разовьет многие научные области, — говорит Владимир Коваль. — Грубо говоря, СКИФ представляет собой

очень мощный огромный микроскоп, который по атомам показывает белок. Мы можем посмотреть, как эти атомы расположены, увидеть расстояния между ними. Зная, как выглядит активный центр ферментов, как он меняется в динамике, можно уже подбирать лекарства. Причем на первом-втором этапе ничего синтезировать не приходится, система поиска подгонки сама ищет соединения и вычисляет, какое из них подходит лучше».

Помимо станции на СКИФ, сибирские ученые планируют развивать и другие методы молекулярной кристаллографии. Дело в том, что не все белки могут быть прочитаны с помощью синхротрона. Ему нужна кристаллическая регулярная структура, а у нас в клетках достаточно много белков, которые не кристаллизуются либо не растворяются в воде. Если такой белок небольшой, его изучают с помощью примененного в этом исследовании метода HDX-MS. Если, наоборот, гигантский (больше 100–120 килодальтон), на помощь приходит криоэлектронная микроскопия.

Сегодня криоэлектронные микроскопы в качестве дополнительного оборудования имеют большинство мировых синхротронов. В Новосибирске такой установки пока не планируется, поскольку ее стоимость — больше миллиарда рублей, что сопоставимо со стоимостью одной станции на СКИФ. Однако сейчас ученые пытаются найти финансирование для криоэлектронного микроскопа, так как он существенно увеличивает возможности для исследований.

Диана Хомякова

## Сибирский углозуб противостоит полному замораживанию, гипоксии и свободным радикалам

Российские ученые исследовали, как меняется метаболизм хвостатой амфибии — сибирского углозуба — в ответ на замораживание.

В отличие от других земноводных, животное использует в качестве «антифриза» глицерин, а не глюкозу; добывает энергию в ходе метаболических процессов, не требующих кислорода, а также не накапливает вещество, способное привести к появлению свободных радикалов при выходе из условий гипоксии. Результаты проекта могут в перспективе дать возможность создания новых методов криоконсервации органов. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда и опубликовано в журнале *Biology*.

Холодные зимы — суровое испытание для животных. Замерзание воды в клетках чревато образованием кристалликов льда, способных разорвать мембраны. Кроме того, заморозка тканей ведет к остановке кровотока и кислородному голоданию — гипоксии. Большинство животных не способно перенести такие состояния, но некоторые организмы смогли адапти-

роваться к заморозке. Выдающийся пример устойчивости — сибирский углозуб *Salamandrella keyserlingii*.

«Это уникальная амфибия, способная выдерживать длительное замораживание при температурах до -55 °С и оставаться жизнеспособной. Мы проанализировали изменения метаболизма, происходящие при этом в тканях сибирского углозуба», — рассказал старший научный сотрудник ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» кандидат биологических наук Сергей Викторович Шеховцов.

С 1980-х годов известно, что защитой от полного замораживания углозуба служит глицерин. Он синтезируется из запасаемого на зиму в печени и мышцах вещества — гликогена — и разносится током крови по всему организму. Глицерин вытесняет из клеток воду, которая кристаллизуется в межклеточном пространстве без ущерба для животного. Сами же

клетки не замерзают, что и спасает жизнь всему организму.

Коллектив ученых из ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Международного томографического центра СО РАН и Института биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан), сравнил метаболомы — наборы малых молекул — углозубов при положительных температурах (3–4 °С) и после продолжительного замораживания (до -8 °С). Анализ показал, что глицерин — единственный криопротектор среди низкомолекулярных соединений у этого вида. В этом особенность сибирского углозуба, отличающая его от других амфибий, у которых в качестве «антифриза» используется глюкоза.

