



НАУКА И ЖИЗНЬ

ISSN 0028-1263

10

2025

● Развитие живой природы отражает «биографию» нашей планеты — в каменной летописи ● Это уверенность или предположение, что люди с Земли будут управлять миссией в космосе стратегически, а тактические задачи ИИ будет решать сам? ● Природа не всегда прячет свои сокровища в мало-доступных местах...



НАУКА И ЖИЗНЬ

В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ



ДЛЯ ТЕХ,
КТО ЛЮБИТ
ЧИТАТЬ
С ЭКРАНА

РЕДАКЦИОННЫЙ
ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН:
www.nkj.ru/shop/773/
(подписка и отдельные номера)



ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ
ЖУРНАЛА

Читайте в приложениях для мобильных устройств:
PRESSA.RU • ЛитРес • Строки • Kiozk

www.nkj.ru

e-mail: subscribe@nkj.ru

В Н О М Е Р Е :

- А. КОПАНИНА, канд. биол. наук — **Жизнь начинается с растений** (беседу ведёт Н. Лескова) 2
- М. КОВАЛЕВ, канд. техн. наук — **Окаменелости — у порога** 16
- М. КОПАТИЛОВА — **Яша выручил** 19
- А. ПОНЯТОВ, канд. физ.-мат. наук — **Искусственный интеллект смотрит в небо** 20
- Рефераты (подготовил Л. Ашкинази) 34
- ИИ — иллюзия интеллекта? (в диалоге К. ВОРОНЦОВ, докт. физ.-мат. наук и Н. ЛЕСКОВА, спецкор журнала «Наука и Жизнь») 36
- Вести из институтов и экспедиций**
- Установка для выращивания полупроводников в космосе (48). Е. ЛУКАШЕВИЧ, канд. биол. наук — **Когда комары научились жить на стремнине?** (50).
- Л. АШКИНАЗИ, Н. СЪЯНОВА — **Что видим? Нечто странное! Простые, сложные и загадочные, а также Восемь неизвестных** (ответы и решения) 106
- А. ПЕРВУШИН — **Наука в фантастике: эпизоды истории. Люди среди богов** 110
- Ответы на кроссворд с фрагментами** (№ 9, 2025 г.) 123
- Кроссворд с фрагментами** 124
- А. ВОРФОЛОМЕЕВ — **Устаревшие технологии** (фантастический рассказ) 126
- Маленькие хитрости** 131
- А. КУРЛОВИЧ — **Учимся понимать наши растения. О поливе** 132
- Н. ЕСИПОВИЧ — **Мы длинной вереницей идём за Синей Птицей...** 137

И вдруг мы услышали удивительную мелодию, больше похожую на пение свирели или флейты, чем на голос птицы. Это было так невероятно красиво, что я влюбилась в певца, даже не зная ещё, кто издаёт такие волшебные звуки. «Синяя птица поёт», — сказал наш гид. Я даже не удивилась — конечно, только сказочная птица может так петь...

Потом в лесу нам ещё несколько раз встречалась синяя птица, и каждый раз я отчётливо понимала, что вижу настоящее, неподдельное чудо!

НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр. — Окаменевшие обитатели древнего океана. Однажды случайно — подобно тому, как рассказано в заметке «Окаменелости — у порога» (см. стр. 16), — сотрудник журнала «Наука и жизнь» нашёл в Подмосковье на обочине дороги это послание из глубин истории Земли. Возможно, кораллы *Actinocyathus*. Фото Максима Абаева.

Внизу: Робот, киногерой, воплощённое художником сновидение?..

Изображение сгенерировано с помощью нейросети ideogram.ai автором статьи «Искусственный интеллект смотрит в небо» Алексеем Понятовым. (См. стр. 20.)

4-я стр. — Какие же это синие птицы и в каких горах они живут? Фото Натальи Есипович. (См. её статью на стр. 137.)

Н. ШЕВЫРЁВА — **Позвольте представить: виноградовник** 100



НАУКА И ЖИЗНЬ®
№ 10 О К Т Я Б Р Ъ **2025**

Журнал основан в 1890 году.
Издание возобновлено в октябре 1934 года.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ



Остров Чирпой, верхняя граница растительности на молодом лавовом потоке извергающегося (туман с газовыми выбросами) вулкана Сноу. Сбор образцов кустарничков на структурный анализ. Видны пятна и компактные куртины шикши сибирской (*Empetrum sibiricum*), кассиопеи (*Cassiope lycopodioides*), лаузелеурии ползучей (*Loiseleuria procumbens*).

Поэтому мы сотрудничаем с ними на стыке нескольких специальностей: гидрогеохимии, минералогии, геоморфологии. Работаем с коллегами и из других институтов Российской академии наук. Наша задача — понять, как растения адаптируются к стрессовым условиям магматических и грязевых вулканов.

