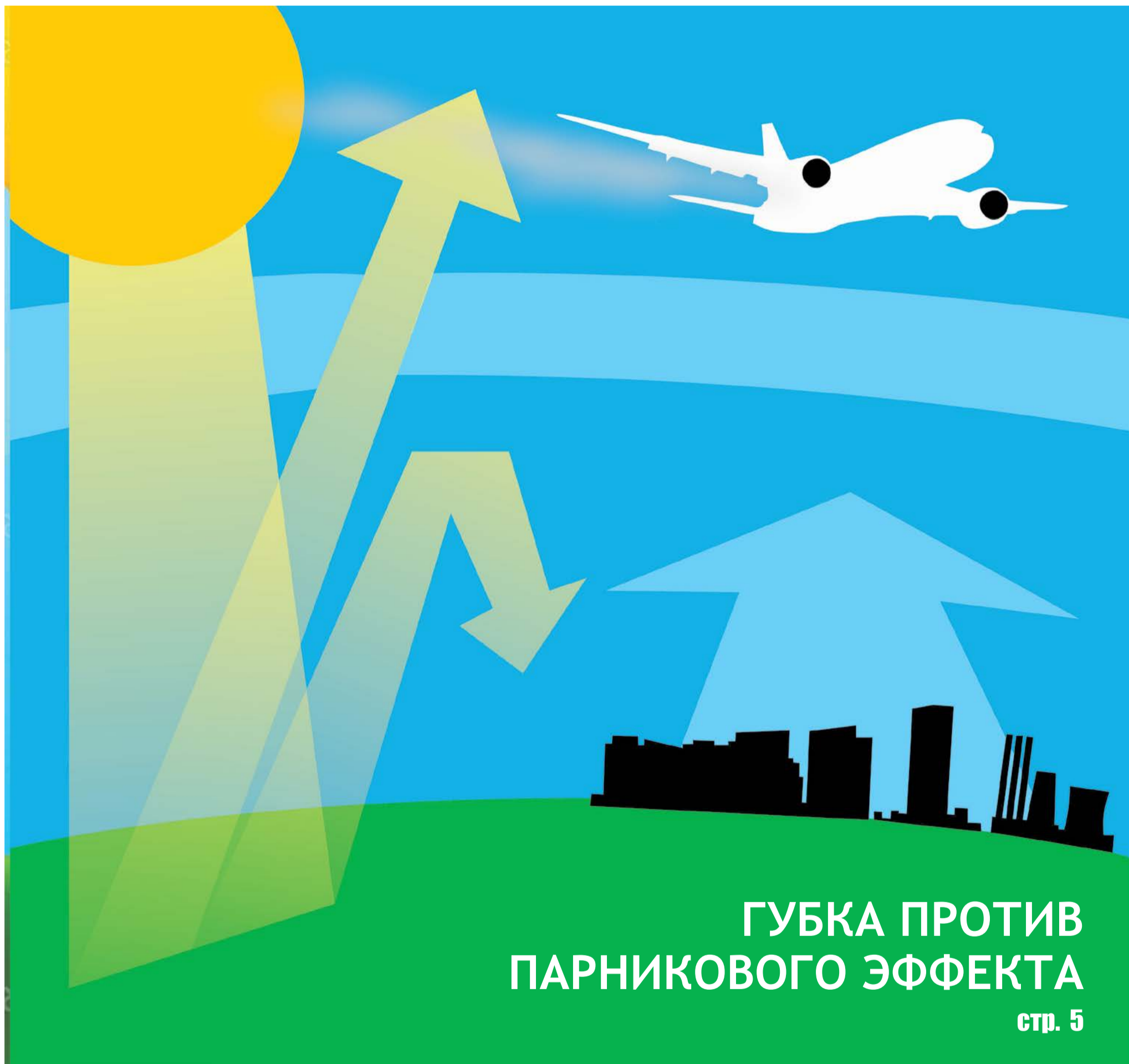




# Наука в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

13 июля 2017 года • № 27 (3088) • электронная версия: [www.sbras.info](http://www.sbras.info) • ISSN 2542-050X • 12+



## ГУБКА ПРОТИВ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

стр. 5

ТРАНСПОРТ  
БУДУЩЕГО

стр. 4

ЛИШАЙНИКИ:  
ДРУЗЬЯ, ВРАГИ  
И КОНКУРЕНТЫ

стр. 6

ЧЕМ ПИТАЛИСЬ  
ДРЕВНИЕ  
ЛЮДИ?

стр. 7

## НОВОСТИ

## В НОВОСИБИРСКЕ ОБСУДЯТ ПРОЦЕССЫ ГОРЕНИЯ

В новосибирском Академгородке начал работу девятый Международный семинар по структуре пламени, организованный Институтом химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН. В этот раз особое внимание будет уделено вопросу горения полимеров и повышению их пожаробезопасности.

«Горение — очень важный объект исследования, потому что оно, с одной стороны, является одной из старейших технологий, облегчающих

человеку жизнь, а с другой — вызывает серьезные проблемы в виде пожаров и взрывов. Поэтому изучению процессов горения учёные и инженеры традиционно уделяют много внимания», — рассказывает главный научный сотрудник лаборатории кинетики процессов горения ИХКГ СО РАН сопредседатель оргкомитета семинара доктор физико-математических наук Олег Павлович Коробейничев.

Семинар по структуре пламени проводится уже в девятый раз. Первое мероприятие состоялось в 1983 году, потом прошло ещё несколько, однако затем из-за перестройки всё чуть не остановилось — перерыв между

четвёртым и пятым семинарами составил 13 лет. Благодаря усилиям сотрудников лаборатории кинетики процессов горения ИХКГ СО РАН и их инициативе с 2005 года этот семинар стал проводиться один раз в три года в таком формате: один раз — в России, следующий — за рубежом. Так, один семинар уже прошёл в Брюсселе, а последний, восьмой — в Берлине. Организаторами выступает каждый раз принимающая сторона, но ядром команды является ИХКГ СО РАН.

В этот раз на семинаре собралось 130 участников из восьми зарубежных стран: Китая, Германии,

Великобритании, Франции, Индии, Японии, Казахстана и США (на их долю приходится 24 из 96 докладов) и из 12 городов России.

За время существования семинара его тематика расширилась: теперь она охватывает не только структуру пламени, но и другие вопросы, например, горение и взрыв. Нынешний семинар является первым, в программу которого включены вопросы горения полимеров и повышения их пожаробезопасности. Этой тематике посвящено много докладов, в том числе и зарубежных.

Соб. инф.

## ДРЕВНОСТИ УКОКА



Внутри шатра, где расположена экспозиция

В Историко-архитектурном музее под открытым небом Института археологии и этнографии СО РАН открылась новая экспозиция, посвященная пазырыкской культуре памятников плато Укок на Горном Алтае.

Шатер, в котором расположена новая экспозиция, — подарок японских ученых — предохранял от непогоды археологические раскопки на плато Укок, а после окончания исследования был перевезен на территорию музея, и его было решено превратить в экспозиционную площадку.

«Идея этой экспозиции — воссоздать погребальный комплекс пазырыкской культуры, обнаруженный на территории Горного Алтая, — рассказывает заведующая отделом музееведения ИАЭТ СО РАН кандидат исторических наук Ирина Владимировна Сальникова. — Посетитель будто становится участником археологических раскопок на плато Укок. Он наблюдает сверху подлинную картину сакрального комплекса: сруб, в котором находится костяк в скорченном положении, рядом с останками — два глиняных сосуда, деревянное блюдо, несколько наконечников стрел. Возле сруба — погребенные лошади. Словом, здесь всё соответствует реальным пазырыкским погребениям».

Кроме того, внутри большого шатра, в котором расположена экспозиция, представлена информация о том, что такое пазырыкская культура и кто были ее первые исследователи, на карте Укока перечислены все крупные открытия. На стендах, которые находятся на «втором этаже», — артефакты, связанные с пазырыкцами. «Это практически всё копии (кроме керамики), но первое представление о том, что сопровождало жизнь представителей



Сруб

культуры, дает, — говорит исследовательница, подчеркивая, — однако и антропологические, и палеонтологические останки подлинны».

Рассказывая о том, как создавалась экспозиция, Ирина Сальникова отмечает некоторые моменты: «Грифона как символ пазырыкской культуры мы не могли не установить. Что касается керамики, то для правильного решения экспозиционного пространства надо было, чтобы сосуды были светлые и достаточно легкие. Их мы взяли из вспомогательного фонда, из находок Владимира Дмитриевича Кубарева, который был в числе первооткрывателей алтайских пазырыкских памятников. Огромную помощь в реализации проекта — полиграфия, великолепный грифон, привходящая часть — оказал Евгений Вячеславович Молодин».

«Эта экспозиция вдохновила моих коллег из других лабораторий и подразделений института! — говорит Ирина Сальникова. — Когда я пришла к нашему палеонтологу, он прямо на полу начал собирать коня, чтобы понять: в целостности он или нет. Все ребята, которые нам помогали, заряжались нашим настроением! И огромное им спасибо за это».

Соб. инф.