Также авторы выявили при замораживании усиление гликолиза — процесса окисления веществ для получения энергии без кислорода, — что, очевидно, было следствием гипоксии, возникающей при замораживании. Еще одной уникальной

чертой сибирского углозуба оказалось то, что его организм не накапливает сукцинат. Концентрация этого вещества всегда растет при гипоксии у всех изученных на данный момент позвоночных. Сукцинат, в свою очередь, служит причиной синтеза свободных радикалов при возобновлении поступления кислорода, что вызывает различные патологические состояния.

«Всё это говорит о том, что метаболизм сибирского углозуба имеет много отличий от метаболизма других животных, что и обеспечивает его выдающуюся устойчивость к замораживанию. В перспективе результаты подобных исследований помогут понять механизмы этой устойчивости и, возможно, дадут ключ к созданию новых способов замораживания органов и тканей», — отметил Сергей Шеховцов.

Пресс-служба РНФ

## ИЯФ СО РАН запустил новую установку для создания плазмы

В Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН создан прототип плазменной установки — КОТ (компактный осесимметричный тороид). В ней при температуре около ста миллионов градусов будут воспроизведены условия, близкие к тем, которые нужны для протекания термоядерной реакции в промышленном реакторе. В перспективе предполагается создать на ее основе компактный и экономически выгодный источник энергии.

«Это экспериментальная установка, которая должна продемонстрировать возможности максимально эффективного использования магнитного поля для удержания плазмы», — отметил заместитель директора по научной работе ИЯФ СО РАН доктор физико-математических наук Пётр Андреевич Багрянский.

По словам старшего научного сотрудника ИЯФ СО РАН кандидата физико-математических наук Сергея Викторовича Мураختина, сегодня существует два основных типа установок для магнитного удержания плазмы: замкнутые и откры-

тые. Первые (токамаки и стеллараторы) хорошо удерживают плазму, но отличаются относительно дорогой магнитной системой. К тому же топология их магнитных поверхностей имеет сложную организацию. Вторые — открытые магнитные ловушки газодинамического типа — характеризуются предельной инженерной простотой и низкой стоимостью.

«В установке КОТ мы стремились создать такую магнитную конфигурацию, которая сочетала бы в себе достоинства обеих этих установок», — прокомментировал Сергей Мурахтин.

Установка КОТ относится к магнитным ловушкам открытого типа, где плазма удерживается по принципу свободного вытекания газа из сосуда через узкое горлышко. Она отличается инженерной простотой. Ее магнитная система состоит всего из нескольких магнитных катушек (четыре — снаружи, две — внутри вакуумной камеры). Плазма здесь сама будет создавать условия, способствующие увеличению времени удержания. Это возможно благодаря диамагнетизму: способности плазмы ослаблять магнитное поле, в котором она удерживается. При

определенных условиях она полностью вытеснит из себя внешнее магнитное поле и как бы окажется в ловушке, созданной ей самой, где и будет находиться до окончания эксперимента.

Самый важный элемент установки — система атомарной инжекции. Это дорогое изделие полностью изготовлено на экспериментальном производстве ИЯФ.

В ноябре 2021 года состоялся физический пуск КОТ, и уже удалось получить плазму. Ученые планируют достичь параметров, которые бы позволили им успешно захватить атомарные пучки в плазме и накопить достаточный для обращения магнитного поля азимутальный ток.

Следующим этапом будет ввод в эксплуатацию системы атомарной инжекции. Она создаст нужный азимутальный ток, который обратит ведущее магнитное поле, и в лаборатории появится состояние плазмы FRC (Field-Reversed Configuration). Именно оно минимизирует потери энергии и вещества вдоль силовых линий и делает их замкнутыми сами на себя, как в токамаке. Предполагается, что внутри FRC будет достигнута температура около ста миллионов градусов и концентрация

частиц, близкая к той, которая будет наблюдаться в действующем термоядерном реакторе.

В установке КОТ планируется достичь режима, где давление плазмы сравняется с давлением внешнего магнитного поля, что позволит говорить о максимальной возможной эффективности использования ведущего магнитного поля.