— **И что удалось узнать?**

— Мы обращаем особое внимание на ткань растений, которая перераспределяет органические вещества, прежде всего углеводы, синтезируемые в хлоропластах. Ткань эта называется «флоэма». Находится она в тонкой части стеблей и стволов древесных растений — в коре. Если проводить грубую аналогию с человеком, то, с одной стороны, это пищеварительная система растений, а, с другой стороны,

ЖИЗНЬ НАЧИНАЕТСЯ С РАСТЕНИЙ

Рассказывает Анна КОПАНИНА, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией экологии растений и геоэкологии Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск).

Беседу ведёт Наталия Лескова.

— Анна Владимировна, я знаю, что ваша лаборатория занимается экологическими исследованиями, но что конкретно они собой представляют?

— Мы изучаем методами световой микроскопии структурные особенности древесных растений, которые произрастают в условиях вулканических ландшафтов. Подчеркну: именно вулканических. Потому что территория Сахалина и Курильских островов находится на стыке крупных

тектонических образований — литосферных плит. Фактически это зоны выхода подземного флюида на земную поверхность. Вещество из недр Земли, которое выходит на поверхность в этих зонах, оказывает определяющее влияние на состав и флоры, и фауны, в том числе на формирование отдельных природных комплексов. Эти процессы идут миллионы лет. Многие ботаники и зоологи считают такие зоны «инкубаторами» новых видов: экс-

тремальные условия создают стресс, к которому организмы вынуждены адаптироваться, что со временем может приводить к образованию географических и экологических рас.

— **Получается, вулканизм способствует видообразованию?**

— Да. Одна из гипотез происхождения жизни предполагает, что первые органические молекулы формировались вблизи гидротермальных источников и вулканических структур в первичном «бульоне». Нашу задачу экологических исследований мы сформулировали достаточно давно: мы хотели быть ближе к нашим геологам и геофизикам.

Анна Владимировна Копанина.



и кровеносная. Было замечено, что она очень чутко реагирует на изменения среды. Строение этой ткани, которая долгое время не пользовалась популярностью у исследователей, мы и стали изучать. В ней можно заметить изменения в течение одного вегетационного сезона, если случился, например, какой-то парогазовый выброс. Нас интересовали растения, которые долго живут в условиях стресса, поэтому мы сосредоточились не на травах, а на долгоживущих — кустарниках и деревьях.

Мы обнаружили, что у древесных растений в условиях стресса структурные элементы флоэмы — ситовидные трубки — становятся гораздо шире и перегородок в них оказывается меньше. Это адаптация к вулканическому стрессу, так как такая ткань гораздо легче переносит все жизненно важные вещества по телу растения. И, возможно, эти изменения носят не случайный характер, а закономерный, выработанный временем, даже, может быть, в течение сотен лет. Вероятно, такое приспособление имеется у нескольких видов

кустарников и деревьев. Пока его удалось обнаружить и детально изучить у одного древесного вида — берёзы каменной (Эрмана), у одной лианы — токсикодендрона восточного и у кустарника — спиреи Бовера. У них выявлена схожая тенденция в трансформации углеродных транспортных путей в коре.

Для исследований нам надо было найти такой вид, который широко представлен в вулканических ландшафтах (грязевых и магматических вулканов) островов и в то же время произрастает вне этого воздействия в естественной среде. Каменная берёза этим условиям соответствует: она встречается на Камчатке, на южных Курильских островах, на Сахалине, в Японии и Корее, там, где ярко выражено влияние на климат океана. Эта берёза из довольно древней секции костатных (ребристых) берёз приспособлена к субтропическому влажному климату, причём, благодаря экологической пластичности, выносит и суровые зимы, но всё же с влажным воздухом и обилием снега. Известно, что в



Фото Андрея Афанасьева

Подготовка образцов древесных растений для структурного анализа транспортных тканей. За работой старший научный сотрудник лаборатории экологии растений и геоэкологии ИМГиГ ДВО РАН, кандидат биологических наук Инна Ивановна Власова.



Фото Анны Копаниной

*Низкорослые формы
лиственницы
(*Larix gmelinii*)
вблизи грифонных
групп Главного
Пугачёвского
грязевого
вулкана.*



Фото Анны Колпаиной (4)

Цветение лука Максимовича (*Allium taximowiczii*). Главный Пугачёвский грязевой вулкан.

условиях стресса она может менять свою форму роста — превращаться из дерева в крупный кустарник, поскольку из-за недостатка питания не способна перераспределить ресурсы в большом теле. Поэтому результаты, полученные нами для разных вулканических местообитаний этого вида на Сахалине и Курильских островах, были интригующими. Ткань, которая определяет перенос синтезированных углеводов, флоэма, в теле низкорослых берёз на грязевых и магматических вулканах максимально расширяется. Вокруг её проводящих элементов образуется много паренхимы — зон запасных питательных веществ и, конечно, воды, которой так не хватает растению в условиях вулканического стресса. Для растений это состояние называется физиологической засухой.