## ЦЕЛЬНОКОМПОЗИТНЫЕ САМОЛЕТЫ ПРЕДСТАВЯТ НА «МАКС-2017»

Глубокая модификация Ан-2, целиком исполненная из углеродного материала, будет впервые показана на международном авиасалоне «МАКС-2017» 18–23 июля. На очереди — превращение советского Як-40 в полностью композитный аппарат.

Как рассказал научный руководитель Сибирского НИИ авиации им. С.А. Чаплыгина доктор технических наук Алексей Николаевич Серьёзов, работы над Ан-2 велись в три этапа. Сначала на биплан был установлен новый турбовинтовой двигатель американской компании Honeywell (по лицензии, предусматривающей поэтапную локализацию его выпуска в России). Затем был создан самолет ТВС-2ДТ «Легенда» с крыльями из углеродного композита. По словам конструкторов, это дало большой выигрыш: машина стала поднимать около 2 тонн полезной нагрузки, а дальность полета увеличилась до 1 500 километров.

В нынешнем году в СибНИИА был построен и испытан третий «супер Ан-2» (не имеющий пока официального названия), полностью выполненный из композитных материалов. «В России производство композитов запущено в Татарстане, — рассказал А.Н. Серьёзов, — но для обычного строительства. Чистота углеродной нити недостаточна, и нам приходится пока покупать первооснову в Италии. Правда, все приемы обработки композита созданы в нашем институте».

Алексей Серьёзов отметил, что работы над неметаллическими самолетами идут в тесном сотрудничестве с Институтом теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН: «До сих пор композиты применялись для изготовления отдельных управляемых

частей летательного аппарата — закрылков, элеронов и так далее. Создание полностью неметаллических машин стало принципиально новым этапом. Без опыта и знаний, которые накоплены в ИТПМ, невозможно обойтись. С главным научным сотрудником лаборатории № 4 доктором физико-математических наук Юрием Владимировичем Немировским и его коллегами создана программа совместных исследований, которая успешно реализуется».

Как рассказал А. Серьёзов, при разработке цельнокомпозитного биплана ученым и конструкторам удалось решить ряд вставших проблем — например, защиты от молний. Предполагается, что новейший «супер Ан-2» прилетит в Москву на «МАКС-2017» без посадки, преодолев свыше 3 300 километров. По словам научного руководителя СибНИИА, «машина имеет уверенные экспортные перспективы. К ней уже проявляют интерес наши соседи — Казахстан, Монголия и Китай».

Алексей Серьёзов также отметил, что институт приступил и к поэтапной модернизации советского среднемагистрального самолета Як-40. Уже испытан в воздухе образец с двумя американскими турбореактивными двигателями компании Honeywell (вместо трех), видоизмененным крылом и хвостовым оперением, зализ (переход от фюзеляжа к килю) которого изготовлен из композита. Предполагается, что модернизация Як-40 также будет трехэтапной. «Сегодня есть желание и настроение организовать производство цельнокомпозитных самолетов здесь, в Новосибирске», — поделился А.Н. Серьёзов.

Соб. инф.



Модернизированный Як-40

## КАРТОФЕЛЬ ДЛЯ СИБИРСКИХ УСЛОВИЙ

*Примерно 70 % картофеля, выращиваемого в Новосибирской области, представлено иностранными сортами. Поскольку рынок семян в РФ практически отдан зарубежным компаниям, необходимо менять ситуацию, над чем и работают ученые Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции ФИЦ Института цитологии и генетики СО РАН. Исследователи выделяют конкурентоспособные сорта, подходящие под климатические и экономические условия в нашей стране.*

Селекционеры хотят получить разновидности картофеля, в которых бы воплотились все положительные качества: урожайность, устойчивость к болезням, вкус, содержание крахмала, пригодность к переработке (например, в чипсы), для диетического питания — но пока столь безупречного сорта не существует. На данный момент ученые выделяют гены, которые отвечают за те или иные положительные свойства, чтобы провести скрещивание сортов и проследить, перейдут ли эти качества к гибридам. Исследователи СибНИИРС создают разновидности картофеля, приспособленные и адаптированные к суровым сибирским условиям. Особенно важна устойчивость к забо-

леваниям, контролируемым конкретными генами или их ассоциациями: так, урожаю сильно вредит золотистая картофельная нематода, которой заражены некоторые участки земли.

— Мы уже разработали четыре сорта, — рассказывает ведущий сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и технологии возделывания овощных культур и картофеля СибНИИРС филиала ИЦиГ СО РАН кандидат сельскохозяйственных наук Николай Иванович Полухин. — «Лина» обладает комплексной устойчивостью к ряду болезней, «сафо» — стойкий к засухе и повышенным температурам, а также к золотистой картофельной цветочной нематоде и раку картофеля. Также есть раннеспелый сорт «юна», а в 2017 году был выведен еще один — «златка», показавший прекрасные результаты в новосибирском климате.

В результате репродукции (пересаживания из года в год) картофель теряет свои сортовые и продуктивные качества — иными словами, начинает вырождаться. Чтобы восстановить первоначальные признаки сорта, существует технология оздоровления: из клеток картофеля ученые отбирают «чистые» и выращивают их в питательной и стерильной среде. Для ее поддержания в институте есть несколько гидропонных установок, в которых растут клубни: исходный материал для получения семенного картофеля.

— Благодаря такой технологии период выращивания длится 3,5 месяца, — добавляет Николай Полухин. — При хороших условиях мы планируем получить три урожая за год. Автоматизировано практически всё — за исключением сбора клубней. Насос в установке периодически подает питательную среду к корням растений. Также не столь давно были установлены новые лампы, которые дают необходимый для картофеля свет.

По словам руководителя СибНИИРС доктора сельскохозяйственных наук Ивана Евгеньевича Лихенко, в результате объединения учреждений, занимающихся фундаментальной и прикладной наукой, появились новые возможности использования генетических методов, что улучшило работы по приданию конкретных признаков тем или иным сортам.

— Например, торговые сети предпочитают красный картофель, прежде всего потому, что у него товарный вид, — поясняет Иван Лихенко. — Однако когда он долго лежит на свету, на нем не так видно озеленение, вредное из-за проявления ядовитого соединения под названием соланин. Селекционеры же могут «перекрасить» этот сорт, чтобы проявлялся зеленый цвет.

Соб. инф.

## УЧЕНЫЕ РОССИИ И КАЗАХСТАНА НАШЛИ УСТОЙЧИВЫЕ К ЗАСУХЕ ВИДЫ ПШЕНИЦЫ

*Ученые Федерального исследовательского центра Красноярский научный центр СО РАН (ФИЦ КНЦ СО РАН) вместе с коллегами из Казахстана исследовали рост дикорастущих видов пшеницы под воздействием засухи и солевого стресса.*

Были найдены наиболее устойчивые виды пшеницы, которые можно рекомендовать для создания гибридов растений, менее подверженных нехватке влаги. Результаты совместной работы были представлены в июне этого года на 4-й международной конференции «Plant genetics, genomics, bioinformatics and biotechnology» и опубликованы в совместной монографии.

Продолжающийся рост населения планеты сопровождается увеличением площадей, занимаемых сельскохозяйственными культурами, в том числе в неблагоприятных климатических условиях. Необходимо помнить, что, по данным ООН, пустыни и засушливые регионы занимают почти половину суши на земном шаре; около двух третей сельскохозяйственных земель подвержены засолению. Поэтому исследование действия таких неблагоприятных факторов, как засуха и засоленность, на растения является насущной необходимостью. Новые открытия в этой области помогут улучшить генетический потенциал растений и повысить их устойчивость к абиотическим стрессам.

В проекте ученых из Научно-исследовательского института сельского хозяйства ФИЦ КНЦ СО РАН (Красноярск) и Института биологии и биотехнологии растений (Алматы, Казахстан) для исследования было выбрано шесть видов дикорастущей пшеницы. Оказалось, что лишь два вида, а именно пшеница двузернянка и пшеница эфиопская, устойчивы к засухе и солевому стрессу. Даже в таких неблагоприятных условиях у них

наблюдались стабильные показатели развития корневой системы в проростках и относительно высокая фотосинтетическая активность листьев.

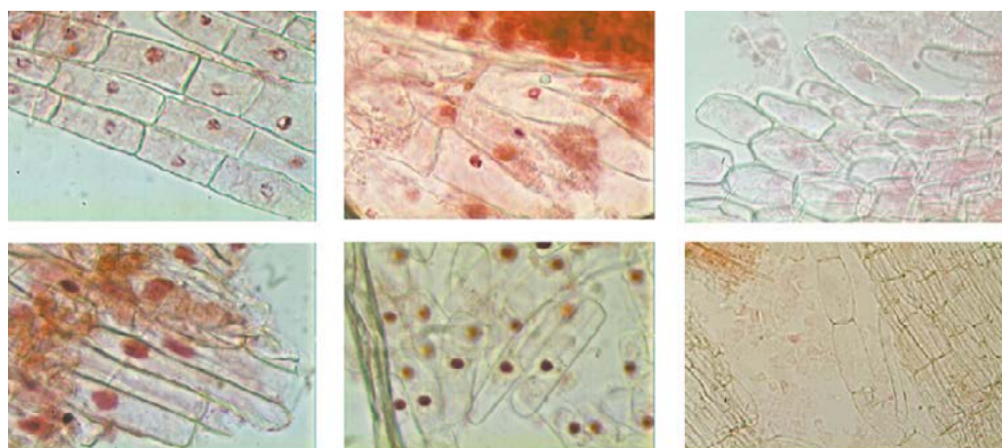
Оба этих вида являются тетраплоидными, то есть во всех клетках вместо двух имеются четыре основных набора хромосом. Большинство таких видов пшеницы с увеличенным количеством хромосом характеризуется повышенной белковостью зерна и устойчивостью к грибковым болезням, что позволяет использовать их в селекционных программах. Исследователи пришли к заключению, что данные виды могут использоваться не только для селекционных, но и генетических программ.

Как рассказала главный научный сотрудник отдела оценки селекционных материалов КНЦ СО РАН доктор сельскохозяйственных наук Наталья Зобова, в процессе улучшения зерновой культуры виды приобретают новые качественные признаки, например, высокий стебель или широкие листья, но постепенно утрачивают стрессоустойчивость, присущую дикорастущим растениям. Поэтому для гибридизации культурных видов ученые и селекционеры используют семена диких сородичей, у которых генетически заложена лучшая устойчивость к неблагоприятным условиям.

«Дикие сородичи пшеницы привыкли жить в суровых условиях, у них в генах записана способность сопротивляться стрессу. У культурных видов устойчивость сама по себе не возникает, она может быть только передана от других видов с генами», — пояснила Наталья Зобова.

Поиск устойчивых сортов пшеницы выполнялся в рамках сотрудничества ученых России и Казахстана при грантовой поддержке комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Теоретическая часть исследований опубликована в монографии «Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.) и ее диких сородичей к абиотическим стрессорам *in vivo* и *in vitro*». Что касается практики, в настоящее время ученые из Казахстана оценивают, насколько выбранные виды пшеницы соответствуют засушливым районам их местности.

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН  
Фото Научно-исследовательского института сельского хозяйства ФИЦ КНЦ СО РАН (Красноярск) и Института биологии и биотехнологии растений (Алматы, Казахстан)



Клетки корня пшеницы двузернянки (вверху) и эфиопской (внизу). Слева направо: вид клеток в нормальных условиях, при нехватке влаги (засуха) и избытке соли (солевой стресс)

## ПРОГРАММЫ ДЛЯ БАК РАЗРАБОТАЮТ В ИЯФ

*Ученые из Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН и ЦЕРН подписали соглашение о разработке программного обеспечения, которое унифицирует информационные платформы всех экспериментов Большого адронного коллайдера. Оно называется CRIC — Computing Resource Information Catalog, и уже в конце 2017 года заработает в ЦЕРН.*

Цель экспериментов, ведущихся на ускорительном комплексе Большого адронного коллайдера, — получение новых фундаментальных знаний о свойствах материи. Набирается огромное количество статистических данных, чтобы исследовать исключительно редкие физические процессы. Например, в год только в эксперименте ATLAS записывается около 10 Пбайт исходных данных. Для обработки такого объема существуют специальные программные среды, и каждый эксперимент использует свою систему.

В одном из крупных экспериментов БАК — ATLAS таким инструментом стала разработанная ИЯФ СО РАН информационная система AGIS, предназначенная для объединения всех данных и предоставления унифицированного доступа к ним. Ее задача — интегрировать всевозможные настройки высокоуровневых служб и сервисов распределенной грид-сети, описать связи между различными компонентами программного обеспечения обработки данных и предоставить в итоге пользователям эксперимента центральный портал для управления информацией.

Система AGIS оказалась настолько удобной и функциональной, что руководство ЦЕРН приняло решение создать ее расширенную версию для остальных экспериментов Большого адронного коллайдера. Между ЦЕРН и ИЯФ СО РАН подписано соответствующее соглашение.

«CRIC не только будет предоставлять информационные сервисы для доступа к ресурсам, которые использует коллаборация ATLAS, а еще сможет описывать топологию вычислительных моделей и данных других экспериментов Большого адронного коллайдера, использующих грид-технологии для обработки экспериментальных данных, — объясняет координатор проекта CRIC, научный сотрудник ИЯФ СО РАН Алексей Владимирович Анисенков. — Базовая концепция — распределение ресурсов и вычислительных мощностей, которые поставляются во всемирную грид-сеть, и описание того, как конкретный эксперимент их потребляет. Система будет корректно связывать их между собой, дополняя информационную модель необходимыми структурами данных, специфичными для конкретного эксперимента. Она знает, какой сайт используется в том или ином эксперименте, какие сервисы доступны в этом вычислительном узле, каковы допустимые объемы хранения данных».

Соглашение ИЯФ СО РАН и ЦЕРН прописывает этапы работ на год. Предполагается, что в конце 2017 года система CRIC будет готова к использованию в производстве, в частности, начнется ее внедрение в программную инфраструктуру коллаборации CMS.

Соб. инф.

## НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

## БЫСТРЕЕ ЗВУКА И В ТРУБЕ



Денис Наливайченко

Именно таким сибирские ученые видят один из вариантов пассажирского транспорта будущего.

В научно-популярной повестке всё чаще обсуждаются идеи инновационных средств передвижения для города и междугородних маршрутов. Новосибирск становится генератором новых концептов: дирижаблей-троллейбусов, пассажирских капсул на тросах, эстакадного дублера Бердского шоссе... Старый добрый поезд на электрической или тепловой тяге сегодня тоже кажется архаичным и просит замены: стук колес, жалкие 100–150 километров в час... Чтобы не копировать с опозданием японские «Синкансены» и французские «Евростары», российские ученые сосредоточились уже на следующих за ними вариантах развития железной дороги. Точнее, уже не совсем железной и не вполне дороги.

«Известны два технологических предела, — рассказал научный сотрудник Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН кандидат технических наук Денис Геннадьевич Наливайченко. — Первый связан с силой трения, на скоростях около 200 километров в час пара «колесо-рельс» перестает нормально работать. Проблема решается — например, созданием магнитной подушки, но на следующем рубеже, порядка 500 километров в час, почти вся энергия начинает уходить на преодоление аэродинамического сопротивления». Решение напрашивается чисто логически: если воздух становится препятствием номер один, его надо убрать — то есть создать вокруг вагона безвоздушную среду.

Идея «вакуумного поезда» не нова, она была изложена еще в 1911 году профессором Томского политехнического института Борисом Петровичем Вейнбергом в монографии «Движение без трения». В физической лаборатории ТПИ Б. Вейнберг и его ученики собрали макет вакуумной дороги, на котором удавалось достичь скромной и по тем временам скорости 10 километров в час. Почти одновременно американец Роберт Годдард публикует статью на ту же тему в Scientific American и оформляет два патента: на вакуумную трубу и аппарат для нее. В 1939–1943 годах работа над созданием такой техники на макетах велась в Германии под руководством Германа Кемпера: Третьему рейху требовалось не только чудо-оружие,

но и чудо-транспорт. В послевоенное время более проработанные проекты возникали в Швейцарии и США, в том числе и у Илона Маска. Его система Hyperloop предназначалась для сообщения Лос-Анжелес — Сан-Франциско (640 километров). В трубе двухметрового диаметра предполагалось разогнать капсулу на 20–40 пассажиров до сверхзвуковых 1 200 км/час при давлении разрежения около 100 паскалей (нормальное атмосферное давление в тысячу раз выше).

В современной России подобные проекты тоже вызывают интерес. «На ученых советах РЖД регулярно обсуждаются перспективы вакуумного транспорта», — рассказывает Д. Наливайченко. В стране есть отдельные сообщества ученых и инженеров, занятых (как правило, по собственному почину) проработкой отдельных элементов. В ИТПМ СО РАН по инициативе научного руководителя института академика Василия Михайловича Фомина создана небольшая рабочая группа — в основном, из молодых ученых и даже студентов.



Один из проектов наземного вакуумного транспорта

Но всем российским энтузиастам мешает раздробленность и без того немногочисленных сил и ресурсов. «У нас нет отечественной компании, объединяющей инициативные коллективы», — констатировал специалист ИТПМ СО РАН.

Заметим, что во всем мире ни один из проектов вакуумной дороги не продвинулся дальше работающих макетов и небольших опытных участков. И понятно, почему. Это совершенно особый вид транспорта, требующий разработки всех его элементов с чистого листа: тоннелей или эстакад, трубопроводов, насосов, переходных шлюзов, подвижного состава, систем управления и жизнеобеспечения... «Создание принципиально новой транспортной системы должно иметь серьезное обоснование, — считает Денис Наливайченко, — а сама система обладать существенным набором преимуществ в сравнении с существующими видами транспорта».

В идеале, по мнению эксперта из ИТПМ, новая транспортная система должна быть:

- экономичнее;
- быстрее;
- безопаснее;
- более экологичной;
- более защищенной от природных явлений и катаклизмов, от террористических атак и др.;

— более комфортабельной для пассажиров;

— удобной в эксплуатации и техническом обслуживании.

Экономичность трудно не поставить на первое место: если она не будет гарантированно достижимой, нет смысла говорить обо всем остальном. Краеугольным камнем здесь видится объем затрат на поддержание вакуума в системе. Впрочем, полный вакуум не нужен: достаточно сделать воздушную подушку перед движущейся капсулой ничтожно плотной. «Мы сравнивали энергию, идущую на преодоление аэродинамического сопротивления, с энергией, необходимой для создания вакуума», — поясняет Денис Наливайченко, — и пришли к выводу, что давление в трубопроводе меньше 50–100 паскалей технологически и экономически нецелесообразно. И в соответствии с этим положением мы сформулировали те задачи, которыми можно заниматься именно в нашем институте, хорошо оснащенном установками для аэродинамических экспериментов и мощными компьютерами для расчетов и моделирования».

других переменных величин — форма и структура поверхности капсул, их собственная энерговооруженность и одновременное количество в тоннеле. Последний показатель, по словам Д. Г. Наливайченко, «...является определяющим параметром, влияющим на величину оптимального давления эксплуатации вакуумного транспорта. Чем больше плотность капсул, тем ниже граница по давлению. И наоборот, чем меньше транспортных капсул в пути, тем большее давление является энергетически и экономически обоснованным».

Инициативная группа из ИТПМ СО РАН на сегодня определила круг задач, решить которые ей по силам. «Мы рассматриваем только те вопросы, в которых институт имеет хорошие компетенции, — подчеркивает Денис Наливайченко. — Это, прежде всего, механика, аэродинамика, динамика движения». В числе упомянутых им конкретных задач — выбор оптимального соотношения площадей поперечных сечений трубопровода и капсулы, минимизация ее лобового сопротивления, снижение сопротивления трения на стенках транспортного средства и так далее. В целом же новосибирские специалисты занялись проблемой повышения аэродинамической эффективности «вакуумной дороги».

А это лишь часть другой проблемы, более общего порядка — достижения эффективности экономической. Даже при конкурентоспособной цене билета Москва — Петербург или Новосибирск — Томск и при гарантированной окупаемости и прибыльности проекта он вряд ли будет реализован при несоблюдении еще шести ключевых условий, о которых говорит Денис Геннадьевич. Как писал гуру тайм-менеджмента Клаус Мёллер, «слона нужно есть по кусочкам». Соответственно, в любой стране создание вакуумного транспорта начинается с получения комплекса доказательств целесообразности такого шага, а это — типичная «слоновая задача», решаемая только при условии консолидации множества коллективов. Они есть и в России — молодая команда ИТПМ тому подтверждение. Но продвижение будет достижимо лишь при координации и ресурсной поддержке всех задействованных групп. Именно так были реализованы атомный и космический проекты.

Андрей Соболевский  
Фото автора  
и из открытых источников

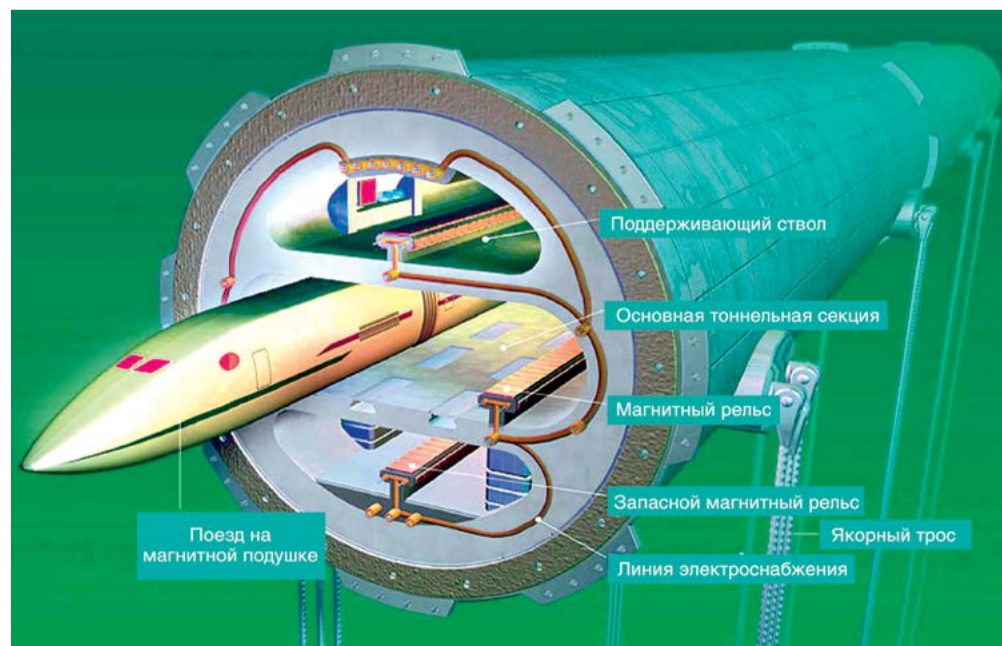


Схема подводного вакуумного транспорта

## ПОРИСТЫЕ ПОЛИМЕРЫ: ГУБКА ПРОТИВ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА



Данил Дыбцев

**Редко какая страна не занимается вопросами экологии: создание международных организаций, подписание Парижского соглашения — столь масштабные действия призваны решить проблему вредных выбросов и загрязнения. Однако для защиты окружающей среды необходимы не только договоренности, но и новые технологии — их разработкой на основе нанопористых координационных полимеров уже 15 лет занимаются сибирские ученые в Институте неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН.**

Координационные полимеры или металл-органические каркасы — это пористые материалы, построенные из положительно заряженных ионов металлов, соединенных мостиковыми лигандами. Ключевое преимущество подобных материалов заключается в наличии органической части — мостиков — и неорганической — катиона металла, — каждую из которых можно варьировать, таким образом меняя физические свойства каркаса: например, размер полостей или химическую функциональность. Подобных структурных комбинаций гораздо больше, чем в других типах пористых материалов.

При правильном подборе условий такие пористые структуры самостоятельно собираются в виде кристаллов: к атомам металла прикрепляются соединительные мостиковые лиганды, а в итоге получается периодическая решетка. Этот процесс напоминает строительные леса — только их создают люди, а координационные каркасы получаются за счет химических реакций. Задача ученых — найти условия, в которых будет образовываться пористый материал с заданной кристаллической структурой.

— Помимо прочего, пористые материалы имеют огромную внутреннюю поверхность — сотни и тысячи квадратных метров, — рассказывает ведущий научный сотрудник ИНХ СО РАН доктор химических наук Данил Николаевич Дыбцев. — Представьте футбольное поле — около 6 000 м<sup>2</sup>: столько может заключаться всего в одном грамме порошка нанопористого координационного полимера.

Пористый материал напоминает губку, предназначенную для молекул: в его полости впитываются частицы жидкости или газа, заполняя внутренние каналы, в результате чего полимер способен вбирать и удерживать большие объемы других веществ. Благодаря своим свойствам пористые соединения могут применяться во многих областях, в том числе и при решении вопросов о защите окружающей среды.

### От углерода к водороду

Наиболее острая проблема, связанная с экологией, — парниковый эффект — представляет собой разогрев слоя атмосферы из-за поглощения теплового излучения некоторыми газами. Если бы этого не происходило, излучение отражалось бы от Земли, но в результате оно всё же остается на планете. Самый значительный вклад в этот процесс вносят пары воды — до 70 %.

— На втором месте находится углекислый газ, — поясняет Данил Дыбцев. — На атмосферную влагу мы повлиять не в силах, а вот CO<sub>2</sub> — антропогенный фактор, и большинство усилий направлено на то, чтобы противостоять его растущему количеству в атмосфере.

Смена планетарной температуры в течение многих тысяч лет связана именно с изменениями уровня CO<sub>2</sub>: резкий рост произошел двести лет назад, когда в результате индустриальной революции человечество начало активно использовать минеральное топливо: уголь, нефть и газ. Существуют три основных антропогенных источника CO<sub>2</sub> — транспорт, тепловые электростанции и металлургия, и для каждого случая требуется разработка оптимального решения. В частности, извлекать CO<sub>2</sub> напрямую из автомобильных выхлопов нереально, но можно осуществить переход на низкоуглеродное топливо.

— Возьмем хорошее топливо: изоктановый бензин с формулой C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, где соотношение водорода с углеродом примерно 2 к 1, — рассказывает ученый. — При переходе на низкоуглеродное топливо — метан (CH<sub>4</sub>) — мы уже получаем соотношение 4 к 1. В перспективе можно вообще использовать водород (H<sub>2</sub>) как безуглеродное и экологически безупречное топливо.

Для эффективного превращения водорода или метана в электричество учеными разрабатываются так называемые топливные элементы (ТЭ) — химические источники тока, состоящие из анода, катода и соединяющей их мембраны, где происходит реакция между кислородом и водородом. В анодной части ТЭ водород отдает электроны с образованием электричества и протонов, которые проходят через проводящую мембрану в катодную часть. Там они связываются с кислородом, образуя воду.

Превращение химической энергии в электрическую в ТЭ в несколько раз более эффективно по сравнению с двигателями внутреннего сгорания: в них значительная часть энергии рассеивается в виде тепла, а КПД не превышает 25 %. Однако внедрять такие устройства в автомобили пока сложно — прежде всего из-за дорогого катализатора, содержащего платиновые металлы, а также из-за несовершенства современных протон-проводящих мембран.

— Материалы, полученные на основе пористых полимеров, демонстрируют лучшие протон-проводящие свойства в сравнении с используемыми сейчас, — говорит Данил Дыбцев. — Дело в том, что существующие сегодня протонные проводники содержат воду, а требования, выдвигаемые автоиндустрией, предполагают работу ТЭ при температурах заметно выше 100 °С. В таких условиях вода испаряется, и мембрана просто теряет свои проводящие свойства.

В ИНХ СО РАН совместно с Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН, предложили довольно простой, но эффективный способ решения данной проблемы. Дело в том, что кислота — естественный источник протонов. Если полости пористого координационного полимера, как губку, пропитать кислотой, получится новый гибридный

материал с необходимыми параметрами: рекордно высокой протонной проводимостью в условиях низкой влажности и температурном диапазоне до 200 °С и даже выше. У такого материала, правда, есть и слабые стороны: кислота плохо удерживается в нанополостях каркаса, так как нет крепких химических связей.

— На данный момент мы работаем над этим: например, можно химически «пришивать» молекулы кислоты к стенкам каркаса, — поясняет ученый. — Однако нами уже решен ряд важных фундаментальных проблем — прежде всего, получены мембранные материалы с высокими значениями проводимости в широком интервале температур и минимальной зависимости этих свойств от влажности.

### Как разделить воздух?

— В ближайшем будущем индустриальные страны не смогут отказаться от ископаемых источников, так что пока человечеству остается только снижать выбросы, — рассказывает Данил Дыбцев. — По всем существующим прогнозам использования различных видов ископаемого топлива — газа, нефти, угля — потребление в ближайшие 50 лет будет только расти. Значит, нужно вкладывать научный потенциал в извлечение CO<sub>2</sub> непосредственно из промышленных выбросов или из атмосферы.

Самый распространенный способ добычи электричества — горение угля (С): он целыми составами сжигается в электростанциях благодаря воздуху, который состоит из азота (N<sub>2</sub>) и кислорода (O<sub>2</sub>). В результате такой химической реакции из выхлопной трубы выходят уже углекислый газ и азот — CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>. Соответственно, при очистке выбросов тепловых электростанций необходимо отделять эти газы друг от друга: N<sub>2</sub> безвреден, и его можно отправлять обратно в атмосферу, а вот от CO<sub>2</sub> стоит избавляться — например, запастись его в уже не функционирующих шахтах или нефтяных скважинах.

Разделение промышленных выбросов происходит в потоковом режиме: в заполненную специальным сорбентом колонну поступает смесь CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>, при этом азот выходит напрямую в атмосферу, а углекислый газ остается в колонне. Когда она заполнится, поток CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> переключается на соседнюю колонну с таким же сорбентом. В это время первая колонна регенерируется (восстанавливается), и из нее извлекается чистая углекислота, которая направляется в подземные хранилища. Таким образом, процесс селективной адсорбции (разделения) газов идет непрерывно. Представьте, что вы держите в руках две

связки воздушных шаров: одну с азотом беззаботно отправляете в воздух, а вот вторую, с углекислым газом, оставляете при себе и складываете в безопасное место — примерно так и работают подобные пористые структуры.

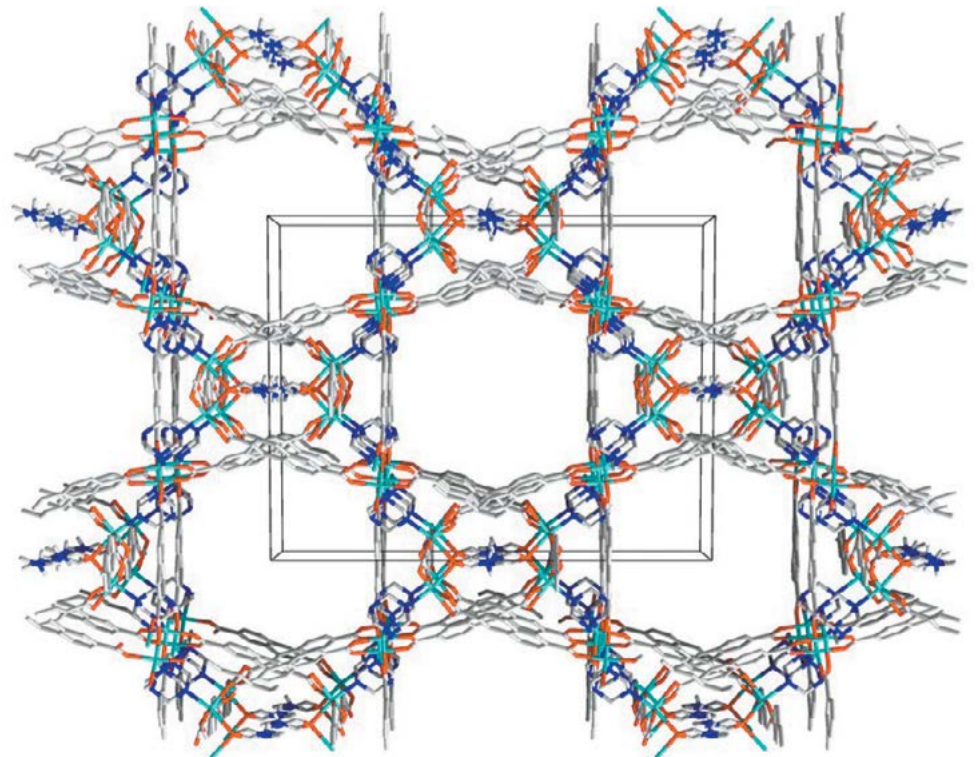
— Применяемые сегодня технологии используют жидкие хемосорбенты — триэтанолламин или моноэтанолламин, которые, помимо имеющихся преимуществ, обладают рядом существенных недостатков, — рассказывает ученый. — Во-первых, это высокая коррозионность используемых аминов, что приводит к износу оборудования. Кроме того, их производство само по себе вредно для окружающей среды. Другой существенный минус — высокая температура, необходимая для регенерации хемосорбента, а это, в конечном счете, повышает стоимость очистки промышленных выбросов и снижает энергоэффективность процесса.

В настоящий момент во всем мире идет разработка более эффективной технологии разделения газовых смесей с использованием различных пористых сорбентов и других подобных материалов. Поэтому в ИНХ СО РАН активно исследуются пористые координационные полимеры как самые перспективные материалы среди имеющихся. Эти соединения являются своего рода молекулярными фильтрами, которые избирательно поглощают те или иные вредные газы или пары: в данном случае — эффективно связывают углекислый газ и не взаимодействуют с азотом.

— Хорошо известно, что молекула CO<sub>2</sub> проявляет кислотные свойства и не зря называется «углекислотой», — поясняет Данил Дыбцев. — С другой стороны, пористые материалы, разрабатываемые в ИНХ СО РАН, имеют в своей структуре активные центры основной природы, благодаря которым происходит взаимодействие молекул CO<sub>2</sub> с полостями пористого материала. Важнейшим химическим свойством кислот и оснований является их способность вступать в реакцию друг с другом, и именно этот принцип реализуется в наших сорбентах для селективной адсорбции CO<sub>2</sub> из газовых смесей.

На данный момент ключевой вопрос для широкого внедрения разрабатываемой технологии — низкая доступность металл-органических сорбентов, но это, скорее, вопрос перехода на другой технологический уклад и инвестиций в производство материалов нового поколения.

Алёна Литвиненко  
Фото предоставлены  
Данилом Дыбцевым



Пористая структура

## ПРОСТО О СЛОЖНОМ

## ЛИШАЙНИКИ: ДРУЗЬЯ, ВРАГИ И КОНКУРЕНТЫ

**Вы можете встретить эти удивительные существа буквально везде — они расселились по всему миру, за годы эволюции приспособившись даже к неблагоприятным условиям окружающей среды. Полезные или вредные — зависит от ситуации, но интересные и вызывающие массу вопросов — всегда. Знакомьтесь: лишайники.**

**Что такое, кто такой?**

Лишайники — это симбионты фотосинтезирующего организма (водоросли или цианобактерии) и гриба (микобионта). Взаимодействие их либо взаимопольное (мутуализм), либо гриб все-таки использует водоросль (контролируемый паразитизм), причем в результате длительной коэволюции он утратил способность существовать отдельно — будучи изолированными от своей «партнерши» грибные гифы образуют аморфное скопление.

Оба компонента буквально кормят и поят друг друга: лишайник всей своей поверхностью впитывает атмосферную влагу с растворенными минеральными солями осмотическим (с использованием давления) путем, от водоросли гриб получает углеводы, главным образом рибит и глюкозу, отдавая водный раствор солей.

Лишайники встречаются по всему миру, доминируя в тундрах и высокогорьях. Это обусловлено их устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды: низким температурам, засушливости, жесткому ультрафиолетовому излучению и низкой питательности субстрата. Некоторые виды обитают на озерной и морской литорали (приливно-отливной зоне). Такое свойство лишайников объясняется их способностью легко отдавать влагу и переносить неблагоприятные условия в состоянии анабиоза. Между прочим, эти организмы обнаружены даже в бесплодных арктических пустынях и внутри антарктических горных пород! Особенно разнообразны они в тропиках, высокогорьях и в тундре.

**Лишайник человеку друг, пища и лекарство**

Да, действительно, лишайники используют в пищу, и в этом смысле человек ничем не отличается от представителей животного мира. Есть мнение, что знаменитая манна небесная, в течение сорока лет кормившая народ Моисея во время его странствий по пустыне, была именно лишайником. До сих пор в степях Евразии распространен кочующий лишайник аспидиция съедобная (*Aspicilia esculenta*), а в Азии умбиликария съедобная (*Umbilicaria esculenta*) считается деликатесом. (Я дегустировала умбиликарию на конференции в Ханчжоу — впрочем, ее, правда, трудно назвать по-настоящему вкусной и питательной).

Кроме того, надо отметить: в годы войны разрабатывались рецепты получения съедобных паст из крахмалоподобных веществ лишайников, а сейчас есть рецепты с добавлением в хлеб паст из цетрарии исландской.

Лишайники используются и в парфюмерии: так называемые шипровые запахи и чарующие слова из рекламы парфюма «нота древесного мха...» существуют благодаря экстрактам из эвернии сливовой (*Evernia prunastri*). Из нее получают также некоторые сорта духов, пудр, кремов.

Время лишайников как натуральных красителей сейчас миновало, но раньше их активно применяли в качестве сырья для изготовления лакмуса и краски. Примером могут служить шотландские килты и пунцовые красители для шерсти из горцев Азии. А вот жители Нижнего

Поволжья с помощью лишайника *Xanthoparmelia camtschadalis* окрашивали пасхальные яйца.

Что касается лечебных свойств этих симбионтов, то они известны с глубокой древности. Еще за 2000 лет до нашей эры египтяне использовали лишайники в медицинских целях. В XVIII веке в список лекарственных растений было внесено 7 видов лишайников, правда многие из них ложно трактовались. Например, лобария легочная — в Средневековье считалось, что повторяющая форму легочной ткани лобария должна лечить именно легкие.

Научное обоснование лекарственным свойствам лишайников дано в XX веке, когда были выделены так называемые лишайниковые кислоты, обладающие мощным фармакологическим потенциалом благодаря антибиотическому и цитотоксическому эффектам. Последний можно использовать в антираковой терапии: множество опытов с раковыми клетками показали, что лишайниковые экстракты замедляют их деление и рост.

*Cetraria islandica* — Цетрария

Клинические испытания продемонстрировали эффективность экстрактов наших симбионтов против бактерий. Например, усниновая кислота: антибиотическое действие этого вещества было научно доказано в 1940-х, а в 1950-х у нас в стране был разработан препарат БИНАН. Наиболее же популярным лекарственным лишайником является цетрария исландская, она даже включена в Государственную фармакопею. Из нее готовят сиропы, леденцы и драже от ангины и бронхолегочных заболеваний.

Конечно, ресурсы лишайников не бесконечны, но есть места, где население собирает их в огромных количествах в качестве сырья — от 43,6 тонн в 2009 году до 199,3 тонн в 2011-м, и это в одном только Непале! Часть сырья экспортируется для приготовления БАДов, а около 30 видов применяется местным населением в пищу и для ритуалов.

**Датируем, определим и покажем!**

Самое известное применение — это датировка археологических памятников и некоторых природных объектов. Для этого используются такие свойства лишайников как медленный рост и длительность развития. Лихенометрический способ определения возраста построек, статуй, петроглифов, ледниковых морен заключается в следующем — зная прирост лишайника за год, диаметр таллома (тела, слоевища) делится на этот показатель.

Кроме того, лишайники являются надежными биоиндикаторами качества окружающей среды. Существует множество методов лихеноиндикации (контроль и измерения, основанные на состоянии лишайников), которые можно разделить на три подхода: морфологические и физиологические изменения лишайников; уровень содержания загрязняющих веществ в талломах; изменение видового состава и структуры сообществ (мониторинг).

Методы оценки воздушного загрязнения основаны на чувствительности разных видов этих симбионтов. Лишайники способны накапливать в своем теле тяжелые металлы и радионуклиды, причем делать это без особого вреда для себя, так как не включают всю пакость в свой метаболизм. Вместе с тем организмы чувствительны к загрязнению воздушной среды двуокисью серы, окислами азота и тому подобному, и погибают уже при незначительных концентрациях ( $SO_2 - 0,3 \text{ мг/м}^3$ ).

Также лишайники сильно зависят от того, что происходит с экосистемами. Трансформация природных ландшафтов, вырубка лесов, возделывание земель способствуют сильному обеднению лишайниковой растительности. Постепенное изменение условий жизни чувствительных симбионтов приводит к сокращению численности их популяций, а в некоторых случаях — и к гибели целых видов. Поэтому необходимы исследования по выявлению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов лишайников для анализа причин их вымирания и разработки практических мер охраны.

Кстати, существует расхожее мнение, что лишайники растут только в экологически чистых местах, поэтому их не встретишь в больших городах и промышленных зонах. Однако это не совсем так — есть большая группа нитрофильных видов, которые вновь заселяют «лишайниковую пустыню» городов.

**Как живет лишайникам?**

Во-первых, они — компонент пищевой цепи. Например, для северного оленя это вообще основа зимнего рациона. Также их едят кабарга, полевки, беспозвоночные всех видов: слизни, клещи, коллемболы и так далее.

*Cladonia macilenta* — Кладония тощая

Кроме того, лишайники участвуют в почвообразовании и частично — в разложении горных пород. Они поселяются на самых непитательных субстратах: камнях и скалах, стекле и кирпиче, металле и синтетических тканях и способны растворять горные породы с помощью уже упоминавшихся лишайниковых кислот. Отмирая, лишайники создают первичную почву, тем самым подготавливая заселение других организмов.

Еще наши симбионты продуцируют органическое вещество, и здесь есть два аспекта. В глобальном круговороте углерода гриб в процессе жизнедеятельности потребляет углерод из полисахаридов, произведенных водорослью в процессе фотосинтеза, и отдает его наружу, когда дышит. С другой стороны, лишайники в процессах круговорота углерода способствуют его депонированию в экосистемах.

По нашим исследованиям, в boreальных (хвойных, расположенных к югу от тундры) лесах древесные остатки естественного и искусственного происхождения разлагаются десятилетиями. Если говорить с биогеохимической точки зрения, то такие стволы — это запас и источник углерода, питательных ве-

ществ и формирования органических горизонтов лесной почвы. В процессе же разложения древесины происходит разрушение органики, и это сопровождается высвобождением углерода в виде углекислого газа (в результате дыхания дереворазрушающих организмов) и в виде водорастворимых продуктов разложения, вымываемых в почву.

Первоначально мы предположили: возможно, лишайники увеличивают скорость деструкции древесины, повышая влажность субстрата под своими талломами и способствуя накоплению детрита (мелких частиц мертвого органического вещества), более богатого минеральными элементами, чем древесина. Однако изучение микрофотографий срезов упавшей на землю, сухой и гниющей древесины показало — ее структура под лишайником сохраняется. В то время как нижележащие слои подверглись разложению в гораздо более высокой степени. Кроме того, именно под лишайниками, независимо от их вида, сохранность древесины лучше. Даже та, что уже поражена грибами-кислотрофами, рядом с лишайниками разлагается медленнее.

Кстати, именно эти грибы являются основными «агентами влияния». Для них древесина представляет собой «и стол, и дом» — они и обитают в валежнике, получая убежище от неблагоприятных факторов среды, и в то же время буквально пожирают свой жилище, добывая из древесины необходимые им органические вещества и минеральные элементы.

Причем лишайники и кислотрофные грибы не являются конкурентами в пищевом смысле! А вот в плане занятия экологической ниши — являются! Дело в том, что поверхность поваленной древесины для лишайников — субстрат для закрепления. Кроме того, стволы на начальных этапах своего разложения обычно располагаются над поверхностью почвы — и таким образом лишайники, пришедшие туда поселиться, получают большее количество света и частично избегают конкуренции с прочей растительностью за свет и субстрат. Однако эти преимущества недолговечны: грибы растут и, соответственно, разлагают древесину быстрее, а лишайники — медленнее. Так и возникает соперничество. Тем не менее, свойство лишайников уменьшать скорость гниения субстрата позволяет сохранять некий паритет. В ходе разложения древесины грибы изменяют среду в сторону непригодности, к чему подключаются и другие организмы (бактерии и беспозвоночные), а лишайники вынуждены противодействовать этому, ингибируя рост своих противников, консервируя субстрат и изменяя среду под себя.

Все это было подтверждено экспериментально. С помощью методов высокоэффективной жидкостной и тонкослойной хроматографии мы выяснили: вторичные метаболиты (то есть кислоты) лишайников проникали в древесину на 1,5 сантиметра, консервируя ее. Исследования на чистых культурах грибов показали, что экстракты лишайников обладают выраженными фунгистатическим (затормаживающим рост вредных грибов) действием — так что получается, что практически родственники, разошедшиеся на эволюционных путях, активно конкурируют между собой — называется это антибиоз.

Татьяна Харпухаева,  
кандидат биологических наук,  
научный сотрудник лаборатории  
флористики и геоботаники Института  
общей и экспериментальной биологии  
СО РАН (Улан-Удэ)  
Фото предоставлено автором

## ЧЕМ ПИТАЛИСЬ ДРЕВНИЕ ЛЮДИ?



**Почему ответ на вопрос: «Что ели древние люди?» так важен для ученых, работающих в области геоархеологии — научного направления на стыке естественных наук и археологии? Дело в том, что далеко не всегда можно получить обоснованный вывод только на основании изучения письменных, археологических и палеофаунистических материалов.**

Приведу пример из своей практики: в «раковинной куче» (скоплении пустых раковин моллюсков, собранных, съеденных и выброшенных древними людьми) в бухте Бойсмана (Приморский край) найдено много костей наземных животных — оленя, косули, кабана и др. А данные изучения содержания стабильных изотопов углерода и азота в костях 10 скелетов людей, живших на этой стоянке около 6400 лет назад, говорят о том, что около 80 % их пищи составляли морские организмы: тюлени и рыба (их кости тоже встречаются), а также моллюски. Очевидно, что без специального исследования палеодиеты выводы о том, какие природные ресурсы были наиболее важны для тех или иных человеческих популяций, окажутся ненадежными. Следовательно, восстановить образ жизни и хозяйство доисторического населения будет весьма сложно. Поэтому в мире с 1970-х гг. ведутся работы по определению древнего питания на основе инструментальных изотопных методов (в России они начались лишь в конце 1990-х гг.).

*В июне 2017 г. в Университете Орхуса (Дания) прошла вторая международная конференция «Радиоуглерод и диета», на которой были представлены новейшие результаты изучения структуры питания древних людей. В работе форума приняли участие около 70 ученых из 19 стран Европы, Америки и Азии (среди них — восемь россиян из Барнаула, Самары, Новосибирска, Санкт-Петербурга, Москвы и Оренбурга). Предыдущая конференция по данной тематике прошла в 2014 году в Киле (Германия) (см. НВС от 16.10.2014 г.); интерес специалистов к вопросам доисторической диеты обусловил продолжение мероприятия, ставшего теперь регулярным. Следующая, третья конференция состоится в Оксфорде (Великобритания) в 2020 г.*

Дания в мировой археологии известна уникальными мумиями из болот, где в отсутствие кислорода

человеческие останки сохраняются в течение тысяч лет. Одной из самых известных находок является «человек из Толлунда», обнаруженный при разработке торфа в 1950 г. и хранящийся в музее Силькеборга, где его можно видеть в экспозиции. Недавно точный возраст и диету толлундского человека изучили датские специалисты. Оказалось, что он жил около 2400 лет назад и употреблял в основном пищу наземного происхождения — животных и растения (в том числе культурные).

Данные о питании местного населения позволяют выделять присутствие «чужаков» в конкретном регионе. При раскопках массового погребения в Ольборге (Дания), связанного с «бунтом шкипера Клемента» (1534 г.), были обнаружены останки 18 человек. Изотопный анализ показал: их диета не отличалась от таковой у местных жителей, захороненных близ одной из церквей города. Это было объяснено тем, что в братской могиле находятся повстанцы из района Ольборга, а не воины-наемники, штурмовавшие город.

(III в. до н.э. — I в. н.э.) показали, что степное население питалось не только наземными животными, но и рыбой и просом. Для более надежного выяснения источников пищи использовалась компьютерная программа FRUITS (находится в свободном доступе в интернете), позволяющая моделировать поступление белков из разных источников. Без изучения изотопного состава костей было бы невозможно выяснить, из чего состояла диета гуннов, поскольку в могильниках обычно нет костей животных и рыб.

Группа российских ученых представила первые данные о диете населения «культуры раковинных куч» раннего железного века Приморья, которая существовала на побережье Японского моря около 3200 лет назад. Поскольку в Приморье (и на Дальнем Востоке России в целом) находки костей древнего человека весьма редки, начатые мной в 1990-х гг. работы в какой-то момент остановились по причине отсутствия нового материала.

С изучением палеодиеты тесно связано второе важнейшее направление работы конференции — определение «эффекта резервуара»: его суть в том, что при потреблении значительного количества пищи водного происхождения (как речной, так и морской) происходит удревание радиоуглеродного возраста костей человека и животных, питавшихся моллюсками, рыбой, птицами и млекопитающими, жившими в водной среде. Эти исследования целенаправленно ведутся с 1990-х гг. Насколько сильно могут быть искажены результаты датирования? Оценки, представленные в Орхусе, показывают величины вплоть до 1000 лет (а в случае с одним из озер в северной Германии — до 1450 лет!), что немаловажно для построения археологической хронологии последних 10 тыс. лет. На территории России проведены значительные по масштабу работы в Байкальском регионе и на Онежском озере (совместно с учеными из Канады и Великобритании), о чем было доложено в нескольких сообщениях.



«Человек из Толлунда», музей Силькеборга (Дания)

Изучение диеты раннего населения Исландии проводилось на основе материалов из поселений побережья и внутренних частей острова; были проанализированы кости 79 человек. Оказалось, что на берегу океана люди употребляли в пищу большое количество морепродуктов, а во внутренних районах острова — в основном плоды земледелия и скотоводства. Казалось бы, такой вывод выглядит тривиальным и вполне ожидаемым, но выяснилось и другое: диета ранних исландцев оставалась неизменной на протяжении нескольких сотен лет и не зависела от господствующей религии (язычества или сменившего его в 1000 г. н.э. христианства). А вот анализ костей одного из исландских епископов, занимавшего высокое социальное положение, показал, что его пища на 17 % состояла из морепродуктов, что несколько удредило радиоуглеродный возраст останков (это называется «эффектом резервуара»): поскольку известна точная дата смерти священника, разницу можно определить.

Исследования костей из могильника гуннского времени в Монголии

И тут помог случай: в 2015–2016 гг. в ходе спасательных работ в будущей игровой зоне близ Владивостока был открыт археологический памятник, где сохранились погребения 37 человек! Исследования изотопного состава костей 11 людей и 30 животных позволили сделать вывод о том, что основными источниками пищи были морские млекопитающие и моллюски, а также культурные растения — просо и чумиза (они по изотопному составу углерода значительно отличаются от других злаков). Прямое определение древней диеты хотя и согласуется в целом с выводами археологов, сделанными на основании изучения артефактов, остатков растений и животных, является существенным вкладом в наши знания о древнем населении Приморья.

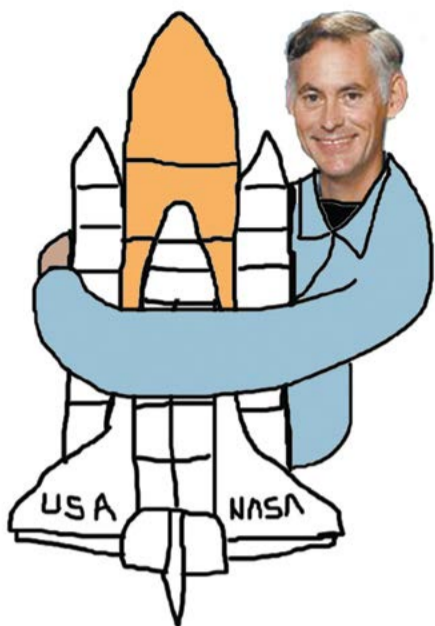
В докладе, посвященном диете населения древнерусских городов (Ярославля, Москвы, Смоленска, Твери, Переславля-Залесского, Дмитрова, Коломны и Можайска) и деревенских популяций, были использованы результаты анализов около 420 скелетов. Выяснилось, что жившая в кремлях элита употребляла в пищу больше белков, чем посадские жители, и гораздо больше, чем сельское население.

Третье направление, связанное с палеодиетой — изучение изотопного состава пищевого нагара на керамике и жирных кислот (липидов), впитавшихся при варке в стенки сосудов. Это также дает информацию о том, чем питались люди, использовавшие эти глиняные сосуды. На совещании были представлены новые данные для севера России и Среднего Запада США.

Одним из наиболее перспективных направлений в изучении палеодиеты сегодня является анализ индивидуальных аминокислот в органическом веществе костей (коллагене). Нужно отметить, что в России (в частности, в Новосибирском научном центре СО РАН) имеется все необходимое оборудование для подобных работ, но часто не хватает связки археологов и естественников, что необходимо как можно скорее преодолеть — примеры успешных совместных работ уже есть.

Ярослав Кузьмин, доктор географических наук, участник конференции, член оргкомитета  
Фото предоставлены автором

## «ВЕРХОМ НА РАКЕТЕ»



В этом году «Альпина нон-фикшн» перевела книгу Майка Маллейна «Верхом на ракете». На английском языке она вышла еще в 2006 году, а события, которым она посвящена, и вовсе происходили с 1978-го по начало 2000-х. Автор книги был одним из астронавтов, отобранных по программе «Спейс Шаттл». Поскольку раньше я уже читала о том, как астронавт описывает свою жизнь в НАСА и на Международной космической станции, но уже в гораздо более поздний период, мне, конечно, захотелось узнать, как это было почти в самом начале регулярных путешествий в космос.

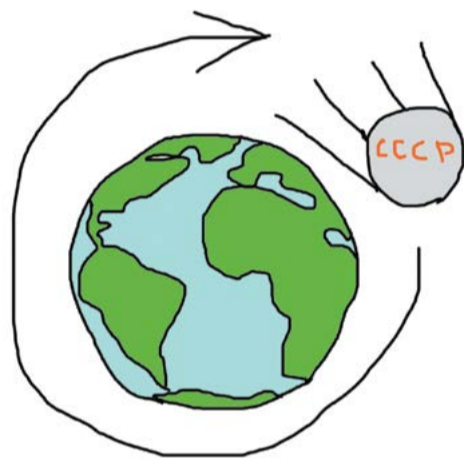
Ричард Майкл «Майк» Маллейн (англ. Richard Michael «Mike» Mullane), астронавт НАСА (англ. NASA, Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США). Совершил три космических полета на шаттлах (англ. Space Shuttle — «космический челнок») в качестве специалиста полета: «Дискавери» (англ. Discovery — «открытие») — STS-41D (1984 год), «Атлантис» (англ. Atlantis — «Атлантида») — STS-27 (1988 год) и STS-36 (1990 год), полковник ВВС в отставке.

Первое, что бросается в глаза буквально с первых страниц книги, это любовь автора к шуткам про дефекацию, секс и половые органы. Вопрос о том, как космонавты ходят в туалет в невесомости, мелькает практически в каждой передаче или статье, посвященной быту на орбите, но просто прочитайте эту книгу, и подобных вопросов уже не останется.

Второе, в чем не откажешь автору, это искренность и открытость по отношению к читателям. Много страниц посвящено не только личным целям, удачам и неудачам, но и в принципе самой программе шаттлов, руководству отдела астронавтов (если вдруг вы не любите своего начальника в офисе, всегда можно уйти к конкурентам, но если вы хотите летать в космос, никакой перспективы сменить руководство нет, даже

если это самое руководство обожает власть и отбирает астронавтов в полеты, руководствуясь неизвестно чем), в конце концов — собственной семье автора и его мотивации вступить в брак.

Основой концепции шаттла стала возвращаемость (первые ракеты, уносящие грузы на орбиту, были одноразовыми). Он состоял из трех основных частей: твердотопливных элементов, работающих в самом начале старта, затем отваливающих и падающих в океан, где их вылавливали, а потом использовали снова; внешнего топливного бака с водородом и кислородом (он отсоединялся позже и сгорал в атмосфере); корабля-планера (он выходил на орбиту, служил там базой для исследований, и на нем же астронавты летели назад, подсказка: планер — безмоторный летательный аппарат). В СССР сделали аналог — «Буран», но у него был лишь один беспилотный полет.



Шаттлы эксплуатировались с 1981 по 2011 год, совершили 135 рейсов (все с экипажем). Изначально планировалось больше, однако эти корабли оказались не так дешевы в обслуживании, как того ожидало НАСА. М. Маллейн рассказывает: многочисленные службы подготовки следующих стартов постоянно работали в авральном режиме, практически все подразделения просили дополнительное финансирование и персонал. Однако изначально НАСА обещало шаттлы как самокупаемую программу по доставке грузов (планировалось, что на полеты будет хватать денег, которые коммерческие компании и военные ведомства станут платить за вывод спутников на орбиту).

Случилось две катастрофы: «Челленджер» (англ. Challenger, «Бросающий вызов») — на старте произошел взрыв из-за дефекта уплотнительного кольца твердотопливных ускорителей, однако кабину с экипажем не разорвало взрывом, они погибли, ударившись об океан на скорости более 300 км/ч; «Колумбия» (англ. Columbia) — сгорел при входе в атмосферу из-за того, что теплоизоляционный слой углепластика был пробит еще при взлете куском теплоизоляционной пены размером с портфель.

Автор пишет, что дефекты, из-за которых погибли экипажи «Челленджера» и «Колумбии», были известны НАСА и компании «Тиокол» (англ. Thiokol, производитель твердотопливных элементов)

практически с самого начала, но их назвали «приемлемым риском». А еще в шаттлах не было системы аварийной эвакуации команды, если что-то пойдет не так: ни катапультирующихся кресел, ни парашютов — ничего. Стоит также добавить, что твердотопливные элементы — это такая штука, которая, если уж начала работать, то всё, до полной выработки топлива: нельзя закрыть заслонку, перенаправить горячее к другим двигателям. Астронавты программы «Спейс шаттл» были очень смелыми людьми. В частности, например, Маллейн описывает проблему с теплоизоляционной пеной и хрупким углепластиком, ставшей затем причиной смерти экипажа «Колумбии», в последнем своем полете в космос на шаттле «Атлантис».

Третье, что отличает автора — сексистские шуточки. В конце книги Маллейн говорит, что женщины из отряда космонавтов очень сильно повлияли на его оценку женщин вообще, в частности сильное воздействие оказала его коллега Джудит Резник (англ. Judith Arlene Resnik): они были назначены с Майком Маллейном вместе в их первый полет в 1984-м, в 1986 году она погибла на «Челленджере».

Автор пишет, что понял: у женщин есть свои мечты и планы, они могут трудиться с полной самоотдачей, готовы работать в физически тяжелых условиях и не просить поблажек, например при имитации выхода в открытый космос в бассейне или отработке приземления на воду, когда сверху на тебя же приземляется парашют. И честно признается, что на первых порах в отряде астронавтов он и другие военные скептически относились к гражданским специалистам, прошедшим отбор, особенно к шести женщинам.

Шеннон Лусид (англ. Shannon Matilda Wells Lucid) — на момент отбора в отряд у нее было трое детей — слетала в космос пять раз, третий, четвертый и пятый раз были подряд, на сегодня это рекорд, который никто не превзошел.

Салли Райд (англ. Sally Kristen Rid) — первая американка в космосе, летала два раза, принимала участие в расследовании инцидента с «Челленджером», кстати, при ней военные, по признанию М. Маллейна, держали фонтан сексистского красноречия при себе.

Джудит Резник — при подаче заявления в НАСА ей сказали, что шансов у нее мало, раз она не пилот. Джудит в ответ быстренько научилась водить самолет. Она погибла во втором полете.

Кэтрин Салливан (англ. Kathryn Dwyer Sullivan) — первая женщина в открытом космосе, три полета на шаттлах.

Маргарет Седдон (англ. Margaret Rhea Seddon) — на М. Маллейна произвел особое впечатление ее девятидесятилетний живот, упирающийся в ручку тренажера полетного задания, летала в составе трех миссий.

Анна Фишер (англ. Anna Lee «Tingle» Fisher) — первая мать, побывавшая в космосе, один полет.

Между тем, по мнению М. Маллейна, самые классные феминистки

в его описании — те, над которыми можно сексистски пошутить.

Четвертое, чем выделяется Майк Маллейн — простой и живой язык. Здесь нет скучных оборотов и утомительных технических описаний, высокопарных фраз и длинных предположений — только обычная человеческая история. Будто сидишь у костра, а твой товарищ по походу, выпив чаю со сгущенкой и указывая на звезду в небе, говорит: «Хе-хей, я видел ее гораздо ближе, чем ты». Думаю, это заслуга как автора, так и переводчицы русского текста Игоря Лисова и редактора Розы Пискотиной.

И наконец, главное, чем хороша эта книга, — история, от которой невозможно оторваться. Когда Майк Маллейн был маленьким, СССР запустил первый спутник, а когда он вырос — люди уже летали на орбиту по несколько раз в год.

Удивительные темпы развития техники, примеры смелости и любви к работе и немного становления и укрепления феминизма в одном отделе взятом отряде астронавтов (хотя я до сих пор подозреваю, что автора заставили написать про женщин из соображений политкорректности). Это история программы «Спейс Шаттл», история человека, который провел в ней много лет, садился в корабль, зная о его конструктивных недостатках... но, прежде всего, любил космос. Это история о космосе со всей его смертоносностью и одновременно красотой.

Юлия Позднякова  
Рисунки автора

АНОНС

## ВЫШЛА КНИГА «ВЫДАЮЩИЕСЯ НОВОСИБИРЦЫ»

В историко-биографическом сборнике повествуется о людях, чьи имена скрывались под грифом секретности, а истории уже известных деятелей дополнены новыми фактами.

В первую книгу биографического сборника «Выдающиеся новосибирцы» вошло 14 очерков. Это интересные и познавательные жизнеописания людей, чьи судьбы были неразрывно связаны с историей развития Новосибирска. Здесь собраны интересные факты из жизни таких известных персон, как Виктор Толоконский, Герш Будкер, Юрий Магалиф, Евгений Мешалкин. Также общественности представлены новые имена: Анатолий Ветошко, Владимир Гайслер, Николай Прокопенко и другие — те, кто дал нашей стране надежную оборону.

Вводя новые персоны, авторы хотят восстановить историческую справедливость и показать, что «наравне с политиками, учеными, врачами и художниками могут стоять и те, кто изобретал оружие на благо мира и процветания своей страны».

Соб. инф.