«КОТ не является термоядерной установкой, это прототип, на основе которого будет сформирована экспериментальная база данных для установки следующего поколения — ГДМЛ, — демонстратора технологий термоядерного синтеза на базе газодинамической ловушки, — рассказал Сергей Мурахтин. — На КОТ мы изучаем сценарии создания и устойчивого удержания FRC, используя водородную плазму, не представляющую радиационной опасности. Если всё получится, то можно будет построить настоящую термоядерную установку, уже с системой радиационной защиты, где будут использоваться вместо водорода его изотопы: дейтерий и тритий».



## Сибирские ученые ищут способы управления синтезом и свойствами сокристаллов

Фундаментальные исследования, проводимые сотрудниками Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, нацелены на поиск закономерностей синтеза органических сокристаллов с заданными характеристиками. Это позволит задействовать все доступные преимущества таких образований.

Органические кристаллы сегодня являются важными объектами научных исследований. Синтез этих веществ прост, безотходен и не требует чрезмерных энергетических затрат. Однако для того чтобы эффективно использовать их в различных областях, необходимо понимать, какие законы определяют структуру соединений и как ею можно управлять. По словам главного научного сотрудника лаборатории гетероциклических соединений НИОХ СО РАН доктора химических наук Евгения Васильевича Малыхина, гомо- и сокристаллы формируются посредством межмолекулярных взаимодействий различных типов. Например, существует дипольная связь, возникающая в результате сосредоточения положительных и отрицательных зарядов в разных частях молекулы. Расположенные на определенном расстоянии друг от друга, они образуют электрический диполь, а если рядом оказывается аналогичная молекула, то, подобно магнитам, две частицы начинают взаимодействовать. К самым сильным видам связей относится водородная. Выделяются и более слабые Ван-дер-ваальсовы силы.

Исследователи решили определить, как межмолекулярные связи могут быть описаны в рамках современных представлений о науке и выяснить, по каким принципам объединяются элементы, составляющие органический кристалл. Оказалось, что существует определенная иерархия взаимодействий. Внутри кристалла одни силы преобладают и становятся структурообразующими, а другие играют вспомогательную роль. Первые диктуют супрамолекулярную структуру решетки, а вторые способствуют более

эффективному контактированию частиц друг с другом. «Когда мы имеем дело с таким типом взаимодействий, между двумя атомами разных молекул можно умозрительно провести прямую, обозначающую связь, но последняя вступает в противоречие с принципами формирования ковалентной связи, соединяющей этот атом в молекуле», — отмечает Евгений Васильевич. Конфликт заключается в том, что каждому валентному состоянию частицы соответствуют определенные направления связей к соседним атомам, тогда как в межмолекулярных взаимодействиях эти направления произвольны. Тем не менее последние тоже могут быть идентифицированы и сгруппированы по различным признакам. Для их описания даже придуманы «поэтические» названия, например «пи-пи стекинг» или «сигма-дырка». Межмолекулярные связи пространственно ориентированы. Благодаря этому свойству кристаллические структуры куда богаче по своему разнообразию, чем ковалентные.

Сокристалл представляет собой химическое соединение молекул разных видов. В своих исследованиях сотрудники НИОХ СО РАН рассматривают тандемы, включающие ароматическую молекулу и краун-эфир. Первая помимо хвостика-линкера (амино- или гидроксигруппы), позволяющего зацепиться за краун-эфир, содержит дополнительные фрагменты, несущие функциональную нагрузку или возможность мягко и системно влиять на силу межмолекулярных структурообразующих взаимодействий. В свою очередь, краун-эфир позволяет задействовать в кристаллообразовании сильную водородную связь между собственными атомами кислорода и каким-либо линкером. Этой связью обеспечивается взаимное расположение элементов и их ориентация в пространстве сокристалла. Разбавление гомокристалла вторым компонентом перераспределяет межмолекулярные связи в соответствии с их силой. Это позволяет создавать новые вещества с модулированными или радикально измененными физическими характеристиками.