— **Может ли растение измениться генетически и стать другим видом?**

— Конечно. Но на это нужно время. Например, для грязевого вулкана Пугачёвский, самого крупного на Сахалине, достаточно активного по последним данным, характерно произрастание видов растений, которые больше нигде в мире не встречаются. Например, щучка Цвелёва, горечавочка Сугавары и примула сахалинская. Это эндемики вулкана Пугачёвский. Для такой маленькой территории (площадь группы Пугачёвских вулканов 4—5 км²)



Цветение горечавочки Сугавары (*Gentiana sugawarae*) — эндемика Пугачёвского грязевого вулкана.

наличие нескольких эндемиков — уникальный случай. Понятно, что есть виды, которые на них похожи, — на Сахалине, в других частях Охотоморского региона, на Дальнем Востоке, но данный вид растения представлен только на этом вулкане. Эндемизм носит видовой характер, это не род и не целое семейство.

Одно из направлений наших исследований — анализ микрокомпонентов в тканях растений, в том числе рассеянные химические элементы, попадающие из вулканической среды в состав тела растения. Высокие концентрации в теле растений таких элементов, которых много в вулканическом субстрате, свидетельствуют о геохимическом стрессе, значит, растение в состоянии физиологической засухи и вода ему мало доступна. Кроме того, высокие концентрации целого ряда химических элементов имеют на метаболизм растений прямые воздействия.

— **Является ли геохимический стресс движущей силой трансформации растений, формирования новых экологических форм?**

— Над этим вопросом мы с командой плотно работаем, ищем ответы. Далеко не каждый вид растений способен с таким стрессом справиться, особенно среди многолетников, деревьев и кустарников, которые на протяжении многих лет

вынуждены с ним бороться. Одинаково губительны как избыточное увлажнение, когда плохо поступает кислород и растение задыхается, не может обеспечивать поступление других ионов в своё тело, так и состояние физиологической засухи, когда вода растению недоступна. Всегда есть границы, в которых растение выживает, а есть условия в их пределах, оптимальные для жизни. И доступность воды — ключевое условие жизни.

— **Как ваши исследования связаны с климатологией? Вы видите изменения климата?**

— В какой-то степени — да. Мы смотрим на процесс адаптации растений в условиях Сахалина достаточно широко, поэтому у нас есть сборы растений с не затронутых вулканической деятельностью ландшафтов. В этом плане Сахалин — очень интересная территория, это такой логистический узел в флористическом плане: с юга с нами граничит субтропическая флора, а с севера — арктическая. В истории Сахалина были столетия, тысячелетия тёплого или холодного климата. Подступали потепления — росли более теплолюбивые виды. Начинались похолодания — приходили

виды с севера. Кроме того, ещё сухопутные связи с Северной Америкой обеспечивали приход североамериканских видов, и они до сих пор представлены достаточно ярко во флоре наших островов. Но охлаждающее влияние Охотского моря позволяет

*Щучка Цвелёва (*Deschampsia tzvelevii*) с плодами — эндемик Пугачёвского грязевого вулкана. Пионер на изверженной вулканом брекчии.*



Главный Пугачёвский грязевой вулкан, остров Сахалин. Граница свежей изверженной брекчии (извержение сентября 2021 года) и грязевых полей более старых генераций, занятых разреженными группировками щучки Цвелёва и её пионерным сообществом на дальнем плане.



сегодня удерживаться и холодолюбивым видам. А в определённых природных комплексах — рефугиумах — теплолюбивым. Они сохраняются в сопках на юге Сахалина, где тёплое течение Курисио даёт возможность выживать представителям более тёплой бореальной флоры.

— **Почему именно Сахалину всё это свойственно?**

— Тут важно сочетание целого комплекса условий на наших островах: тепловое довольствие умеренного пояса, определяемое географической широтой; поступление эндогенного флюида и тепла в разломной зоне северо-западного сектора Тихоокеанского огненного кольца; сухопутные связи в геологическом прошлом с Азиатским и Северо-Американским континентами и, наконец, холодная окраина Тихого океана. Охотское море учёные называют холодильником, ведь льды держатся у восточно-сахалинских берегов до начала лета. Мы уже не тёплая страна, но ещё и не холодная. Например, как раз за счёт охлаждающего влияния Охотского моря на Сахалине проходит широтная граница леса. Лес разреживается, сменяется криволесьем и кустарниковыми сообществами.

— **Мы говорим о региональных явлениях климатического характера. А если говорить о глобальном потеплении, которое у всех на слуху, — здесь вы видите какие-то эффекты?**

— Для этого нужны большие объёмы инструментальных данных и большие времена. Поскольку прямым образом это не является предметом моих исследований, я могу лишь порассуждать. В научной литературе имеются исторические данные и данные инструментальных наблюдений, которые интерпретируют различным образом на разном масштабе времени. Есть оценки по данным расчётных климатических моделей, что ещё около 100 лет мы проживём в условиях тёплого периода. Такие условия могут привести к тому, что ряд более теплолюбивых видов, в том числе древесных, смогут мигрировать с юга к нам на остров, что уже было не раз в геологическом прошлом, а северные останутся только в высокогорьях, где будет холоднее.

— **Может быть, на вулканах появятся суккуленты? Ведь им практически не надо воды...**

— Да они и так растут. Можно увидеть признаки суккулентности очень у многих наших растений — там, где растениям надо как-то выживать в условиях недоступности воды из-за засоления почвы. Например, полынь илистая с вулкана Пугачёвский имеет признаки суккулентности: у неё утолщённые за счёт паренхимы, очень мелкие рассечённые листья (вся розетка листьев около двух сантиметров по высоте).

Суккулентность — что это такое? Это особое анатомо-физиологическое свойство растений, заключающееся в способности накапливать и удерживать значительное количество воды в специализированных тканях — водоносной паренхиме. У типичных суккулентов (растений пустынь) утолщённые листья или стебли (иногда оба органа), внутри которых клетки содержат крупные вакуоли, заполненные водой с растворёнными в ней солями и органическими веществами. Такой «водный запас» позволяет переживать длительные периоды засухи или существовать в условиях, где вода малодоступна из-за высокого содержания солей в почве.

Вообще, паренхима растений — это самая универсальная ткань: в её клетках много хлоропластов. Эта ткань предназначена для питания (синтез углеводов в зелёных хлоропластах), воздушные полости между клетками обеспечивают запас кислорода для дыхания при заболачивании или затоплении, много капель масла или зёрен крахмала в клетке — и это уже запас питательных веществ на долгое хранение в семенах, подземных многолетних органах или стволах деревьев и т. д. Так что кактус в пустыне запасает очень много воды в своём почти шарообразном стебле, ведь листья у него превратились в колючки.

— **А откуда он её берёт и запасает, если её нет?**

— Сезон дождей. В сезон ливневых осадков растения максимально и очень быстро затягивают в свой организм воду, накапливают, удерживают её в вакуолях. А вот для накачивания своего тела водой



Грифон с изливающейся брекчией в центре Южно-Сахалинского грязевого вулкана.



Фото Анны Колпаниной (2)

Южно-Сахалинский грязевой вулкан, последствия последнего крупного извержения 2020 года. Поток брекчий, сформировавший плотину на реке Алат. Погибшие и повреждённые деревья каменной берёзы (*Betula ermanii*).



Угнетённые редкие группы берёзы плосколистной (Betula platyphylla) и кедрового стланика (Pinus pumila) на берегу вулканического озера Кипящее среди сольфатарных выходов в кальдере вулкана Головнина, остров Кунашир.

растениям необходимы соли, поскольку во многом растения функционируют как осмотические системы.

— Каково влияние человека на процессы, которые вы изучаете?

— Безусловно, Сахалин очень активно развивается, особенно его юг, поэтому мы видим, что влияние человека на растительные комплексы существенное. У нас очень много обезлесенных пространств. Это реалии, в которых мы живём, поэтому наша задача, как мы её видим, — понять, какие растения наиболее приспособлены к сложным сахалинским условиям, и дать рекомендации для лесопользования, сельского или зелёного хозяйства. Но тут надо понимать, что фундаментальные исследо-

вания не быстро переходят в практическую плоскость.

— Слушают ли ваших советов?

— Скажем так: мы говорим. А дальше вступают условия экономической выгоды. Необходим результат, здесь и сейчас. Это касается не только Сахалина — можно говорить о России вообще и о мире в целом. Хочется быстрого эффекта — очень тяжело вкладывать средства и развивать сегодня то, что будет иметь отложенный результат, через 10—15 или 30—40 лет. Поэтому, например, в озеленении городов и парков по всей России массово сажают быстрорастущие виды, выращенные в условиях Восточной Европы. Очевидно, что на Дальнем Востоке, и особенно на наших

островах, такие растения не смогут прижиться и адаптироваться. Скорость роста в условиях стресса очень небольшая — это характерно для многих растений нашего региона. Деревья у нас не достигают такой высоты, как на материке. Даже если виды деревьев из чужих регионов дают здесь всплеск роста, то через 2—3 года в наших условиях они всё равно погибают, так и не перестроив свою жизненную стратегию. Трудно назвать такой подход в озеленении экономически эффективным.

— Деревьев-великанов у вас нет...

— Нет. Но у нас есть травы-великаны.

— А почему так?

— Потому что дерево должно распределить свои ресурсы на большое тело и на долгие годы. У травы совсем другой подход: она может вложить все ресурсы в большое тело в один вегетационный сезон, если обладает нужным физиологическим механизмом роста и метаболизма. А вот пережить долговременный вулканический стресс такая жизненная стратегия растений высокотравного комплекса уже не может. Тут нужна, вероятно, другая физиология. На протяжении длительного времени, пока формируется экологическая форма внутри вида — на протяжении тысячелетий, миллионов лет, — оказывается, что в условиях стресса эффективнее расти медленнее, распределять ресурс равномерно, обязательно что-то выводить в запас. А для этого нужно не только выносить большие листья к солнечному свету и расти в высоту — надо вырабатывать новые механизмы в сложных условиях среды, чтобы добыть воды, а ещё надо конкурировать с другими за свет и ресурсы. Если

Побеги берёзы плосколистной (Betula platyphylla) в зоне поражения извержения Южно-Сахалинского грязевого вулкана 2020 года (слева) и из близлежащего леса (справа).





Скол коры каменной берёзы (*Betula ermanii*) для анатомических исследований транспортной углеродной ткани — флоэмы.

мы поймём, что геохимический стресс действительно играет существенную роль в процессах адаптации растений в вулканических ландшафтах, это многое объяснит в экологии растений. Вообще, вулканический ландшафт можно назвать моделью для изучения климатических изменений и глобального потепления в частности, ведь оно ассоциировано с недоступностью воды для растений...

— ...и наконец понять, есть оно или нет!

— Может быть. Если есть, оно нам грозит не только тем, что жарко и вода испаряется со всех поверхностей, в том числе растений, но и тем, что высокие температуры определяют физиологические границы метаболизма у растений. Последними исследованиями было показано для тропических деревьев, что порог фотосинтеза, когда в хлоропластах нарушаются все метаболические процессы, — это температура листа 42,6°C.

— И выше этого порога они не фотосинтезируют?

— Всё, растение погибает. Очень чувствительными являются все метаболические белки. Даже если есть вода и солнечного света более чем достаточно, именно из-за того, что наступает этот порог, растение погибает. Интересно, что для человека порог жизни примерно

такой же — 42,6. А наша исследовательская территория — это порог холодовый и соляной. Для растения 15 градусов — это оптимально, 5 градусов — нижний порог для работы флоэмы. Почему флоэму всегда называли живой тканью, в отличие от сосудов древесины: её проводящие элементы — ситовидные трубки имеют перегородки, которые в какой-то степени можно назвать сердцами растений. У нас оно одно, а у растений их миллионы. Они (плазмодесмы) являются ультраструктурными образованиями мембран клеточных стенок, доступными к визуализации только методами электронной микроскопии. И как только наступает нижний порог температуры, они сжимаются, останавливая транспортный поток водных растворов питательных веществ в коре. Принцип их работы пульсирующий, как у сердца. Состоят они из миозиновых субъединиц (шариков), объединённых в сфинктер (колечко), аналогичный мышечному волокну. Собственно миозин — это мышечный белок, отвечающий за сокращение и пульсирующую работу структур, которые им образованы, и он также оказывается очень чувствительным к различным стрессам, как у растений, так и у животных: холодовому, окислительному, химическому. Во многом благодаря этой структурной особенности растения так остро и быстро реагируют на внешние стимулы. Мы и растения на самом деле не так сильно отличаемся друг от друга, если смотреть на уровне клетки. Дышат они так же — кислородом, это происходит в митохондриях. Они так же реагируют на окислительный стресс, который так же усугубляется с годами. У них тоже есть программные (генетические) ограничения по продолжительности жизни, особенно у деревьев.

— Тем не менее существуют деревья-долгожители, которые тысячи лет могут жить. У вас есть такие?

— У нас тис — одно из наиболее древних по происхождению и долгоживущих растений. Его ствол с возрастом очень сильно прогнивает внутри из-за бактериальных и грибных заболеваний, образуются пустоты, дупла и т. д. Из-за этого у таких деревьев истинный возраст установить очень тяжело. Фактически живое тело остаётся в виде

тонкого кольца с корой, и такое растение очень долго живёт.

— Существует представление, что деревья-долгожители практически бессмертны — они погибают, обрушиваясь под тяжестью своего веса либо если в них попала молния, а так жили бы себе и жили вечно.

— Это не так. Видимо, нет ничего живущего вечно. Жизнь — это всегда цикл. Мы рождаемся, может быть, для того, чтобы прожить насыщенную жизнь и стать частью чего-то большего, как дерево является частью целого биогеоценоза — леса. Или одиночное дерево является частью более короткой по жизненному циклу экосисте-

мы — луга. Растения, как и мы, социальные существа. Растения одного вида, например деревья в лесу, переплетаются и сростаются корнями, их транспортные системы тоже имеют зоны общего использования. Современные исследования показывают, что флоэма является ещё и информационной системой для растений.

— Как с её помощью коммуницируют растения, как передают информацию?

— Это передача химической информации через транспорт по флоэме коротких соединений: гормонов, сигнальных молекул белков, белков стресса и подобных соединений. Так, на пне в лесу формируется активная поросль не только за

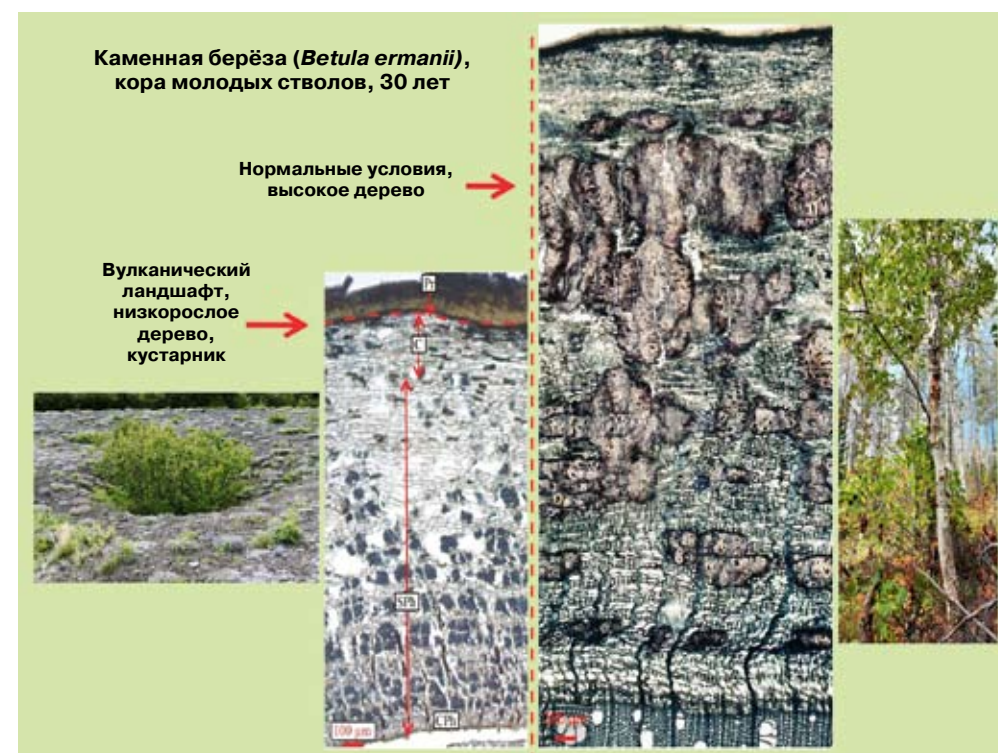


Схема коры каменной берёзы. Слева кустарниковая форма каменной берёзы из кальдеры вулкана Ксудач (Южная Камчатка) и микрофотография поперечного среза её коры. Справа — фото дерева из предгорья Сусунайского хребта с горы Острая (Южный Сахалин) и микрофотография поперечного среза коры. Микрофотографии коры выполнены в одинаковом масштабе — 100 мкм. Видно, что в стрессовой вулканической обстановке каменная берёза приобретает низкорослую форму и толщина её коры существенно меньше.

Фото и схемы Анны Копаниной. Микрофотографии выполнены Анастасией Тальских в лаборатории экологии растений и геоэкологии ИМГиГ ДВО РАН.

счёт питательных веществ, которые есть в корневой системе этого дерева, но и благодаря стоящим рядом живым деревьям. Лес — это в какой-то степени единый сетевой организм, и не последнюю роль в этом играют грибы.

— Грибы коммуницируют с растениями или только друг с другом?

— С растениями тоже — они живут на них. Это симбиотики — микоризообразователи. Сегодня показано, что практически все наземные растения имеют микоризу. Изначально это была паразитическая форма, да и сейчас среди грибов много паразитов. Роль микоризы для наземных растений чрезвычайно важная, прежде всего, это улучшение минерального питания, так как грибные гифы проникают в почву глубже, они тоньше, чем корневые волоски растений, и эффективно поглощают воду и минеральные вещества. Поэтому микориза помогает растениям выживать при засухе, засолении, низких температурах. Мицелий гриба образует физический барьер вокруг корней и вырабатывает антибиотические соединения, препятствуя проникновению болезнетворных грибов и бактерий. При этом растение даёт доступ к своей транспортной сети — флоэме, насыщенной углеводами. Так между ними образуется экологическая «сеть связи», своего рода «подземный интернет» леса, где информация передаётся через химические соединения, в водных растворах это происходит за несколько секунд на расстояние нескольких метров.

— Вот пришёл сигнал стресса — что дальше?

— Растение изолирует зону, если произошло нарушение целостности его тела. У растений здесь предусмотрен определённый механизм. Закрываются, схлопываются все плазмодесмы, и водные растворы питательных веществ здесь, в этой зоне, не проходят. И, наоборот, метаболически активизируются зоны на границе этого повреждения. Вообще растение очень изолировано от окружающей среды, как и мы. У него совершенно другой уровень давления, в отличие от окружающей среды. И даже лёгкий прокол — это, образно говоря, «разгерметизация салона». Поэтому надо сразу всё быстро заделать. Эта реакция

очень быстрая: на любое вторжение патогена (вируса, бактерии), человек прошёл и палкой стукнул — сигнал передаётся моментально.

— Вам, наверное, с таким пониманием, как живёт и что чувствует растение, труднее и в то же время интереснее, чем другим людям. Признайтесь: вы разговариваете с кактусами, которые растут в вашей лаборатории?

— Мы стараемся относиться к ним бережно. Всё же это иная форма жизни. Стараемся лишнего в природе не брать, только самое необходимое.

— Вы сказали, что растения могут коммуницировать не только между собой, но даже с другими формами жизни — такими, как грибы. Как такое возможно?

— Растение как форма жизни — это продукт взаимоотношения. Сегодня вообще на клетку смотрят иначе: не как на отдельную форму (клеточная теория потихоньку начинает сдавать свои позиции), а как на систему сетевой организации тела крупных животных и растений. То есть клетка как необходимость что-то структурировать для конкретной задачи. А если такая задача — в передаче информации или вещества на большие расстояния, то эта клетка, как считали, превращается в другие структуры. Но на это можно посмотреть и с другой стороны: не являются ли эти структуры необходимыми для формирования связей? То есть первичны, возможно, связи и функции, а не их структуры. Растения — на нашей планете единственные синтезируют органическое вещество из неорганической формы, из углекислого газа и воды при улавливании кванта света. Больше никто так не умеет, кроме как они. Так вот, их тело сформировалось в процессе борьбы бактериальных клеток. Была некая бактерия, а потом другая, которая могла фотосинтезировать. И она в дальнейшем превратилась в хлоропласт.

Ещё один большой скачок — это выход на сушу. Воды нет, вода в почве, вне среды. Поэтому органы питания, формирование, улавливание света вынеслись на поверхность — сформировался лист. А под землёй нужно было более эффективно засасывать воду. Вторая бактерия, которая тоже считается симбионтом, за счёт которой мы

все дышим, — это митохондрия. Предполагается, что это раньше были разные организмы, но они соединились в растении. Что тут первично, непонятно: мы сначала вырабатываем энергию и дышим — либо наоборот? До сих пор это вопрос.

— То, что это разные процессы, определили по ДНК?

— Да. Ядерная, митохондриальная и хлоропластная ДНК — это всё разные пути, и они даже дают эволюционный след разный, потому что они заточены под разные функции: хлоропласт — под питание, а митохондрия — под выработку энергии. А ядерная — она всеми этими делами управляет. Всё это собралось в какое-то время, очень долго развивалось в воде, очень долго на клеточном уровне налаживались эти связи. И когда они наладились, то растение вышло на сушу, но здесь надо каким-то образом добывать воду там, где её особо-то и нет: либо очень много солей, либо сухо. Тут на помощь приходят грибы — это тоже форма жизни, которая существовала в воде. Я не так хорошо знаю их эволюционные линии, но тем не менее и водных грибов очень много, в том числе морских. Растение начинает пользоваться, впускать в свою флоэму, подпускать к ней, давать углеводную подушку для гриба. А грибы обладают гораздо большей способностью вытягивать воду, соли, в том числе кислород, растворённый в воде. И сегодня уже практически нет никаких растений, у которых бы не было сожительства, или микоризма, с грибами. Это доказано.

— А с животными невозможна никакая коммуникация?

— Почему же. А тли? Когда растение весной очень активно растёт, например берёза, то вырабатывается колоссальное

количество органического вещества, плюс ещё оно выгружает зимние запасы — всё это поднимается, давление огромное, оводняется для роста. В молодых органах формируется большой объём фотосинтетической продукции — она, можно сказать, лишняя. И тли просто облепляют берёзу. Пока эпидерма* очень тоненькая, они прокусывают паренхимные клетки и тоже подключаются к углеродной сети растения, как бы высасывая излишки. У растения очень хорошо работает осмотический насос: здесь уменьшилось, значит, вода с ещё большей скоростью поднимается вверх. Потом тли исчезают — эпидерма покрывается толстым слоем кутикулы, замещаются вторичные покровные ткани, формируется перидерма**. И это, конечно, не единственный случай такого симбиоза. Я просто привожу пример.

— И всё-таки с человеком не может быть никакой реальной коммуникации? Некоторые люди обнимают сосну или берёзу и говорят, что «слышат» их. Вы думываете?