Так же, как и соединения, образованные посредством металлической или ионной связи, к примеру NaCl, сокристаллы отличает способность к восстановлению структуры в результате прохождения цикла плавление — кристаллизация. При фазовом переходе осуществляется изменение длины волны максимума флуоресценции (характера излучения возбужденного вещества). Используя эту особенность, можно создавать хемосенсоры и индикаторы, опираясь на изменения фиксируемого сигнала.

Одна из работ сибирских исследователей, «Сокристаллы полигалогенированных диаминобензонитрилов с 18-краун-6: влияние фтора на стехиометрию и супрамолекулярную структуру», посвящена изучению воздействия фтора на состав веществ, соотношение между их массами и структуру сокристаллов. По словам Евгения Васильевича, обычно ароматическое кольцо таких соединений состоит из атомов углерода, водорода и функциональных групп. Проблема в том, что, когда молекула содержит избыточное количество водорода, функциональные группы имеют максимальную силу и начинают определять структуру сокристалла, сводя на нет возможность ее варьирования. Фторированное кольцо позволяет создать множество новых модификаций кристаллических структур. Кроме того, изменяя число атомов фтора, можно задавать характер взаимодействия соединения с его окружением. Даже незначительное изменение состава компонентов кардинально влияет на стехиометрию, супрамолекулярную архитектуру и физические особенности соединений.

Сокристаллизация дает возможность производить вещества с самыми разнообразными характеристиками, что должно сделать ее востребованной во многих областях, например при производстве искусственной кожи. Современный материал, представляющий из себя жидкую субстанцию (раствор), может стать достойной альтернативой органическим полимерам, которые накладываются на открытые раны. Попав на поверхность,

растворитель испаряется, а на выбранном месте образуется пленка. Такая кожа не только устойчива к внешним воздействиям, но и способна пропускать воздух.

Другое направление связано с применением в фармакологии. При создании препаратов наиболее ценной особенностью сокристаллов становится их способность медленно растворяться в крови, лимфе или в водной соляной кислоте, благодаря чему удается влиять на стабильность лекарственных форм, а также регулировать скорость их поступления в организм. Это свойство играет значительную роль и при производстве агрохимикатов, позволяя варьировать длительность экспозиции, не допуская быстрого смывания веществ в почву.

В военной и гражданской областях сегодня особенно востребованы соединения, которые могут накапливать и быстро выделять большое количество химической энергии. Такие вещества наряду с высокой плотностью и теплотворной способностью должны быть достаточно стабильными для безопасного производства, хранения и использования. Совместная кристаллизация — это многообещающая технология для синтеза высокоэффективных энергетических материалов, которые характеризуются оптимальным балансом между высокой скоростью детонации и низкой чувствительностью к ней.

Сокристаллизация также может быть использована в оптике и оптоэлектронике, сельском хозяйстве и ряде других сфер. На данный момент изучены далеко не все особенности образования межмолекулярных связей и супрамолекулярных структур органических кристаллов, что делает исследования сибирских ученых особенно актуальными. Работы в этом направлении будут продолжены, что поможет разрешить существующие вопросы, обнаружить новые виды сокристаллов и, вероятно, расширить спектр возможностей для их практического применения.

Дмитрий Медведев,  
студент отделения  
журналистики ГИ НГУ

Официальное издание  
Сибирского отделения РАН

Учредитель —  
Сибирское отделение РАН

Главный редактор —  
Елена Владимировна Трухина

Вниманию читателей «НвС»  
в Новосибирске!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ и в VIP-зале аэропорта «Толмачёво».

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: 11.01.2022 г.  
Объем: 2 п. л. Тираж: 1700 экз.  
Стоимость рекламы: 80 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати  
РСФСР от 19.12.1990 г., ISSN 2542-050X.  
Подписной индекс 53012  
в каталоге агентства «Урал-Пресс».

E-mail: [presse@sb-ras.ru](mailto:presse@sb-ras.ru),  
[media@sb-ras.ru](mailto:media@sb-ras.ru)  
Цена 13 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2022 г.

## ВАКАНСИЯ

Ищем журналиста  
в издание «Наука в Сибири»

**Требования к кандидату:**  
человек с высшим образованием, который хотел бы улучшать и развивать вместе с нами «Науку в Сибири», рассказывать о том, чем занимаются ученые. Вы должны быть любознательным и дотошным (в хорошем смысле). У вас должно быть или профильное образование по журналистике или опыт работы в этой сфере.

**Необходимые навыки:**  
нужно уметь писать тексты на разные темы, связанные с наукой, примерно по два-четыре текста в неделю в зависимости от объема и сложности. Плюс будет умение фотографировать.  
**Условия:** полный рабочий день, белая зарплата, оплачиваемые отпускные и больничные. Зарплата средняя по рынку. Вопросы и резюме с портфолио присылайте на e-mail: [media@sb-ras.ru](mailto:media@sb-ras.ru).



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

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

# Как птицы адаптируются к холодам?

Как птицы приспосабливаются к наступлению холодов и к катаклизмам, резким климатическим изменениям? Меняются ли стратегии добывания пищи, ухода за птенцами, полетов, расхода тепла и энергии? Отличаются ли эти реакции и способности к адаптации у разных видов птиц?

Отвечает младший научный сотрудник Института систематики и экологии животных СО РАН **Алексей Алексеевич Маслов:**

«Известно множество адаптаций птиц к изменению температуры воздуха. Многие из обычных в Сибири видов улетают зимовать в Азию или в Африку через Южную Европу. Понятно, что основная причина такой миграции — не температурный режим, а отсутствие зимой необходимого корма. Мигрируют в первую очередь насекомоядные, водные и хищные птицы. Если где-то создаются условия для относительно комфортной зимовки, то они могут остаться. Например, черные коршуны зимуют на свалках, водоплавающие птицы — на незамерзающих водоемах.

Нельзя сказать, что миграция — это самая простая адаптация. Нужно не только успеть накопить достаточное количество энергии в виде жировых запасов (особенно это касается молодых птиц), но и начать миграцию вовремя. Изучение того, как пернатые решают, в какой именно момент начать отлет, — важная и интересная часть современных исследований. Особняком стоят кочующие виды. Они могут совершать дальние перелеты, но при этом их маршруты непостоянны. Свиристели, дубоносы и многие другие кочуют в поисках еды. Поэтому иногда зимой мы видим в городе большие стаи свиристелей, а иногда — только небольшие группы птиц.

Наиболее приспособлены к холоду оседлые виды птиц, которые остаются зимовать. Для этого им нужно сменить тип питания, и многие зимующие в Сибири мелкие воробьеобразные так или иначе переходят на растительные корма. Снегири и разные виды синиц употребляют



в пищу семена деревьев, даже большой пестрый дятел зимой питается семенами сосны, ели и лиственницы. Конечно, при случае все эти птицы не отказываются от животного корма. Достаточно повесить на кормушку кусок несоленого сала, и вы всё увидите своими глазами. Некоторые птицы делают запасы на зиму. Кедровка прячет орехи сосны сибирской кедровой, а буроголовая гаичка (маленькая синица) создает в коре деревьев несколько десятков тысяч тайников, в каждом из которых лежат семена. Зимой эти запасы помогут ей выжить. Кстати, буроголовые гаички способны на время сна снижать температуру тела, уменьшая таким образом теплопотери. Адаптации разных видов птиц с их активным, интенсивным метаболизмом к холоду — это отдельная большая тема.