— Мы, как и все на этой планете, сложно организованные, а ещё у нас есть очень сильно развитый, в отличие от других животных, социальный слой. Безусловно, мы одушевляем очень многое в природе. Может быть, это наш способ взаимодействовать с ней. Но профессионально я, конечно, больше за химию.

— Значит, каких-то биохимических механизмов вы тут не обнаружили?

— Это не предмет наших исследований, хотя интересно было бы. Растение для нас, для консументов, которые не могут синтезировать сами органическое вещество, а могут только его потреблять, значит очень много. Растение является основным пищевым ресурсом. И оно пищевой ресурс для животных, которых мы тоже употребляем в пищу. Пищевые связи — это не так мало. Это и ценные биологически активные вещества, которые необходимы для того, чтобы к нам поступали различные мелкие соединения, металлы. Это всё источники живой среды. Растения стали для нас теми организмами, которые переводят вещества из неживого состояния, из минеральной оболочки, в нашу среду живых организмов. Растения — это первоисточник жизни.

* Эпидерма — первичная покровная ткань высших растений, прозрачная, поэтому сквозь неё видны ткани, расположенные глубже. Часто это фотосинтезирующие ткани, содержащие хлоропласты, поэтому органы растений, покрытые эпидермой, — зелёные.

** Перидерма — ткань, приходящая на смену эпидерме в долгоживущих органах растений. Сложная, то есть состоит из нескольких тканей: пробки, или феллемы, — снаружи и феллодермы внутри, а формирует их пробковый камбий — феллоген. Перидермой покрыты ветви и стволы деревьев и кустарников.

**Книги и журналы «Наука и жизнь»
можно купить в наших магазинах на OZON и WILDBERRIES**



**Книги издательства
«Наука и жизнь»**



**Свежий номер
журнала**



**Журналы и комплекты
прошлых лет**

**Покупайте журналы на маркетплейсах со скидкой и быстрой доставкой
в пункты выдачи в России, Беларуси и Казахстане**

OZON



WILDBERRIES



Главный редактор **Е. А. ЛОЗОВСКАЯ.**

Заместители главного редактора: **М. А. АБАЕВ, Н. А. ДОМРИНА.**

Зав. отделом корректуры и проверки **Л. М. БЕЛЮСЕВА.**

Редакторы: **Л. В. БЕРСЕНЕВА, Н. К. ГЕЛЬМИЗА, Т. Ю. ЗИМИНА, З. М. КОРОТКОВА, А. А. ПОНЯТОВ,
Л. А. СЕНИЦЫНА, К. В. СТАСЕВИЧ, Ю. М. ФРОЛОВ.**

Дизайн и вёрстка: **З. А. ФЛОРИНСКАЯ, Т. М. ЧЕРНИКОВА, Т. Б. КАРПУШИНА, М. М. СЛЮСАРЬ.**

Заведующая редакцией: **Н. В. КЛЕЙМЕНОВА.**

Администратор сайта: **Т. М. ВАГИНА.** Информационное партнёрство: **Е. С. ВЕЛИЧКИНА.**

Служба распространения: **Д. В. ЯНЧУК,** тел. (495) 621-09-71. Служба рекламы: **Т. В. ВРАЦКАЯ,** тел. (915) 108-04-05.

Информация об условиях размещения рекламы: www.nkj.ru/advert/

Адрес редакции: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 24/7, стр. 1. Телефоны: +7 (903) 112-11-99, +7 (495) 624-18-35.
Электронная почта: mail@nkj.ru. Электронная версия журнала: www.nkj.ru

- Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели
- Перепечатка материалов — только с разрешения редакции
- Рукописи не рецензируются и не возвращаются
- Выпуск издания осуществлён при финансовой поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ

© «Наука и жизнь». 2025.

Учредитель: Автономная некоммерческая организация
«Редакция журнала «Наука и жизнь»».

Журнал зарегистрирован в Государственном комитете Российской Федерации
по печати 26 февраля 1999 г. Регистрационный № 01774.

Подписано к печати 25.09.2025. Печать офсетная. Тираж 16200 экз. Заказ № 250717.

Цена договорная. Отпечатано в ООО «Первый полиграфический комбинат».

Адрес: 143405, Московская область, Красногорский район, п/о «Красногорск-5», Ильинское шоссе, 4-й км.

**ДОСРОЧНАЯ
ПОДПИСКА!**

Только с 1 по 10 октября в любом
почтовом отделении России вы можете
подписаться на журнал «Наука и жизнь»
на первое полугодие 2026 года

15%
со скидкой*

**КАТАЛОГ АГЕНТСТВА
ФГУП «Почта России»**

П1467 — для индивидуальных
подписчиков

П2831 — для организаций

* Скидка от цены на основную подписку
на первое полугодие 2026 года, которая
тоже начинается 1 октября.

НАУКА И ЖИЗНЬ

10

2025



*В синих
горах
живут
синие
птицы.*



Подписные индексы:
П1467, П2831