Что же делают птицы, когда меняется климат? Для перелетных видов очень важно вовремя прилететь и начать размножаться. Причем нужно не только не опоздать, но и не начать насиживать яйца слишком рано. Птенцы должны появиться именно тогда, когда в окружающем гнездо местообитании будет максимальное количество корма, иначе им не хватит еды и они могут погибнуть. Однако в любой популяции и у разных видов всегда кто-то прилетает раньше, а кто-то позже. Если климат меняется, то преимущество получают поторопившиеся или опоздавшие. Их потомки имеют больше шансов выжить, и в дело включается естественный отбор. Если изменения климата постепенны, то птицы имеют все шансы адаптироваться к ним. Совсем другое дело, когда трансформации происходят очень быстро. Например, если птицы привыкли отдыхать и кормиться в водно-болотных угодьях сразу после долгого перелета через океан, доступность этих мест кормежки имеет критическое значение. Иногда пернатые совершают многотысячные беспосадочные перелеты через океан без сна и отдыха. Если болота или озера в прибрежной зоне материка трансформировать и построить там город, аэропорт или промышленную зону, птицам просто не хватит сил на поиск нового места кормления и они погибнут. Такие изменения происходят даже быстрее, чем катастрофические климатические сдвиги вроде понижения температуры воздуха после крупных извержений вулканов, и поэтому чрезвычайно опасны для птиц».

Фото из свободных источников

## НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

# Новый биосенсор из нанопроволоки обнаружит белковые молекулы в низких концентрациях

Красноярские ученые предложили простой способ создания новых биосенсоров на основе кремниевой нанопроволоки. Устройство способно обнаруживать белковые молекулы в очень низкой концентрации за счет регистрации незначительных изменений проводимости тока. Результаты исследования опубликованы в журнале *Talanta*.

Исследователи из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярского государственного медицинского университета им. В. Ф. Войно-Ясенецкого и Сибирского федерального университета разработали биосенсор на основе кремниевой нанопроволоки, используемой в качестве проводящего канала полевого транзистора. Полученное устройство применяется для обнаружения белков на основе изменений проводимости тока. Оно отличается простым способом изготовления и имеет хорошие электрические характеристики.

Особенностью нового биосенсора стали контакты, созданные по принципу металл — полупроводник, на двух концах нанопроволоки. В таких контактах реализуется так называемый барьер Шоттки, ток через него при наложении внешнего электрического поля создается почти целиком основными носителями заряда. По этой причине в них отсутствуют явления инжекции, накопления и рассасывания зарядов. В результате кремниевая нано-

проволока, используемая в качестве токопроводящего канала биосенсора, дополнительно увеличивает сопротивление в токовом режиме устройства. Таким образом, при создании подобных устройств с контактами Шоттки нет необходимости дополнительного легирования нанопроволоки, что упрощает процесс изготовления. Такое устройство является более чувствительным и быстродействующим, что очень важно для биосенсоров.

«Биосенсоры на основе нанопроволочных полевых транзисторов с контактами Шоттки в настоящее время интенсивно исследуются как альтернатива традиционным детектирующим устройствам. Из-за малых размеров нанопроволок биосенсоры на их основе обладают высокой чувствительностью. Даже небольшие изменения заряда внутри нанопроволоки вызывают регистрируемые изменения в проводимости и, как следствие, сигнализируют о наличии белка в анализируемой жидкости. Однако физические механизмы, действующие при использо-

вании кремниевой нанопроволоки в качестве сенсорного элемента, подробно еще не объяснены. При этом их понимание может привести к созданию высокочувствительных биосенсоров. Предлагаемая версия биосенсора отличается относительно простым способом изготовления, хорошо воспроизводимой схемой функционализации и понятным механизмом электрического обнаружения. Это многообещающий прототип для создания детекторов и сенсоров», — рассказала младший научный сотрудник лаборатории цифровых управляемых лекарств и тераностики ФИЦ КНЦ СО РАН **Татьяна Евгеньевна Смолярова**.

Исследование поддержано грантами Российского фонда фундаментальных исследований, Красноярского краевого фонда науки и Правительства Красноярского края, а также мегагрантом Правительства РФ на создание лабораторий мирового класса.

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН