

Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА

12+

из первых рук

www.scfh.ru

3/4

3/4⁽⁹²⁾ ● 2021

НАУКА
из ПЕРВЫХ РУК

№ 3/4 (92) 2021

ПРЕДСКАЗАТЬ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

АЛМАЗНЫЕ
РАРИТЕТЫ:
«КИТАЙСКИЙ
ФОНАРИК»

«ВАСЮГАНСКИЙ»:
МЕЖДУ ВОДОЙ
И СУШЕЙ

ПРОБЛЕМЫ
И СЕКРЕТЫ
МАРАФОНЦА

БОЛОТНЫЙ «КОНДИЦИОНЕР» ПЛАНЕТЫ





По соседству с Саратовским кордоном заповедника «Курильский» живет уже не первое поколение рыжих лисиц. С хозяином кордона – государственным инспектором в области охраны окружающей среды – у рыжего семейства налажено взаимовыгодное сотрудничество: лисы подьедают остатки съестного и в благодарность не шкoдят. Это трудно считать прикормкой – просто особенности лесного соседства. Фото Д. Метелицы

На первой стороне обложки: Лоси – обычные представители животного мира Большого Васюганского болота, расположенного на границе южного распространения западносибирских торфяников. Зимой они предпочитают держаться в верховьях и долинах крупных рек, которые вклиниваются в верховые болота. Фото С. Балыкина

3/4. 2021
научно-популярный журнал



НАУКА

из первых рук



В НОМЕРЕ:

Иркутские ученые разрабатывают модель для предсказания землетрясений на Байкале на основе мониторинга соотношения изотопов урана в подземных водах

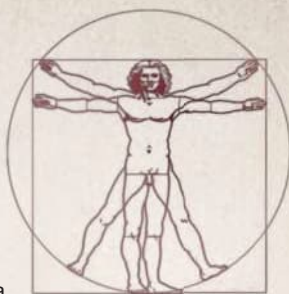
Торфяные болота наравне с океаном служат крупнейшим на планете долговременным хранилищем углерода, препятствуя нарастанию парникового эффекта

Двойниковый алмаз «Китайский фонарик» и другие раритеты из коллекции АК «АПРОСА» помогают в поисках новых алмазоносных коренных источников

Таяние вечной мерзлоты на северных болотах вызывает термокарстовые процессы и образование озер – источников «метановой» угрозы

Повреждения хрящевой ткани и сухожилий у марафонцев, возникающие на начальном этапе многодневного забега, к концу дистанции самопроизвольно залечиваются

Познавательный журнал
для хороших людей



Редакционная коллегия

главный редактор
акад. *В.Н. Пармон*

заместитель главного редактора
акад. *В.В. Власов*

заместитель главного редактора
акад. *Г.Н. Кулипанов*

заместитель главного редактора
акад. *Д.М. Маркович*

заместитель главного редактора
акад. *Н.А. Колчанов*

заместитель главного редактора
Л.М. Панфилова

заместитель главного редактора
И.А. Травина

акад. *И.В. Бычков*

акад. *М.А. Грачев*

акад. *А.П. Деревянко*

акад. *А.В. Латышев*

д.ф.-м.н. *Г.В. Майер*

акад. *Н.П. Похиленко*

акад. *М.П. Федорук*

д.ф.-м.н. *В.Д. Шильцев*

чл.-кор. *А.Н. Шиплюк*

акад. *М.И. Эпов*

Редакционный совет

акад. *А.Э. Конторович*

чл.-кор. *А.Л. Кривошапкин*

акад. *М.И. Кузьмин*

чл.-кор. *И.Ю. Кулаков*

акад. *В.И. Молодин*

д.б.н. *М.П. Мошкин*

чл.-кор. *С.В. Нетесов*

д.ф.-м.н. *А.Р. Оганов*

И.О. Орлов

чл.-кор. *Н.В. Полосьмак*

акад. *В.К. Шумный*

д.и.н. *А.Х. Элерт*

Над номером работали

к.б.н. *Л. Овчинникова*
Л. Панфилова
к.б.н. *М. Перепелчаева*
А. Харкевич
А. Мистрюков
Д. Ковалева
Н. Сароян
Н. Пашкова



*Основатель и первый
главный редактор
(с 2003 по 2020 г.)
журнала «НАУКА
из первых рук»/
SCIENCE First
Hand академик
Николай Леонтьевич
Добрецов*

«Естественное желание хороших
людей – добывать знание»

Леонардо да Винчи

Периодический научно-популярный журнал

Издается с января 2004 года

Периодичность: 6 номеров в год

Учредители:

Сибирское отделение Российской
академии наук (СО РАН)

Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН

Институт археологии и этнографии
СО РАН

Лимнологический институт СО РАН

Институт геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН

Институт химической биологии
и фундаментальной медицины СО РАН

Институт нефтегазовой геологии
и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

ООО «ИНФОЛИО»

Издатель: ООО «ИНФОЛИО»

Адрес редакции и издателя:
630090, Новосибирск,
ул. Золотодолинская, 11
Тел.: +7 (383) 238-37-20, 238-37-25
e-mail: lidia@info-press.ru
e-mail: zakaz@info-press.ru

www.scfh.ru

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Свидетельство ПИ № ФС77-37577
от 25 сентября 2009 г.

ISSN 2310-2500

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии
ООО «ИД „Вояж“»
630048, г. Новосибирск,
ул. Немировича-Данченко, 104

Дата выхода в свет 29.12.2021

Свободная цена

Перепечатка материалов только
с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2021

© ООО «ИНФОЛИО», 2021

© Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН, 2021

© Институт археологии и этнографии
СО РАН, 2021

© Лимнологический институт СО РАН,
2021

© Институт геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН, 2021

© Институт химической биологии
и фундаментальной медицины
СО РАН, 2021

© Институт нефтегазовой геологии
и геофизики им. А.А. Трофимука
СО РАН, 2021

Дорогие друзья!

Несмотря на все тяготы, связанные с нынешней пандемией коронавирусной инфекции, вирусные заболевания пока не угрожают существованию нашего вида как такового. К тому же появление омикрон-штамма, который при более высокой заразности отличается меньшей патогенностью, говорит о том, что давние прогнозы относительно превращения COVID-19 в привычную респираторную инфекцию могут оказаться вовсе не беспочвенными.

А вот биосфера нашей планеты уже больше столетия поражена серьезным недугом, который лишь набирает обороты и является, возможно, главной угрозой современному человечеству. Речь идет о стабильном росте глобальной температуры, который связывают с усилением парникового эффекта из-за накопления в атмосфере углекислого газа, метана и других парниковых газов. Такие эпизоды в долгой жизни нашей планеты случались не раз, но сейчас ответственность за это лежит на человеке, активно использующем огромные запасы ископаемого топлива и одновременно уничтожающем и загрязняющем природные экосистемы, которые служат углеродным «депо».

Основными поглотителями углекислого газа на суше считаются леса. Это зафиксировано в документах Киотского протокола и Парижского соглашения по климату, регламентирующих выбросы парниковых газов по странам. Но оказывается, что за последние два десятилетия 10 из 257 лесов на объектах Всемирного наследия ЮНЕСКО выбросили больше CO₂, чем поглотили! К такому финалу приводят естественное падение продуктивности зрелых лесов и масштабные лесные пожары.

В этом выпуске мы знакомим читателей с другими наземными экосистемами, которые хотя и не пользуются такой популярностью, но способны изымать углерод из планетарного круговорота почти навечно. Это торфяные болота: занимая всего 3% суши, они содержат треть всего углерода почвы – вдвое больше, чем все леса мира! И если водно-болотные угодья будут включены

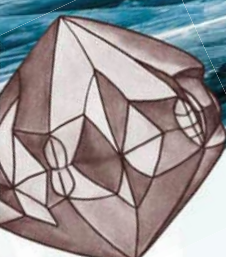
в механизмы квотирования Парижского соглашения, то Россия получит огромный репутационный бонус, поскольку она по праву может носить титул не только «лесной», но и «болотной» державы.

Крупнейшим болотным регионом России является Западно-Сибирская равнина. Здесь, на южной границе торфяников расположена и самая большая болотная система Северного полушария – Большое Васюганское болото. Тысячи гектаров по-настоящему девственной природы Васюганских болот сегодня служат своего рода резерватом для множества видов, включая редкие и исчезающие. В 2018 г. здесь был создан один из самых молодых заповедников РФ – «Васюганский».

Знакомство с особо охраняемыми территориями нашей страны продолжают публикации, посвященные заповеднику «Курильский» и заказнику «Малые Курилы», расположенным на тысячи километров восточнее – на южных островах Курильского архипелага. Благодаря уникальному сочетанию природных условий – географического положения, мягкого океанического климата и активного вулканизма – природа этого заповедного района отличается богатством и огромным биоразнообразием. Здесь с каменными берегами соседствует магнолия, а теплолюбивый японский полоз – с бурьми медведями, в геном которых есть гены белых медведей.

На заповедных островах расположены лежбища редких морских млекопитающих, таких как сивуч, а в акватории можно встретить «морскую выдру» калана и многочисленных представителей китообразных. Южные Курилы относятся к зонам Мирового океана с самой высокой биологической продуктивностью, и сохранить такие морские экосистемы очень важно, ведь они по совместительству являются и зонами наиболее эффективного поглощения углекислого газа. Земная биосфера – это сложнейшая и хорошо отрегулированная система, и ее устойчивость, а значит, и будущее человечества зависят от слаженной работы всех ее больших и малых звеньев.

Редакционная коллегия и редакция
журнала «НАУКА из первых рук»



СЦЕНАРИЙ древнего **КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ** вулкана на южнокурильском **О. ИТУРУП** удалось описать на основе анализа минеральных включений пемзовых туфов. **С. 22**

Длительные **ИНТЕНСИВНЫЕ ТРЕНИРОВКИ** или **МАРАФОНСКИЙ ЗАБЕГ** угнетают иммунную систему бегунов и на несколько часов или дней повышают риск заболеть **ОРВИ**. **С. 54**

В результате введения государственного регламента на предельно допустимые **КОНЦЕНТРАЦИИ СМОЛЫ В СИГАРЕТАХ** резко снизилась смертность от рака легкого и других видов рака, связанных с курением. **С. 70**

.01

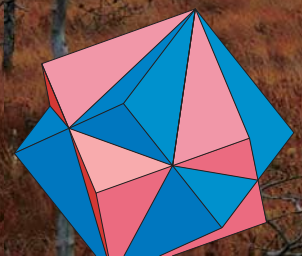
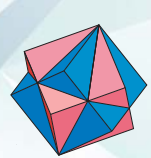
ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ

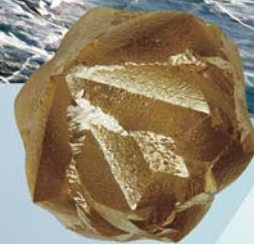
- 06** *М. А. Грачев, С. В. Рассказов*
Байкал: землетрясения можно предсказать
- 22** *С. З. Смирнов*
Остров Итуруп: по следам вулканических катастроф

.02

ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ

- 44** *А. Д. Павлушин, Л. Д. Бардухинов, Д. В. Коногорова*
Алмазные раритеты: «Китайский фонарик»





БОЛЬШОЕ ВАСЮГАНСКОЕ БОЛОТО – крупнейшая болотная система Северного полушария – по своей **ЗНАЧИМОСТИ ДЛЯ БИОСФЕРЫ** сопоставимо со всемирно известным бассейном Амазонки. **С. 94**

Многие **БУРЫЕ МЕДВЕДИ** на **КУРИЛАХ** имеют светлую окраску из-за присутствия в их геномных генах **БЕЛЫХ МЕДВЕДЕЙ**. **С. 110**

Высокая **«НОВОГОДНЯЯ ЕЛЬ»** на Саратовском кордоне **ЗАПОВЕДНИКА «КУРИЛЬСКИЙ»** украшена поплавками, выброшенными тихоокеанским приливом. **С. 128**

.03

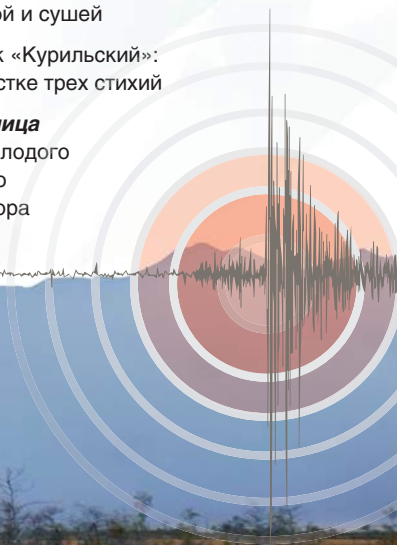
ЧЕЛОВЕК

- 54 **К. А. Власова**
Проблемы и секреты марафонца
- 70 **Д. Г. Заридзе**
Курят из-за никотина,
умирают от смолы

.04

ПРИРОДНЫЕ ФЕНОМЕНЫ

- 78 **С. Н. Кирпотин**
Болотный «кондиционер» планеты
- 94 Заповедник «Васюганский»: между водой и сушей
- 110 Заповедник «Курильский»: на перекрестке трех стихий
- 128 **Д. А. Метелица**
Записки молодого курильского госинспектора





Байкал: землетрясения можно предсказать

М. А. ГРАЧЕВ, С. В. РАСКАЗОВ

Зимний Байкал.
© CC BY 2.0/Sergey Pesterev



9 декабря 2020 г. вблизи Байкала произошло довольно сильное, хотя и неопасное землетрясение. Случилось оно в знаменитом заливе Провал, где в 1862 г. прямо на глазах у изумленной публики земля на огромной площади провалилась под воду. Как потом выяснилось, на несколько метров. Последнее землетрясение пришлось кстати: оно дало иркутским ученым возможность получить убедительные доказательства того, что они стоят на правильном пути в очень амбициозном проекте – создании модели, позволяющей предсказывать будущие землетрясения

Ключевые слова: Байкал, подземные воды, землетрясения, $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, эффект Чердынцева – Чалова, гидроизотопный мониторинг.

Key words: Baikal, groundwater, earthquakes, $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, Cherdyntsev – Chalov effect, hydroisotopic monitoring



ГРАЧЕВ Михаил Александрович – академик РАН, доктор химических наук, директор Лимнологического института СО РАН (Иркутск) с 1987 по 2015 г. Принимал активное участие в подготовке Закона об охране озера Байкал. Лауреат Государственной премии СССР (1985 г.), премии им. А. П. Карпинского (1998 г.). Автор и соавтор 153 научных работ

© М. А. Грачев, 2021

Путь к созданию новой модели, предсказывающей землетрясение, был долгим. Когда коллеги сказали мне, что хотят это сделать, я им, естественно, не поверил – ведь над проблемой точного предсказания землетрясений бьются буквально тысячи ученых из разных стран мира, и впереди всей планеты – японцы. И поэтому – так я думал – шансы у коллег исчезающе малы. Оказалось, что правы они, а я не прав. Хорошо, что я эту работу не запретил, хотя имел такую возможность.

Итак, с точки зрения фундаментальной науки произошел крупный прорыв, как раз то, о чем мечтают наши уважаемые руководители. Но поскольку они не ученые и имеют полное право этого не понимать, надо им помочь. И еще хотелось бы рассказать об этом обычным людям, в особенности ученикам старших классов.

Точка отсчета – Атомный проект

Дорога была длинной. В конце Второй мировой войны американцы взорвали атомные бомбы в Хиросиме и Нагасаки. Я родился в 1939 г., и до 1944 г. мы с мамой и бабушкой жили в Новосибирске, в эвакуации. В тот год маме было предписано ехать в США, где в командировке находился отец.

Когда я услышал по радио о том, что американцы взорвали атомные бомбы, я спросил у папы, есть ли такая бомба у Сталина. Он ответил: «Конечно есть, сынок». На самом деле у Сталина бомбы не было – появилась она в 1949 г. Урана в СССР оказалось очень мало – не хватало даже на одну бомбу. Его нашли в оккупированных тогда Германии и Чехословакии. Степень секретности была высочайшей, даже слово «уран» нельзя было произносить.

Атомным проектом в СССР руководил Лаврентий Берия. Он умел отдавать приказы. Всем советским геологическим экспедициям было предписано иметь с собой в сейфе наган и счетчик радиоактивности, а также секретный приказ, напомиавший о том, что все должны искать уран. Было создано

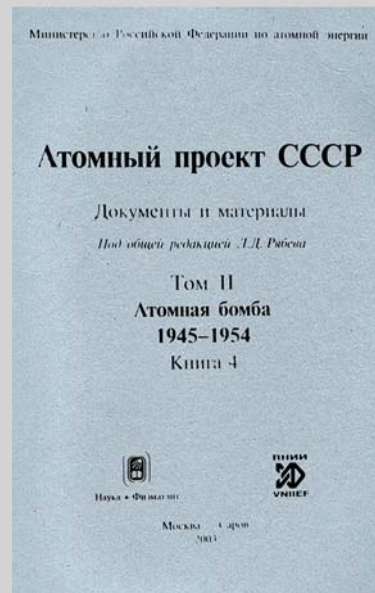


Байкал. Фото С. Короткоручко

Дальше я буду писать об изотопах урана и о том явлении, которое открыли Чердынцев и Чалов. Описать это словами для рядового читателя, да и для рядового постороннего ученого очень трудно. Мне лично потребовался год, чтобы понять, о чем идет речь. Ну, с Богом...

Урановые «часы»

Когда-то очень давно родилась и стала твердым телом Земля. Взрыв был ядерный, поэтому почти все элементы были радиоактивными, и за миллиарды лет почти все они стали нерадиоактивными. До наших дней могли дожить, кажется, только уран и торий – самые тяжелые, последние в таблице Менделеева. Через миллиарды лет радиоактивными остались изотопы урана с атомными массами 238, 235 (он нужен для бомбы) и 234.



Заготовка высокообогащенного урана, полученного из переработанного лома.
Public Domain

несколько специальных мощных управлений только для того, чтобы его найти. Всю эту громадную работу было бы невозможно повернуть, если бы в ней не участвовали самые талантливые ученые, виднейшие деятели советской фундаментальной науки. Когда уран был найден, некоторые из них в свободное от работы время выполняли несекретные фундаментальные исследования.

Нашу историю мы должны начать с признанных в мировом масштабе очень крупных советских радиохимиков – Чердынцева и Чалова.

Прошу прощения у читателей за то, что здесь перечислено много скучных фамилий, придется потерпеть. Гомер в своей «Илиаде» привел имена всех героев, которые явились на войну с Троей. Нам эти имена не важны, но древним грекам они были очень важны.





В.В. Чердынцев (слева) в 1954 г. совместно со своим учеником П.И. Чаловым (справа) открыл эффект естественного разделения изотопов урана ^{234}U и ^{238}U , названный в честь первооткрывателей

Виктор Викторович ЧЕРДЫНЦЕВ в 1931–1944 гг. работал лаборантом в Ленинградском радиовом институте в отделе академика Вернадского. В 1935 г., после очередного ареста отца, выслан из Ленинграда в Ташкент «как социально опасный элемент». После ходатайства В.И. Вернадского и его заместителя В.Г. Хлопина решение о высылке было отменено. По возвращении в Ленинград продолжил работу в Радиовом институте.

Во время войны в эвакуации в Татарстане работал в районе Чистополя начальником экспедиции Радиевого института и заведующим радиологической лабораторией. Проводил радиологические исследования на нефтяных месторождениях. Обобщив опыт этих исследований, подготовил и осенью 1943 г. защитил кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

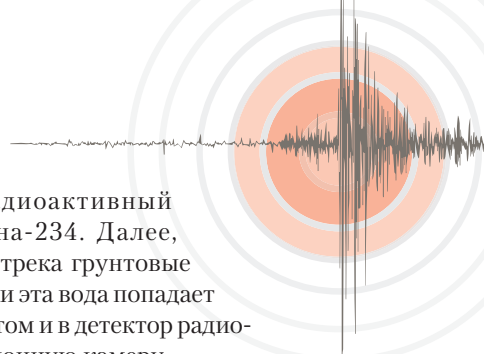
В 1944–1950 гг. работал заместителем директора Института астрономии и физики АН Казахской ССР (Алма-Ата), где организовал первую в Казахстане ядерную лабораторию. В феврале 1946 г. защитил докторскую диссертацию по теме «Теория происхождения атомных ядер». Одновременно с работой в институте в 1946–1960 гг. заведовал кафедрой экспериментальной физики Казахского государственного университета, где организовал специализацию по ядерной физике и проблемную лабораторию по исследованию ядерных процессов в природе и космических лучах.

Вместе со своим учеником и коллегой по Казахскому государственному университету П.И. Чаловым открыл эффект разделения изотопов урана, получив свидетельство об открытии № 163 с приоритетом от 27 марта 1954 г. Павел Иванович ЧАЛОВ – участник войны, в РККА с декабря 1941 г., в действующей армии с апреля 1942 г. Удостоен боевых наград. Окончил Казахский государственный университет (1951) и его аспирантуру (1954)

Уран-238 продолжает распадаться и сегодня. Его очень много по массе, но скорость распада очень мала. Чтобы распасться наполовину, ему нужно 4,5 млрд лет. Считается, что Земля в более или менее современном виде появилась как раз около 4,5 млрд лет назад. Радиоактивность дает в руки исследователей очень важный инструмент: представьте себе, что каждый распавшийся атом может быть измерен с помощью очень простого прибора – *ионизационной камеры*. Кстати, первое, хотя и не очень точное определение возраста Земли было сделано Артуром Холмсом еще в 1927 г.

Все остальные изотопы урана появились позже, и поэтому для нас важны только два – 238 и 234. Период полураспада урана-234 составляет всего 250 тыс. лет. Казалось бы, он тоже должен был давно исчезнуть из горных пород, но он не исчезает, потому что постоянно образуется из урана-238. Интересно и очевидно, что радиоактивность урана-238 и урана-234 может быть только одинаковой. (*Радиоактивность* – это число распадов в единицу времени на единицу массы. Радиохимики все меряют не в граммах, а в единицах радиоактивности, наверное затем, чтобы нам, бедным «чайникам», было труднее. Они говорят, что обычно в уране уран-урановое отношение (уран-234/238) равняется единице. Это птичий язык, язык профессионалов, понять его трудно, но постараемся.)

Каждый школьник знает, что различные изотопы всех элементов совершенно не отличаются друг от друга по химическим свойствам, потому что электронная оболочка у них одинаковая, а ядра могут быть разными.

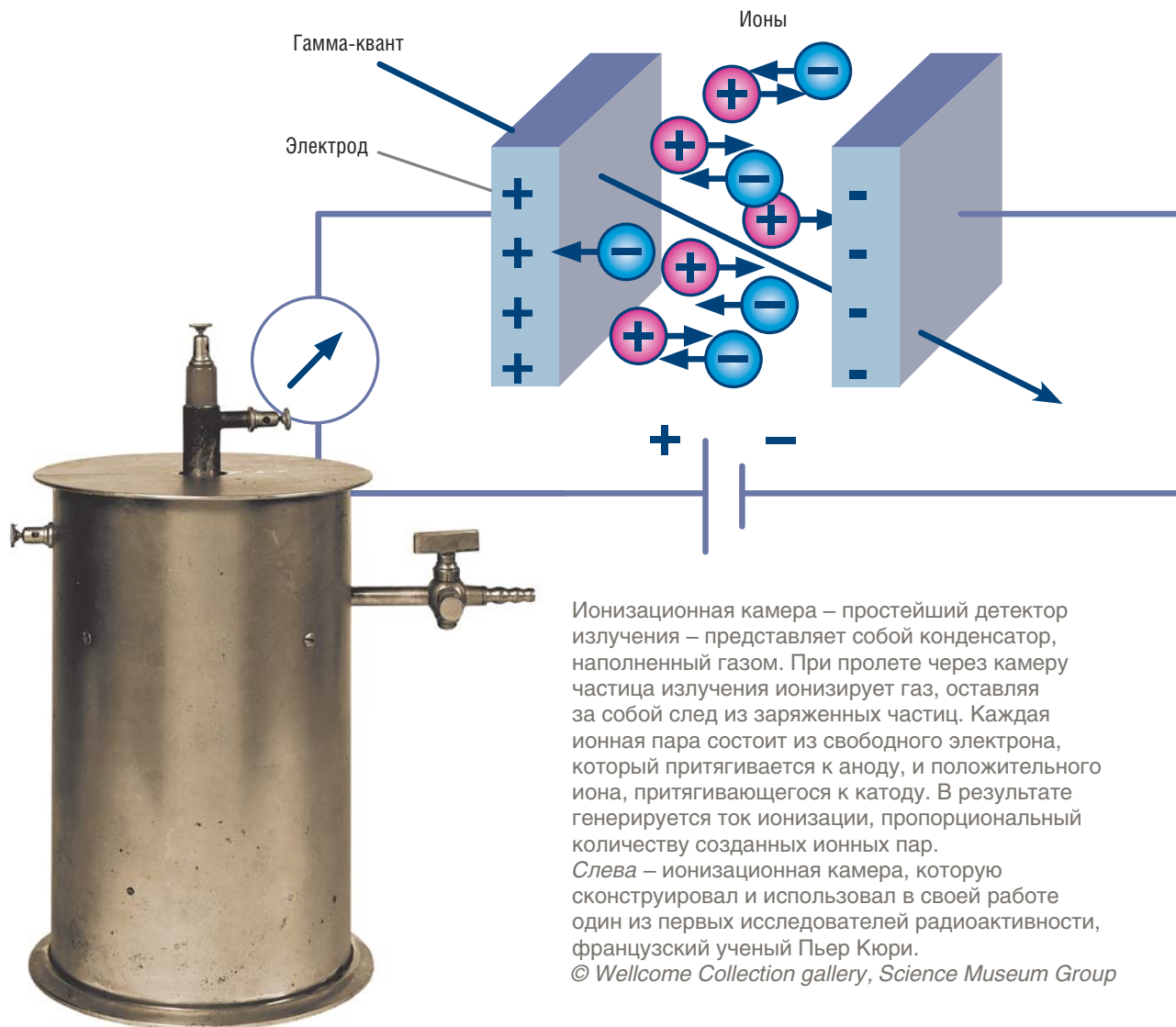


Чердынцев и Чалов, безусловно, искали месторождения урана для атомных бомб, но они были настоящие ученые, а поэтому в нерабочее время не отдыхали, а измеряли уран-урановые отношения у великого множества образцов пород и подземных вод. В породах, как и следовало ожидать, уран-урановое соотношение равнялось 1. К их полному изумлению, в некоторых образцах взвеси из воды, полученной из скважин, это соотношение было намного больше 1. Рекорд урана-234/238 равнялся 18! Никто в мире до них такого не наблюдал.

Чердынцев объяснил это явление так: когда атом урана распадается, он оставляет за собой в горной породе трек – наноразмерный цилиндр, заполненный водой. Он понял, что в этом цилиндре и должен оставаться только что родившийся в результате распада урана-238

пока еще высокорadioактивный дочерний атом урана-234. Далее, протекающие вокруг трека грунтовые воды вымывают уран, и эта вода попадает в пробоотборник, а потом и в детектор радиоактивности, ионизационную камеру.

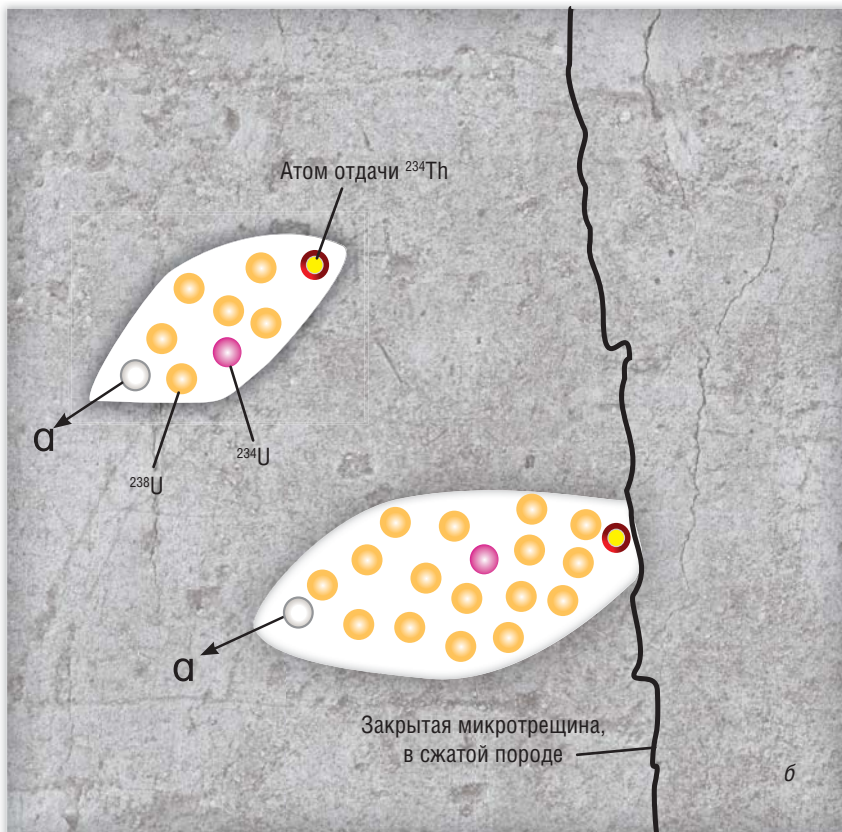
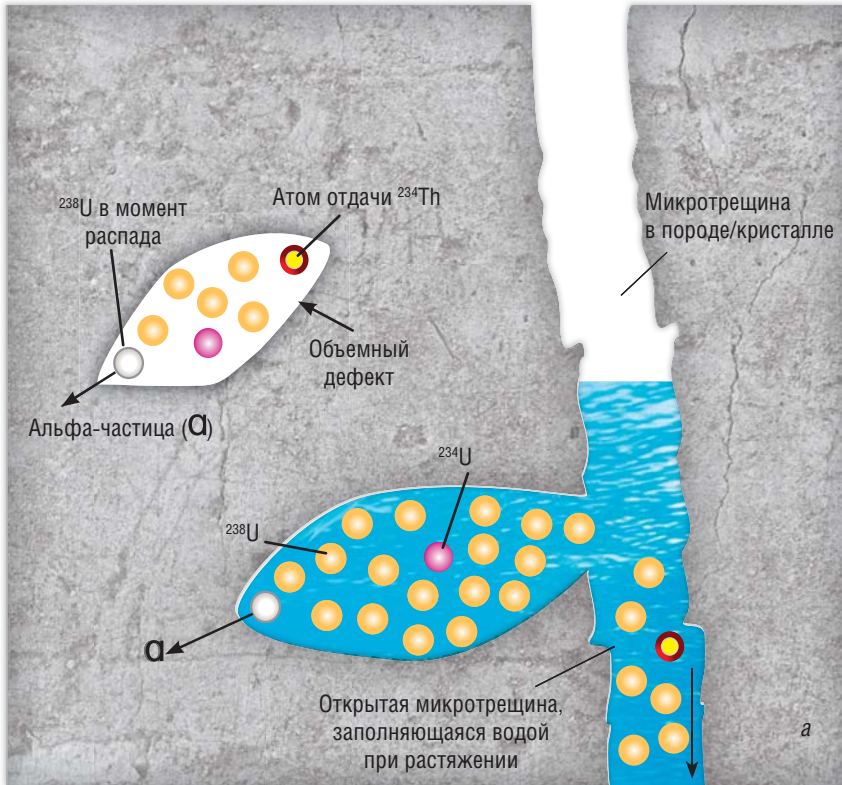
Эксперименты Чердынцева и Чалова описаны чрезвычайно понятным языком, неслучайно их описание на русском языке вскоре стало очень широко применяться во всем мире для приблизительного определения возраста подземных вод и горных пород в диапазоне от 10 до 500 тыс. лет. Это искусство давно утеряно. Например, для идентификации импульсов радиоактивности именно урана-234 и урана-238 они использовали просто папиросную бумагу разной толщины.



Ионизационная камера – простейший детектор излучения – представляет собой конденсатор, наполненный газом. При пролете через камеру частица излучения ионизирует газ, оставляя за собой след из заряженных частиц. Каждая ионная пара состоит из свободного электрона, который притягивается к аноду, и положительного иона, притягивающегося к катоду. В результате генерируется ток ионизации, пропорциональный количеству созданных ионных пар.

Слева – ионизационная камера, которую сконструировал и использовал в своей работе один из первых исследователей радиоактивности, французский ученый Пьер Кюри.

© Wellcome Collection gallery, Science Museum Group



Эффект естественного разделения изотопов урана-234 и урана-238 (эффект Чердынцева – Чалова) при их переходе из твердых образований в жидкости объясняется открытием-закрытием микротрещин горной породы. Высокоэнергетические атомы отдачи тория-234, образующиеся при альфа-распаде урана-238, разрушают кристаллическую решетку, формируя в ней полости (объемные дефекты). В свою очередь, торий-234 в результате бета-распада превращается в уран-234. Таким образом изотопное соотношение урана в разрушенных областях смещается – создается избыток урана-234. При открытых микротрещинах аналогично меняется и изотопное соотношение урана в циркулирующих подземных водах (а). При закрытых микротрещинах этого не происходит (б).



Точка приложения – Байкал

Теперь я вынужден отвлечься от Чалова и Чердынцева и вернуться в Иркутск, на Байкал. Во времена, когда я был директором Лимнологического института. В начале лихих 1990-х можно было делать все, и на Байкал хлынуло огромное число хороших иностранных, особенно американских, ученых. Немудрено: впервые Байкал стал совершенно открытым для иностранцев, а при советской власти из-за режима секретности был практически закрыт.

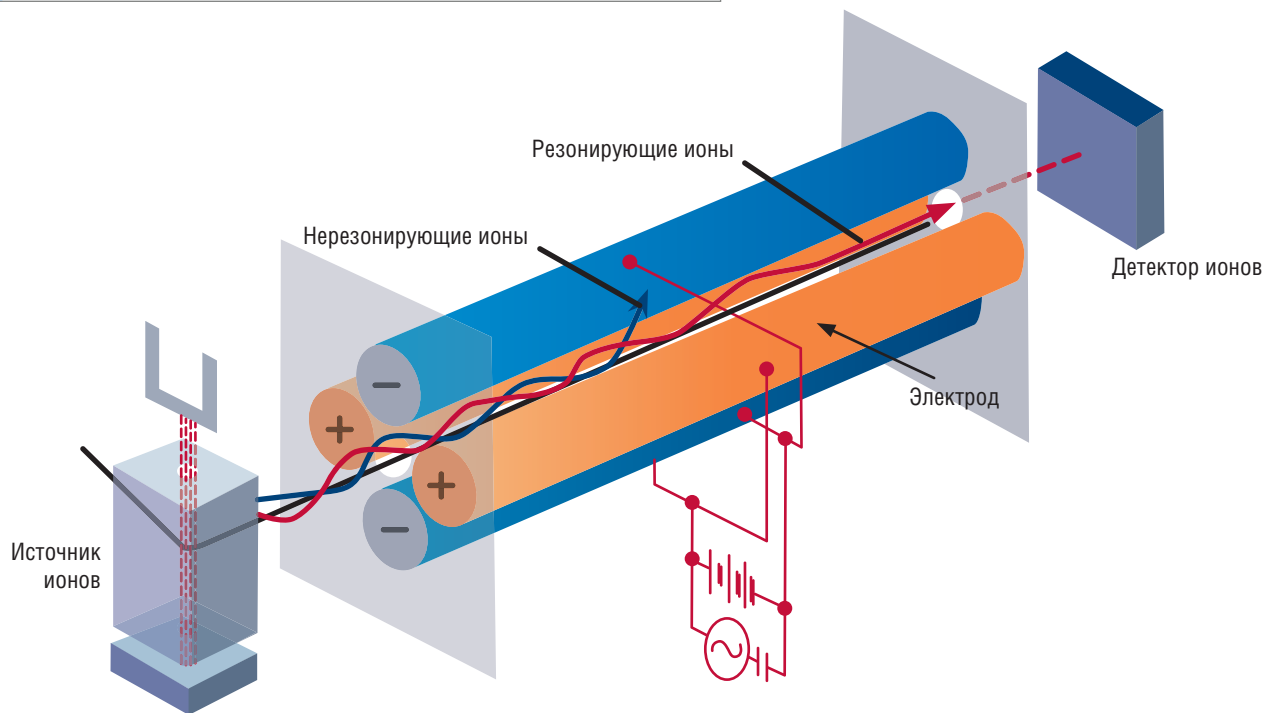
И следующая важнейшая фигура в моем рассказе – один из таких ученых из Института воды Великих озер (Висконсинского института водных технологий и исследований окружающей среды), г. Милуоки, уже тогда довольно пожилой, недавно ушедший из жизни профессор Дэвид Эджингтон. В то время мы интенсивно исследовали Байкал, в особенности его донные осадки, и я совсем мало понимал в этом деле. Эджингтон и еще один американец – Стив Колмэн объяснили мне, что такое урановое равновесие, написали первую статью об уран-ториевой датировке осадков Байкала

Мыс Бурхан – одно из самых красивых и известных мест на Байкале.

© CC BY 2.0/ Michael Ravodin

и датировали осадки, выпавшие в очень важные для понимания эволюции нашего священного озера интервалы времени от 10 до 150 тыс. лет назад. Оказалось, что, используя то же самое отношение уран-234/238, можно не только датировать возраст осадка, но и получить представление о выпадении атмосферной влаги в центре Азии.

Прошло еще некоторое время. В моем институте, будучи еще студентом, появился Евгений Чебыкин, который оказался человеком чрезвычайно редкой природы – высококлассным химиком-аналитиком. В то сумасшедшее время нам удалось приобрести очень дорогой аналитический прибор – *квадрупольный масс-спектрометр с плазменным возбуждением*, на международном птичьем языке – ИСП-МС. Каким-то образом мне попался в руку проспект этого прибора,



Квадрупольный масс-спектрометр с плазменным возбуждением используется для определения элементного состава вещества в очень низких концентрациях. Для этого пробу (аэрозоль, пар, газ) вводят в источник ионов, состоящий из плазменной горелки и индуктора, создающих с помощью высокочастотного генератора разряд индуктивно связанной плазмы. Анализируемое вещество переходит в состояние плазмы, образующиеся положительные ионы ускоряются электрическим полем и фокусируются в пучок. Далее ускоренные ионы разделяются по массе с помощью квадрупольного масс-анализатора путем изменения потенциала на электродах. Резонирующие ионы попадают в детектор, где генерируют ионный ток, который можно измерить

рассмотрев который, я понял, что с его помощью можно измерять урановые отношения не по радиоактивности, что очень трудно и очень медленно, а за считанные минуты вместо нескольких суток с помощью той техники, которую применяли Чердынцев и, как ни странно, Эджингтон и Колмэн.

Это было необычно: я не выпрашивал прибор у московских чиновников в надежде потом использовать его как бог на душу положит, я заказал прибор именно для измерения уже навязшего вам в зубах уран-уранового отношения. Как в сказке: сначала родилась идея, и только после этого в лаборатории у нас появился прибор. ИСП-МС будет часто упоминаться ниже по ходу моего рассказа, он позволяет одновременно измерить концентрацию практически всех элементов таблицы Менделеева и настолько чувствителен, что может измерить исчезающе малую концентрацию урана-234.

Чебыкин быстро освоил наш ИСП-МС и, к моему удивлению, все необходимые сложнейшие методики применения уран-уранового датирования. Методом Чердынцева – Чалова уже пользовался весь мир, методики были описаны в литературе, но анализ

на ИСП-МС – это исключительно тонкое дело, которое по плечу только аналитикам с большой буквы, отличающимся все как один скверным характером. Такова жизнь.

Эджингтон и Колмэн на всем протяжении 10-метрового керна смогли измерить уран-урановое отношение всего в 4–5 точках, а Чебыкин продатировал керн в точках с шагом в 2 см с разрешением в 200 лет на интервале 10–140 тыс. лет. Анализ керна со столь высоким разрешением было бы совершенно невозможно провести древним радиометрическим методом. Но это присказка, не сказка, сказка будет впереди.

Как-то вскоре в институте совершенно неожиданно появился очень хороший физик. Его, как это у нас водится, прогнали из новосибирского Института химии твердого тела и переработки минерального сырья СО АН СССР за то, что он изобрел оригинальную методику аэродинамического разделения нанометровых промышленных алмазов. Очень скоро он подключился к нашей работе и внес в нее неоценимый вклад. К сожалению, он тоже не так давно ушел от нас и оставил Чебыкина сиротой, бедному даже поговорить не с кем.



Евгений Львович Гольдберг очень быстро уточнил модель Чердынцева – Чалова. Уточнение кажется небольшим, но на самом деле именно оно внесло важнейший кирпич в наблюдения уран-урановых гидроизотопных откликов землетрясений. Согласно Гольдбергу, подземные воды, текущие мимо, не выносят неравновесный уран из треков – чтобы его вынести, нужно осадок измельчить. Откуда же могло взяться такое истирание в глубоких подземных горизонтах, где нет ни людей, ни агатовой ступки?

Окончательно доказать свою теорию Гольдберг не успел, но Чебыкин стал работать вместе с очень грамотным геологом Сергеем Рассказовым, знаменитым, в частности, своими исследованиями землетрясений в Институте земной коры СО РАН, также расположенном в иркутском Академгородке. Рассказов оказал огромную помощь уже тем, что ознакомился с упомянутыми выше тонкими радиохимическими и радиогеологическими исследованиями, хотя никогда раньше этими дисциплинами не интересовался.

Недавнее иркутское землетрясение позволило проверить модель Гольдберга профессионально. Рассказов и Чебыкин в течение многих лет упорно проводили гидроизотопный мониторинг в окрестностях Байкала, каким-то образом определили тектоническое состояние и высказали гипотезу о положении эпицентров грядущих землетрясений. Имеющегося на сегодня опыта еще недостаточно, чтобы точно датировать и локализовать предсказанные землетрясения, но ясно видно, что ребята стоят на правильном пути. Об этом подробнее они расскажут вам сами.

Поэтому я даю слово Сергею Рассказову. Уверю вас, что это – прорывное достижение уровнем гораздо выше мирового. Путь к точному прогнозу землетрясений открыт, лет через десять, я думаю, он будет пройден.

Освоить и применить сложнейшие методики уран-уранового датирования в Лимнологическом институте удалось благодаря канд. хим. наук Евгению Павловичу Чебыкину, ныне – старшему научному сотруднику лаборатории биогеохимии ЛИН СО РАН и лаборатории изотопии и геохронологии Института земной коры СО РАН (Иркутск), и канд. физ.-мат. наук Евгению Львовичу Гольдбергу, работавшему в ЛИН с 1994 г., в том числе руководителем лаборатории палеоклиматологии в 2003–2006 гг. С 2005 г. основным местом его работы был Институт археологии и этнографии СО РАН, где он руководил созданием ЦКП «Геохронология кайнозоя». Евгений Львович ушел из жизни в 2011 г.





РАССКАЗОВ Сергей Васильевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией изотопии и геохронологии Института земной коры СО РАН (Иркутск) и кафедрой динамической геологии геологического факультета Иркутского государственного университета. Автор и соавтор более 550 научных работ

© С. В. Рассказов, 2021

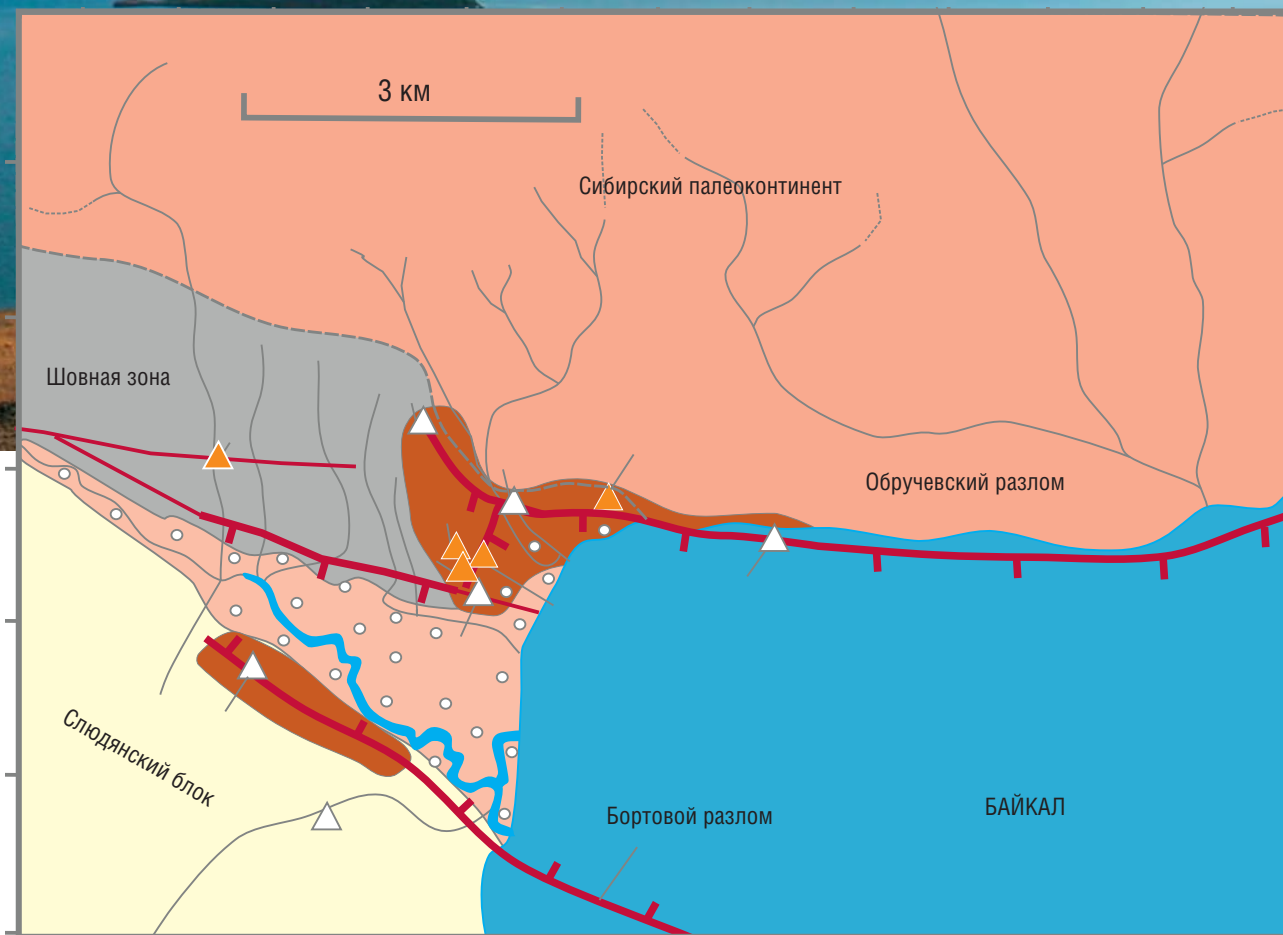


Малое Море Байкала.
© CC BY 2.0/ Michael Ravodin






Обычно сейсмологи только руками разводят: «опять случилось сильное землетрясение», – и описывают его последствия. Предсказания землетрясений редки, но в мировой практике известны. Насчитывается более 600 предвестников сильных землетрясений, но они, как правило, не постоянны. Предвестники могут предупредить об одной надвигающейся катастрофе, но оказаться бесполезными в предупреждении другой. Причинно-следственные связи различных возникающих эффектов при подготовке землетрясений остаются за кадром.

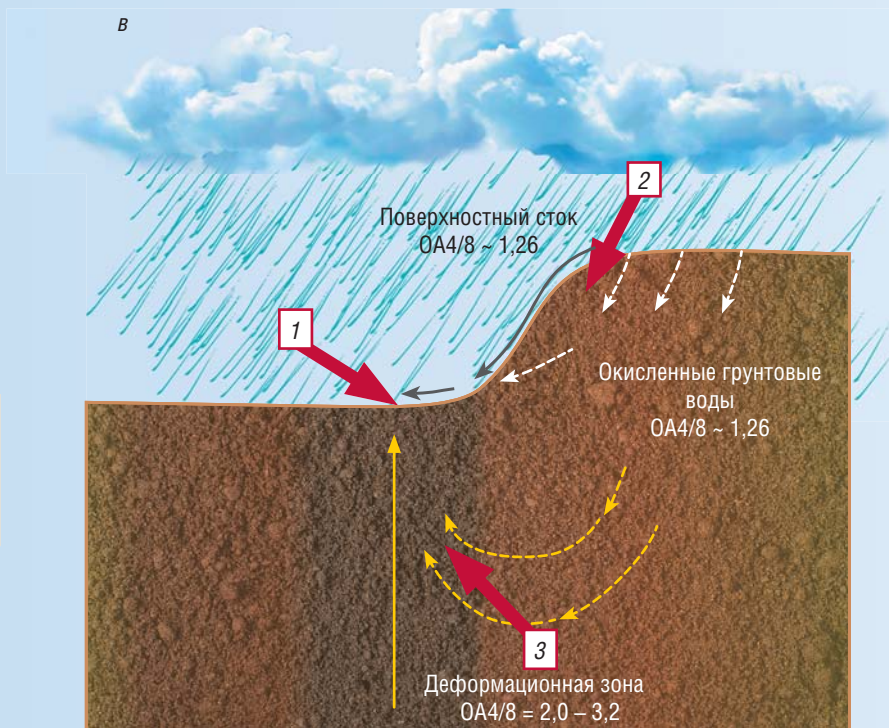
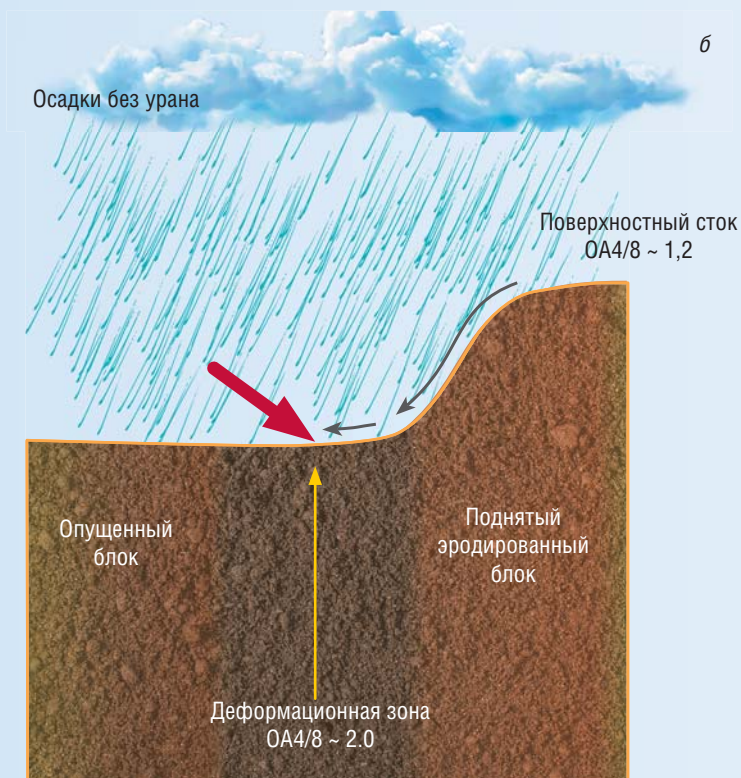
В. В. Чердынцев и П. И. Чалов теоретически обосновали эффект возрастания отношений активностей урана-234 и урана-238 (ОА4/8) в циркулирующих подземных водах в результате сейсмогенных деформаций коры. В 1970-х гг. Чалов организовал мониторинг ОА4/8 (как, впрочем, и других изотопных показателей) в подземных водах Северного Тянь-Шаня, но по иронии судьбы за 1,5 года на территории работ не случилось ни одного землетрясения. Не повезло.

Мы делаем то, что в свое время не удалось Чалову. Для измерения ОА4/8 методом альфа-счета в 1970-х гг. им нужно было сорбировать достаточное для измерений количество урана. При низких содержаниях урана в пресных водах они использовали до 300 л воды, сорбируя уран активированным углем. Сейчас для точных измерений широкого спектра элементов методом ИСП-МС нам требуется всего лишь 2 мл воды, а для измерения



Пункты гидрогеохимического опробования подземных вод расположены на Култукском сейсмопрогностическом полигоне на юго-западной оконечности оз. Байкал. Это место выбрано неслучайно, так как здесь сочленяются крупные сейсмоактивные разломы: Обручевский и Бортовой, ограничивающие Южно-Байкальскую впадину с севера и юга. Здесь же расположена и фрагментарно активизированная главная саянская шовная граница между Сибирским палеоконтинентом и присоединенными к нему геологическими блоками

-  Участок с повышенными значениями изотопного соотношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$
-  Суходольная зона аккумуляции осадочных отложений
-  Основная станция мониторинга
-  Вспомогательная станция мониторинга
-  Рельефообразующий разлом

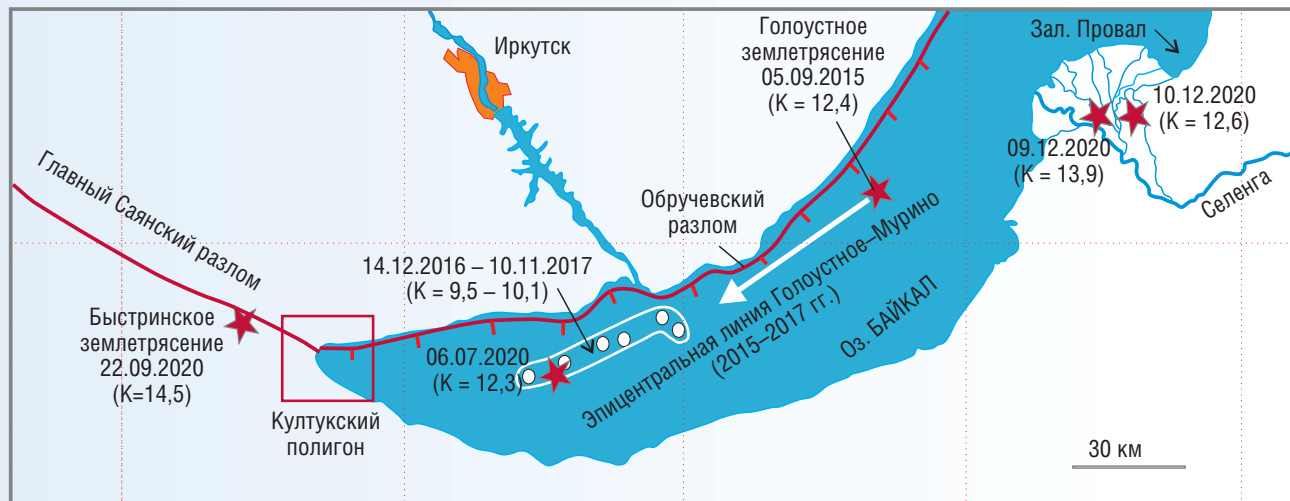


В соотношениях концентраций и изотопного отношения урана в поверхностных и подземных водах на Култукском сейсмопрогностическом полигоне можно выделить три основных тренда, которые зависят от характера водного стока и наличия деформаций в породах, вызванных смещением блоков:

- а* – преобладает поверхностный сток; грунтовые (близповерхностные) воды могут примешиваться к поверхностным;
- б* – смешение компонентов поверхностного стока и активной деформационной зоны;
- в* – смешение компонентов деформационной зоны (1), в том числе совместно с компонентами поверхностного стока (2) и окисленных грунтовых вод (3).

Для мониторинга на Култукском полигоне выбираются станции с наиболее высокими значениями ОА4/8 подземных вод из зон максимальных сейсмогенных деформаций

ОА4/8 (отношение активностей ^{234}U и ^{238}U) ~ 2,0 соответствует глубинной воде оз. Байкал



ОА4/8 выделяем уран из воды полулитровой пластиковой бутылки.

Для организации сейсмопрогностического полигона мы выбрали самую чувствительную (в геологическом отношении) к землетрясениям территорию на западном окончании Южного Байкала в пос. Култук. А перед этим отобрали пробы воды из 43 родников и скважин поселка, чтобы определить и выбрать шесть станций для постоянных наблюдений в разных сейсмически активных разломах. За 8 лет мониторинга мы набрались опыта регистрации откликов концентраций урана и ОА4/8 на подготовку слабых и сильных землетрясений Южного Байкала и к 2020 г. подошли к отслеживанию возможных сейсмических сценариев.

В 2020 г., после 2,5 лет сейсмического затишья на Южном Байкале, в конце марта на Култукском полигоне

Сильным землетрясениям на Южном Байкале в 2020 г. предшествовала слабая сейсмическая активность, «мигрировавшая» в 2015–2017 гг. вдоль линии Голоустное – Мурино. 10 ноября 2017 г. она сменилась сейсмическим затишьем, пока 6 июля 2020 г. на юго-западном окончании этой линии не случилось землетрясение с энергетическим классом $K = 12,3$ (максимально возможные значения этого параметра равны 18–20). Позже за этим событием последовали более сильные землетрясения. По данным Байкальского филиала Единой геофизической службы СО РАН (Иркутск)

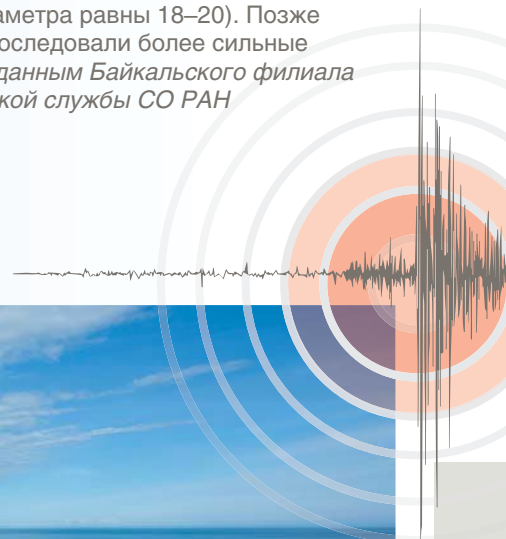


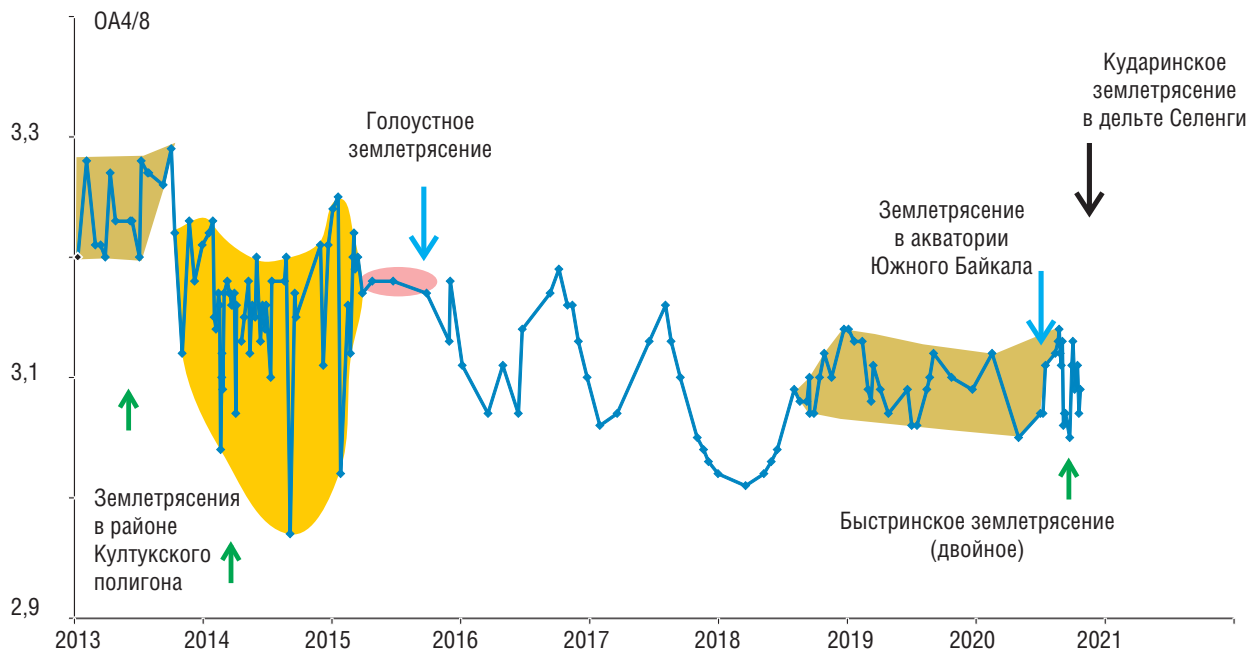
Фото В. Короткоручко

появились первые гидроизотопные признаки деформационной нестабильности. Ощутимый сейсмический толчок произошел в акватории озера только через три месяца – 6 июля, а в ночь с 21 на 22 сентября в районе пос. Быстрое случилось более сильное землетрясение. Наблюдения за деформациями в штольне на полигоне в режиме онлайн выявили последнюю, шестидневную стадию подготовки Быстринского землетрясения. Оно запустило сейсмическую нестабильность во всей Южно-Байкальской впадине и отозвалось новым сильным землетрясением 9 декабря в дельте Селенги, рядом с заливом Провал.

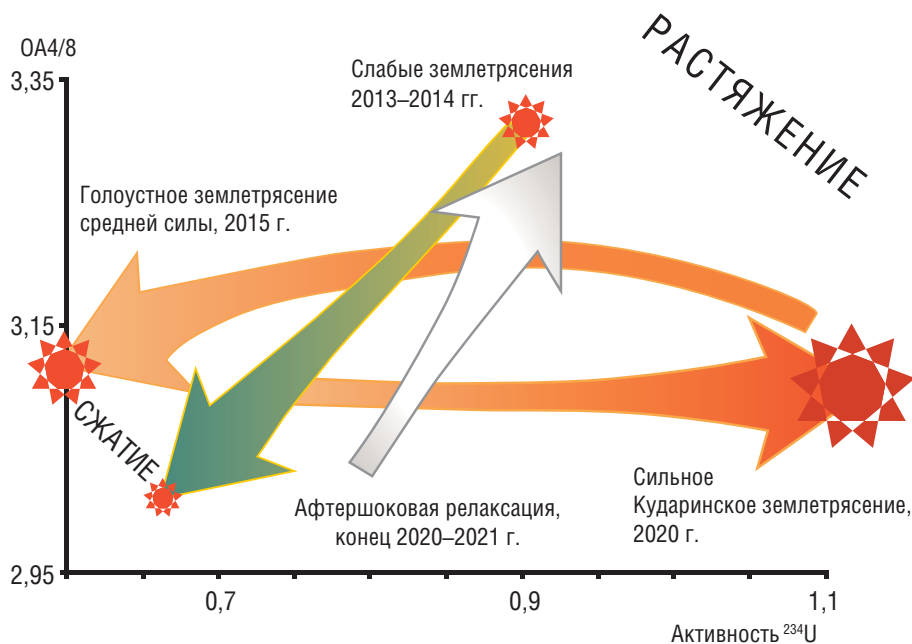
Сейчас прогноз сильных землетрясений на Южном Байкале в среднесрочной (месяцы) и краткосрочной (дни, часы) перспективе становится реальным делом

благодаря усилиям сотрудников Института земной коры СО РАН В. В. Ружича, С. А. Борнякова, К. Ж. Семинского, А. М. Ильясовой и других, а также Е. П. Чебыкина из ЛИИ СО РАН.

В комплексных наблюдениях сейсмогенных деформаций в активных разломах, которые организуются в рамках крупного проекта Минобрнауки России «Фундаментальные основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки Байкальской природной территории», важное место занимает мониторинг эффекта Чердынцева – Чалова в подземных водах. Конкретные финальные прогностические выводы зависят от частоты сбора проб на станциях мониторинга и своевременных измерений концентраций урана и ОА4/8 в пробах подземных вод.



Результаты мониторинга отношений активностей ^{234}U и ^{238}U (ОА4/8) на 27-й станции (вверху), а также других станциях Култукского полигона, расположенного на Южном Байкале, свидетельствуют о длительной подготовке сильного Голоустного землетрясения, случившегося там 5 сентября 2015 г. В течение всего предшествующего года в коре импульсно усиливалось сжатие пород с закрытием микротрещин, о чем говорит снижение показателя ОА4/8. Затем наступила фаза растяжения микротрещин, где стали циркулировать подземные воды. Результат – повышение ОА4/8 с выходом на сейсмоопасное плато на 5–8 месяцев, о чем говорят данные разных станций полигона. Быстринское землетрясение, произошедшее западнее полигона 22 сентября 2020 г., не сопровождалось накоплением и разрядкой упругих напряжений в зоне Обручевского разлома. Однако его отклик зафиксирован на 14-й станции в зоне Главного Саянского разлома. Землетрясения, случившиеся на Среднем Байкале в дельте р. Селенги 9 декабря (Кударинское) и 10 декабря 2020 г., имели отклик в виде возрастания активности ^{234}U в подземных водах 27-й станции и появления гидроизотопных эффектов на других станциях



Реконструкция полного сейсмогеодинамического (сжатия и растяжения коры) цикла Байкальской рифтовой зоны говорит о пульсационном развитии сейсмогенных деформаций как упорядоченного процесса. Сейсмическим стадиям соответствуют тренды последовательного изменения изотопного соотношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ (OA4/8) и активности ^{234}U в подземных водах с выходом на экстремальные значения, соответствующие сильным сейсмическим событиям

Литература

Расказов С.В., Чебыкин Е.П., Ильясова А.М. и др. Разработка Култукского сейсмопрогностического полигона: вариации ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в подземных водах из активных разломов западного побережья Байкала // Геодинамика и тектонофизика. 2015. Т. 6. № 4. С. 519–554.

Расказов С.В., Ильясова А.М., Чувашова И.С. и др. Вариации $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в подземных водах Мондинского полигона как отклики землетрясений на окончании Тукинской долины в Байкальской рифтовой системе // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9. № 4. С. 1217–1234.

Расказов С.В., Ильясова А.М., Чувашова И.С. и др. Гидрогеохимическая зональность изотопов урана ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) на юге Сибирского палеоконтинента: роль резервуара Южного Байкала в формировании подземных вод // Геодинамика и тектонофизика. 2020. Т. 11. № 3. С. 632–650.

Семинский К.Ж., Борняков С.А., Добрынина А.А. и др. Быстринское землетрясение в Южном Прибайкалье (21.09.2020 г., $MW = 5.4$): Основные параметры, признаки подготовки и сопровождающие эффекты // Геология и геофизика. 2021. Т. 62. № 5. С. 727–743.

Чебыкин Е.П., Расказов С.В., Воднева Е.Н. и др. Первые результаты мониторинга $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах из активных разломов западного побережья Южного Байкала // ДАН. 2015. Т. 460. № 4. С. 464–467.

Rasskazov S., Ilyasova A., Bornyakov S. et al. Responses of a $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratio in groundwater to earthquakes of the South Baikal basin, Siberia // *Frontiers Earth Sci.* 2020. V. 14. P. 711–737.



Остров Итуруп: ПО СЛЕДАМ ВУЛКАНИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ



СМИРНОВ Сергей Захарович – доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе Института геологии и минералогии имени В. С. Соболева СО РАН (Новосибирск), профессор Новосибирского государственного университета, ведущий научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и минералогии им. А. А. Трофимука СО РАН Автор и соавтор более 150 научных работ

С давних пор вулканы являются источником суеверного страха и объектом почитания для человечества. Но также и причиной, порождающей желание понять сущность вулканизма и научиться если не противостоять, то хотя бы предсказывать катастрофические извержения и предотвращать самые ужасные последствия... Чтобы понять механизмы подобных катастроф, новосибирские исследователи направились в один из самых удаленных уголков нашей страны – на Курильские острова в поисках свидетельств масштабных вулканических извержений недавнего прошлого

Ключевые слова: извержение, вулкан, пемза, кальдера, Белые скалы, остров Итуруп, Курильские острова.

Key words: eruption, volcano, pumice, caldera, White Cliffs, Iturup Island, Kuril Islands



У ученых отсутствует мотив просто сделать что-то «героическое». Совершенно другая цель – найти и изучить.
 Академик Н.Л. Добрецов

Вулканы и их извержения, как и все явления природы, многообразны. На некоторые активные вулканы даже водят туристов, а к другим стараются не приближаться.

Наиболее строптивым характером обладают вулканы с так называемыми *эксплозивными извержениями* (от фр. *explosive* – взрыв). Вулканические взрывы – явление стремительное. В мгновение ока из жерла в воздух устремляется огромное количество раскаленного пепла, смешанное с вулканическим газом, которое выбрасывается за очень короткое время.

Рядовые взрывы длятся несколько секунд или минут: выброшенные за это время тучи пепла и газа представляют собой захватывающее зрелище, но быстро рассеиваются и не создают значимой угрозы. Если же извержение длится несколько часов, то масса выброшенного материала может достигать сотен мегатонн. Так, относительно небольшой взрыв на о. Райкоке в средней части Курильских островов в 2019 г. длился 10 часов и выбросил в воздух около 400 Мт пирокластического материала (McKee *et al.*, 2021; Smirnov *et al.*, 2021).

Что же случится, если подобное извержение будет длиться несколько дней или даже недель? Объем выброшенных на поверхность земли горных пород будет настолько велик, что в этом месте образуется огромная впадина, чаще всего округлой или эллипсовидной формы.

Впервые ученые обратили внимание на такие вулканические впадины в первой половине XIX в., назвав их *кальдера* (от исп. *caldera* – котел). Уже в то время

британский ученый Чарльз Лайель, один из основоположников современной геологии, предположил их связь с гигантскими взрывами, но только в 1941 г. американский геолог Хоуэлл Вильямс описал механизм возникновения крупных кальдер. Он доказал, что кальдера – это результат не исполинского взрыва, а опускания блока горных пород, перекрывающего огромный магматический очаг, опустошенный многочисленными взрывами.

Некоторые извержения кальдерных вулканов привели к выбросу из недр сотен и даже тысяч кубических километров магматического материала. Вулканы с такими извержениями называют *супервулканами*. Один из примеров – вулкан Тоба на о. Суматра в Индонезии. Его взрыв 74 тыс. лет назад за несколько дней вынес из недр 7 млн Мт магмы, что по объему сопоставимо с озером Виктория в Африке (Self, Blake, 2008).

Но извержения кальдерных вулканов – явления редкие. За весь период письменной истории на Земле случилось только десять таких извержений, при этом по меньшей мере половина из них привела к глобальным климатическим изменениям. Так, извержение вулкана Тамбора в Зондском архипелаге в 1815 г. повлекло резкое падение летних температур на Евразийском и Северо-Американском континентах. А образование кальдеры вулкана Ринджани в этом же регионе в XIII в., как считают некоторые ученые, внесло свой вклад в резкое глобальное снижение температуры, которое через столетие привело к Малому ледниковому периоду.

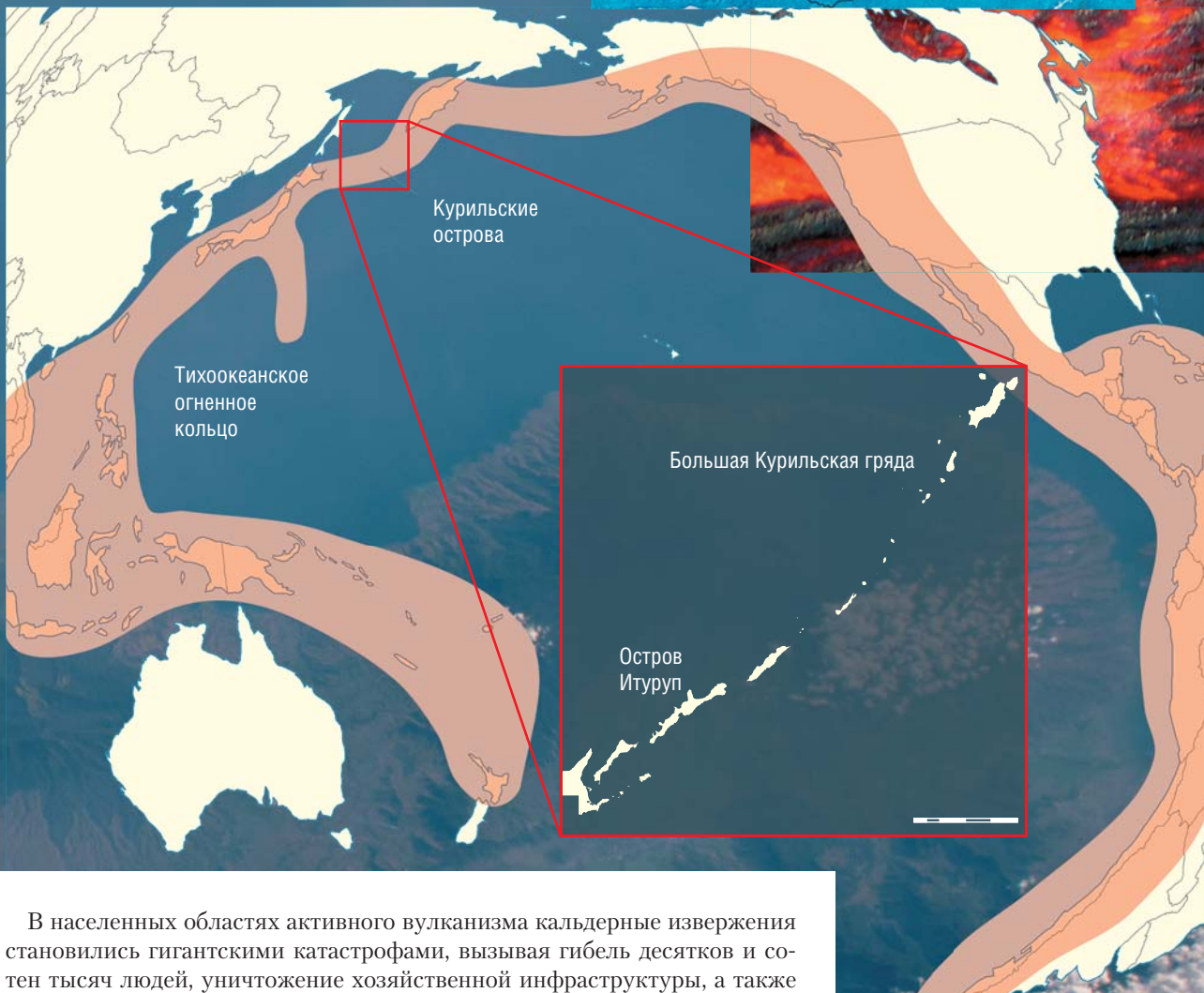
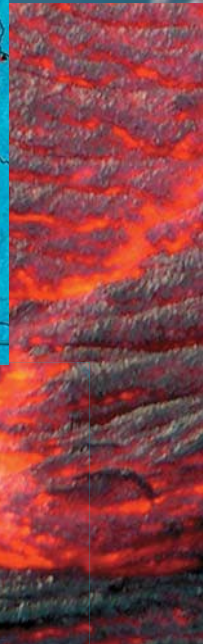
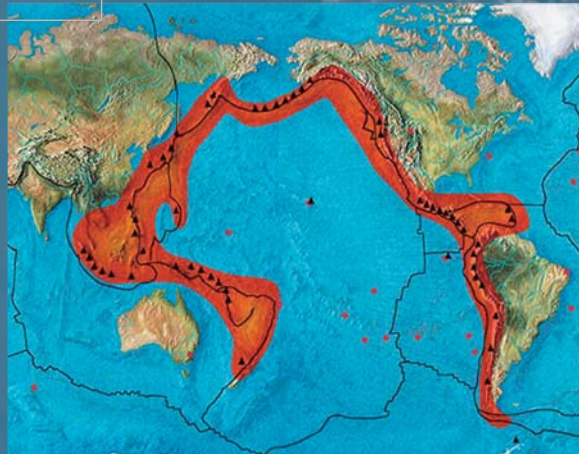


Вулкан на средиземном о. Тира, не выдержав собственного веса, рухнул в опустошенный извержением магматический резервуар, образовав кальдеру и группу островов Санторин в Эгейском море (вверху). © CC BY-SA 2.0/Gabriela Fab

1816 г., после взрыва вулкана Тамбора в 1815 г., стал «годом без лета». Во время этого крупнейшего извержения в истории человечества высота вулкана уменьшилась примерно на треть и образовалась кальдера диаметром 7 км (внизу). © NASA/Christina Koch



Курильские острова входят в так называемое Тихоокеанское огненное кольцо — область протяженностью около 40 тыс. км по периметру Тихого океана, где располагается большинство действующих вулканов и случается множество извержений и землетрясений



В населенных областях активного вулканизма кальдерные извержения становились гигантскими катастрофами, вызывая гибель десятков и сотен тысяч людей, уничтожение хозяйственной инфраструктуры, а также флоры и фауны. Яркий пример — образование кальдеры на месте о. Тира в Эгейском море, известной ныне как вулкан Санторин, что уничтожило минойскую цивилизацию античного мира. Согласно Геродоту, заселение островов, окружающих затопленную морем чашу кальдеры, началось лишь спустя пять веков.

Но какие причины приводят к таким мощным извержениям? Какие последствия сулят колоссальные взрывы? И где ожидать следующий пароксизм?

Курильские острова включают 56 отдельных островов, образующих две параллельные гряды: Большую Курильскую и Малую Курильскую



Белые скалы о. Итуруп

Скалы из пемзы

Кальдерные извержения могут происходить во всех вулканических областях, расположенных как внутри литосферных плит, так и на их окраинах. В недавнем геологическом прошлом гигантские пароксизмы сотрясали запад Северной и Южной Америки – восточную часть *Тихоокеанского огненного кольца*. Мощные взрывы не раз накрывали острова Зондского архипелага. В России большое количество кальдерных вулканов расположено на Камчатке и Курильских островах, и некоторые из них до сих пор активны.

Большая часть отечественных исследований молодых кальдер проведена на полуострове Камчатка. В то же время Курильские острова – архипелаг, протянувшийся на 1,2 тыс. км от южной оконечности Камчатки до о. Хоккайдо, – оказались практически неизученными. На этих островах расположена 21 хорошо выраженная кальдера, образовавшаяся в период от среднего плейстоцена до голоцена. Больше всего кальдер сосредоточено на Итурупе – самом крупном из островов Большой Курильской гряды.

Изучением причин, порождающих эксплозивные извержения и приводящих к образованию кальдер, на примере вулканов Южных Курил занялись сотрудники лаборатории термобарогеохимии Института геологии и минералогии имени В. С. Соболева СО РАН (Новосибирск). И началось все с экспедиции на перешеек Ветровой о. Итуруп в 2015 г.

Остров Итуруп – один из четырех островов гряды, где есть постоянные поселения. Здесь расположен г. Курильск, административный центр Курильского округа. Именно отсюда экспедиционному отряду необходимо добираться до нужных объектов. И хотя вблизи города и других поселений есть дороги, но они не ведут туда, куда нужно геологам. Поэтому приходится договариваться с местными жителями о найме автомобиля, вездехода или моторной лодки.

Один из важнейших и, пожалуй, самый загадочный геологический объект на Итурупе – *пемзовые туфы* перешейка Ветрового. Туфы – это продукт гигантского вулканического взрыва или серии взрывов, которые превращают вязкую магму в пену. Вылетая из жерл, пена мгновенно закаливается и становится пористой *пемзой*. Взрыв Ветрового произошел 20 тыс. лет назад, породив мощную толщу таких туфов. Около 60% объема пемз Ветрового составляют пузырьки и пустое пространство, и это делает их настолько легкими, что они могут плавать в воде.

Выходы туфов в 15 км от п. Рейдово – предмет паломничества туристов со всего мира – носят название Белые скалы. Ветра и дожди, как скульпторы, вырезали в них удивительные по своей ажурности и изяществу кружева ущелий. Белизна скал контрастно подчеркивается черными пляжами, раскинувшимися у их подножия.



Остров Итуруп – крупнейший из островов Большой Курильской гряды. Он является местом, где расположено самое большое количество кальдерных вулканов. На карте острова показаны наиболее крупные из этих вулканов, а также вулканы, образовавшиеся в недавнем геологическом прошлом

В спокойную погоду эта дорога сопоставима с лучшими асфальтовыми шоссе, но такая погода на островах – редкость.

В прилив, при штормовом западном ветре косматые валы Охотского моря яростно накатываются на пляжи и с разбега бьют прямо в белые утесы. В таких условиях проезд по дороге требует исключительного мастерства и мужества. Не раз бушующие волны утаскивали в море заглохшие «Уралы» и КамАЗы, и хорошо, если людям удавалось вовремя выбраться. По этой причине владельцы автомобилей неохотно соглашаются на дальние поездки, а нам нужна именно такая.

Наконец смельчак-водитель найден, условия оговорены, выезжаем. С погодой везет. Местный водитель правильно оценил время, чтобы миновать самые опасные места при отливе. И вот уже грузовик едет мимо великолепных белых утесов с кружевными ущельями. Но мы не столько любимеся, сколько пытаемся на ходу оценить петрографию пемзовой толщи.

Вот в вертикальной стенке виден слой из глыбовых пемз диаметром до полуметра. Во время извержения такие куски не вылетают высоко в воздух и не уносятся

Такие пляжи – не просто любопытное явление природы, а месторождение руд, богатых железом, титаном и ванадием. За тысячи лет прибойные волны растерли в пыль белые пемзы, и море унесло легкие песчинки в свои глубины. Но в белых пемзах есть черный тяжелый минерал – *магнетит*, и даже самый сильный шторм не в силах утащить его на глубину. Так этот минерал накапливается на пляжах.

Но любясь красотой Белых скал, нельзя забывать, что курильская природа полна сюрпризов и реальных опасностей. Великолепные пляжи вдоль скал – это единственная дорога, связывающая Рейдово и Курильск с перешейком Ветровым.



далеко от жерла. Значит, оно было где-то рядом и выбросило гигантское количество вспененной магмы за короткий промежуток времени. А массовая скорость истечения магматической пены и других фрагментов из жерла при таких извержениях может достигать от сотен тонн до десятков мегатонн в секунду (Self, Blake, 2008; McKee *et al.*, 2021). Но в том-то и заключается загадка перешейка Ветрового, что до сих пор неизвестно, где находились жерла и каковы очертания кальдеры.

Белые скалы Итурупа – это отложения пемзовых туфов, продукта гигантского вулканического взрыва или серии взрывов, которые превращают вязкую магму в пену. Застывшая пена (пемза) очень пористая и может легко плавать в воде

Цветущие луга Ветрового

Пролетев около 22 км от Рейдово и миновав Белые скалы, машина поворачивает на перешеек Ветровой. Это самое низкое место острова, где ничто не препятствует ветрам, дующим с Тихого океана на север и с Охотского моря на юг. Отсюда и название, которое дали перешейку в 1950-х гг.

Помимо ветров, через перешеек постоянно идут туманы, поэтому это место влажное и все заросло буйной луговой растительностью. Травы могут достигать роста человека. Ближе к горам луга сменяются абсолютно непроходимыми зарослями березок и карликовой ольхи – главным препятствием к детальному изучению отложений катастрофического извержения.

Жемчужина перешейка – пологая Ручарская долина, прорезающая пемзовые толщи в его северо-западной части. Высокая влажность и здесь порождает многообразие растительного мира. Наверняка для ботаников перешеек Ветровой представляет не меньший интерес, чем для геологов. Лето на Курилах короткое, и практически все это время на буйных лугах перешейка

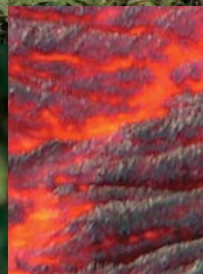


на стр. 32



Добраться до стратовулкана, метко названного Клумбой (на заднем плане), удалось только через три года с помощью вездеходной техники (справа)





Благодаря ветрам с Охотского моря, несущим влагу, и частым туманам луга на перешейке Ветровом и в Ручарской долине отличаются буйным разнотравьем со множеством цветущих растений



и Ручарской долины распускаются дивной красоты цветы: оранжевые, красные, желтые, синие, белые... Саранки, шиповник, лилии, гвоздики и многие другие, нам незнакомые.

«Прямо клумба», – проносится в мозгу, когда наблюдаешь все это великолепие. Видимо, поэтому геологи назвали Клумбой небольшой стратовулкан посреди перешейка, образованием которого завершился активный вулканизм в этом месте. Это тоже интересный для нас объект. Но попытка дойти до него пешком, которую мы предпримем позже со стороны Тихого океана, не удастся. Протопав 20 км, мы с грустью вернемся к своим палаткам, переживая неудачу.

Только три года спустя, уже на вездеходе, мы проломились через непроходимые заросли ольхи и все-таки исследуем вулканический конус посреди цветущих лугов Ветрового. Тогда же увидим и тихое, прозрачное озеро Тайное, занимающее одно из поздних вулканических жерл, которые выбросили последние порции пемз несколько тысяч лет назад.

Пока же наш путь лежит к побережью Тихого океана, где у мыса Конакова мы разобьем временный лагерь и проложим маршруты для изучения разрезов пемзовой толщи. Именно в этом месте она имеет максимальную мощность, что позволяет в деталях изучить древнее извержение.

Только скальные мысы на тихоокеанском побережье могут служить защитой экспедиционному лагерю от бушующего океана

«Дом» у океана

На перешейке тишина, нарушаемая только ревом двигателя нашего грузовика. Даже ветер, обычный в этих местах, не шумит – сейчас от него защищают прибрежные дюны. Но вот машина выбирается за их линию и спускается к берегу Тихого океана. Несмотря на почти полный штиль, океан ревет. На берег накатываются огромные валы и с грохотом разбиваются в белоснежную пену. Пока отлив, машина может легко проехать по пляжу до места, закрытого от волн и ветра скальным мысом Конакова. Здесь, выше зоны прилива, на луговой траве мы поставим наши палатки.

Водитель торопит нас с разгрузкой, ведь погода может измениться в любой момент, и он хочет пройти опасные места на побережье до начала прилива. Мы остаемся в компании ревущего Тихого океана, низких косматых облаков и белых пемзовых утесов – молчаливых свидетелей недавней геологической катастрофы.

Мощные эксплозивные извержения выбрасывают в воздух и на поверхность земли огромное количество

В любой экспедиции главное дело – установка лагеря. Поставить лагерь – это значит построить дом, стены которого защитят от непогоды, диких зверей, дадут тепло и сухость после тяжелых маршрутов. Крохотный островок, где любая удобная мелочь становится проявлением уюта.

Но экспедиционный дом – это палатки из тонкой ткани, металлических и пластиковых трубок, они не смогут сдержать натиск природной стихии. Поэтому при устройстве лагеря учитываются и возможные направления ураганного ветра, и перспектива затопления паводковыми водами и штормовыми волнами. Правильно установленные палатки – символ безопасности и уверенности в успешном выполнении поставленных задач.

Последний штрих в устройстве лагеря – огонь. Море выбрасывает на берег все, что смыто с кораблей и берегов штормами: бревна и доски, стволы поломанных деревьев. Ветер и солнце высушивают их, превращая в идеальное топливо. Сначала тонкие веточки, затем палочки потолще, а уж затем целые стволы и комли бревен – вот и костер. Дом готов, и мы строим планы будущей работы

пород и застывшие фрагменты магмы, часто превращенные в обломки или раздробленные в мелкую пыль. Образовавшиеся таким образом отложения называют *пирокластическими*, или *вулканокластическими*. Они образуют на поверхности слои, покрывающие горы и долины вокруг вулканического центра.

Объем изверженного материала, сформировавшего туфы перешейка Ветрового, оценивается в 100 км³. Это одно из крупнейших извержений, произошедших на Курильских островах в четвертичном периоде, т.е. за последние 2,5 млн лет. Наша задача – определить состав магмы в магматическом очаге и оценить причины его высокой *эксплозивности* (способности производить мощные взрывы).

Очевидно, что перед извержением очаг представлял собой что-то вроде огромной бомбы. Но какое взрывчатое вещество было в нем заключено? Каким был запал? И что привело эту бомбу в действие? Ответ на эти и другие вопросы можно получить, изучая пемзы и слагающие их минералы.

Толщи пирокластических пород позволяют реконструировать состав вулканического очага. При этом





его верхней части будут соответствовать пемзы, лежащие в самом низу разреза, и наоборот. Таким образом, отбирая образцы снизу вверх по разрезу, мы узнаем, как был устроен вулканический очаг перед извержением. Был ли он однородным или содержал различные по составу магмы, а если различные, то как они располагались в очаге? Нам также было интересно узнать, были ли перерывы в образовании пирокластической толщи, для чего требовалось найти прослой почв или продуктов размыва пирокластике реками и ручьями.

Итак, задачи поставлены – в путь.

Вслед за извержением

Мы идем вверх по узким ущельям с крутыми стенами, промытыми ручьями в пемзовой толще. Чтобы подняться от нижних слоев к верхним, надо залезть либо на крутой склон прямо у устья, либо в верховья ручья.

Мы выбираем второй путь как менее трудоемкий и опасный. Идти вверх по руслу ручья достаточно легко, но всегда нужно опасаться встречи с хозяином этих мест – бурым медведем. На склонах ущелий спеет ягода, любимое лакомство медведей, и не хотелось бы тревожить их во время трапезы. Идем и шумим максимально громко. Если медведь заранее услышит приближение человека, он, вероятнее всего, постарается скрыться.

Мы поднимаемся между крутых обрывов, тщательно изучая состав

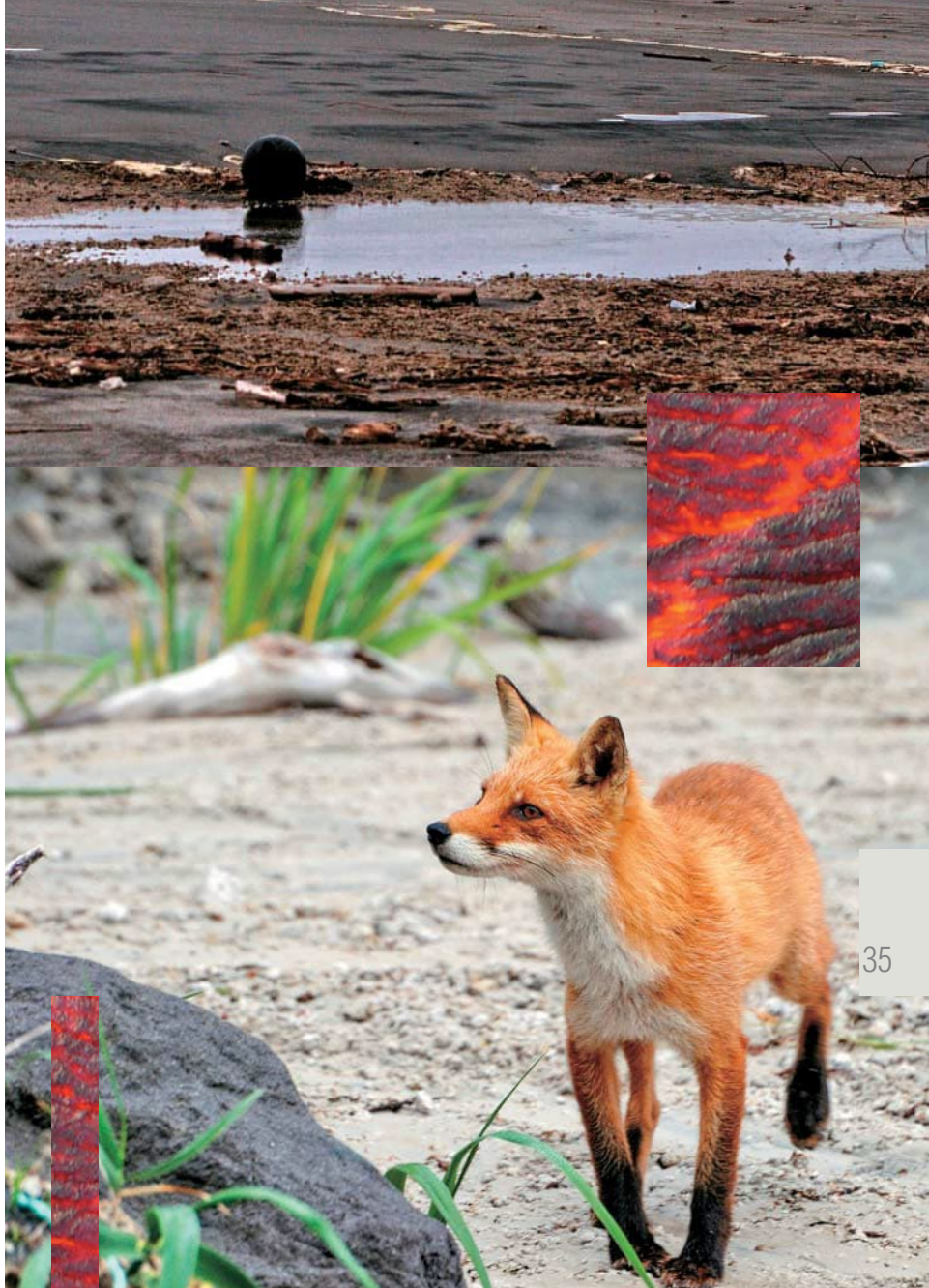


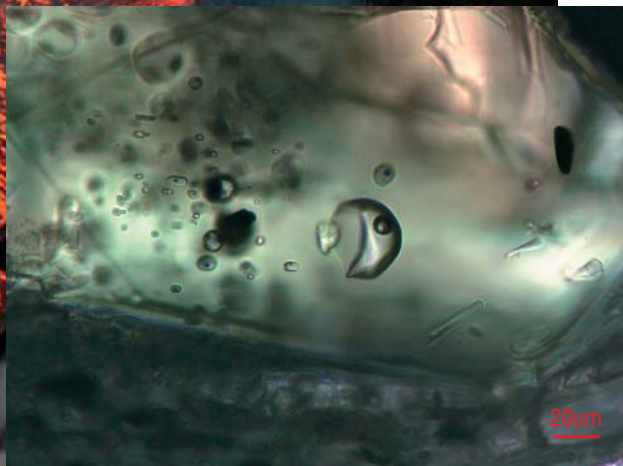


туфов, обнажающихся у русла ручья. Русло постепенно повышается, и мы поднимаемся вверх по разрезу. В верховьях склоны чуть более пологи, по ним можно карабкаться, цепляясь за траву и кусты. Там, где трава не покрывает горные породы, отбираем образцы пемз. С места, где стоит лагерь, мы можем добраться лишь до высоты около 150 м над уровнем моря – выше либо отвесные обрывы, либо непроходимые заросли. Но исследовано уже больше половины видимого разреза.

Сразу становится ясно, что все слои толщи сформировались практически одновременно. Перед нами открывается картина настоящей катастрофы. Множество гигантских взрывов выбрасывает в воздух колоссальное количество пепла и пемзы. Небо затянуло плотными пепловыми тучами, по земле прокатываются лавины раскаленных пемзовых пирокластических потоков. Впереди с огромной скоростью летят горячие, сметающие все на своем пути волны пепла. И все это в кромешной тьме, разрезаемой всполохами молний. Очевидно, что после такого катаклизма территория вокруг современного перешейка Ветрового на сотни, а может быть, и тысячи лет превратилась в мертвую пустыню, по которой тихоокеанские тайфуны гоняли смерчи из вулканического песка.

...Несмотря на неумолкаемый рев океана и штормовые волны, нам везло с погодой. Ни дождей, ни ураганного ветра, туманы и мелкая морось не в счет. Медведи также не беспокоили нас. Только семейка





лис кружила вокруг лагеря, но очень воспитанно наблюдала за всем происходящим издалека.

Наконец работы закончены, образцы собраны и упакованы. Теперь главная задача – добраться до лабораторий родного института, где можно уже заняться разгадыванием таинственных процессов, происходивших в вулканическом очаге перед катастрофой.

В назначенный час по освобожденному отливом берегу к нам спешит уже знакомый грузовик. И вновь, подгоняемые нетерпеливым водителем, мы быстро закидываем в кузов потяжелевшие от камней рюкзаки, прыгаем туда сами и уже на ходу прощаемся с белыми утесами и суровыми скалами мыса Конакова, так заботливо укрывавшими нас от волн и ветра, и с ревущим прибоем Тихого океана.

Мы вернемся сюда через три года, чтобы проверить возникшие гипотезы. Убедиться в правоте одних и усомниться в других.



Кристаллы минералов из образцов пемзы, собранной на мысе Конакова, в которых хорошо видны включения расплава, несущие бесценную информацию о подготовке к вулканической катастрофе. *Сверху вниз:* кварц, пироксен, плагиоклаз

Незримые свидетели

Еще в древности ученые заметили, что включения в кристаллах несут информацию об истории их образования. Сначала их использовали как средство определения подлинности драгоценных камней. Позже, с появлением сначала оптических, а потом и электронных микроскопов, стало возможным с их помощью реконструировать условия, при которых идет образование минералов в недосыгаемых для прямых наблюдений недрах Земли. Мы также воспользовались крохотными, часто незаметными невооруженному глазу включениями, чтобы расшифровать события, предшествовавшие катастрофе на о. Итуруп.

Растущий кристалл захватывает, помимо других минералов, и мельчайшие капельки расплавов и *флюидов* (газообразных компонентов магмы или обогащенных газами жидких растворов), из которых он формируется. И это очень важно, так как при изучении горных пород прямая информация о том веществе, из которого образуются минералы, как правило, исчезает. Расплавы превращаются в ассоциации минералов, а флюиды уходят по порам и трещинам и рассеиваются в недрах. И только крохотные включения, захваченные минералами, сохраняют эту, казалось бы, навсегда утраченную информацию.

Из привезенных образцов пемз мы извлекли содержащиеся там минералы – они росли в магме вулканического очага непосредственно перед началом извержения. Обнаруженные в них включения расплавов и флюидов помогли определить температуры, давления и особенности изменения химического состава этих веществ.

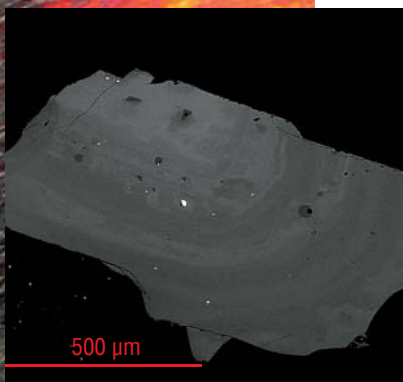
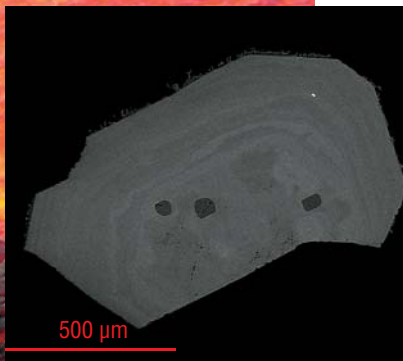
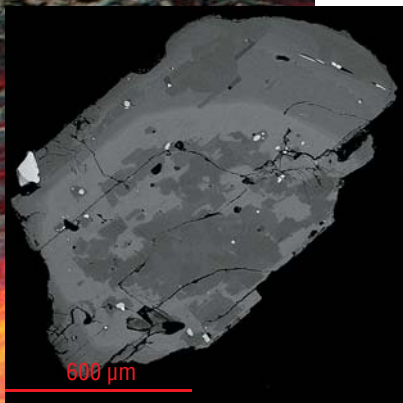
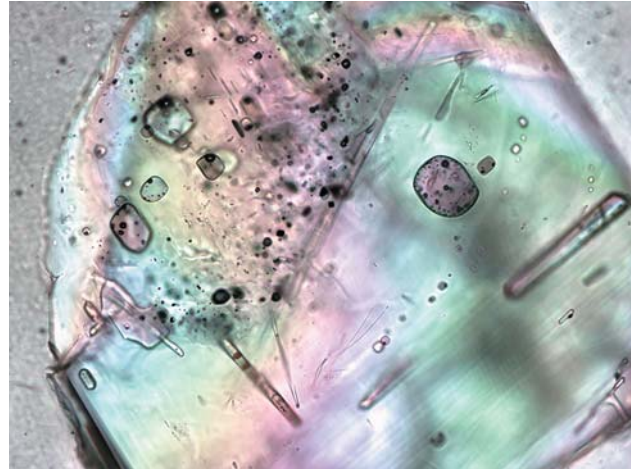
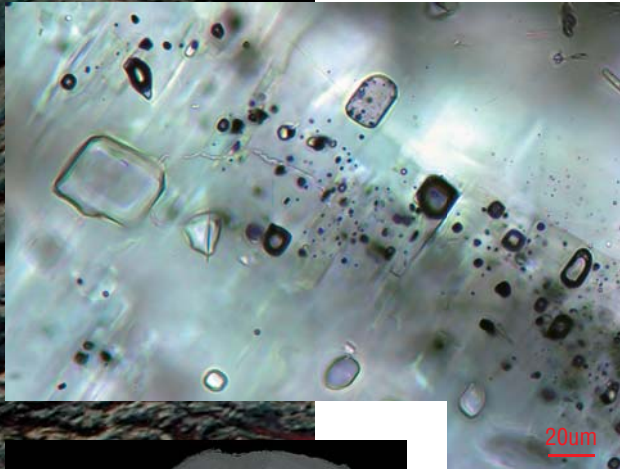
Оказалось, что извержение было связано с огромным очагом магмы из различных минералов и расплава, более чем на 70% состоявшего из *кремнезема* (диоксида кремния, SiO_2). Такие расплавы, которые геологи называют *кислыми*, обладают очень высокой вязкостью. Настолько высокой, что, например, при ударе они раскалываются, а не разбрызгиваются, как обычная жидкость. Но в земной коре эти расплавы могут перемещаться только в случае, если они разогреты до высоких температур или содержат разжижающие их летучие компоненты. Именно с последними связывают высокую explosивность извержений кислых магм.

Известно, что, если летучие компоненты содержатся в жидких и легкотекучих расплавах, их выделение приводит к образованию флюидов в виде легко всплывающих пузырьков. Эти пузырьки поднимаются вместе с магмой по подводящим каналам вулканической постройки и либо лопаются на поверхности лавовых озер, либо уходят из расплавов по порам и трещинам в боковые горные породы, появляясь на поверхности уже в составе фумарольных газов.

Совсем другая картина возникает в случае кислого состава расплава. Его высокая вязкость препятствует всплытию пузырьков, которые не могут покинуть расплав и создают в нем очень большое давление. Магма начинает давить на перекрывающие ее горные породы, что порождает вздымание поверхности и образование трещин, через которые вязкая и легкая магма поднимается к поверхности (см. схемы на стр. 40–41).

По мере этого подъема давление горных пород уменьшается, и пузырьки в магме начинают быстро расти, постепенно объединяясь и превращая расплав в настоящую пену. Она расширяет трещины и все быстрее устремляется к поверхности. Как только трещина достигнет поверхности вулкана, рост и образование пузырьков в пене становится лавинообразным – происходит первый взрыв. Он разрушает горные породы вокруг трещины и еще больше уменьшает давление вмещающих пород на магму. Уже не только в трещине, но и в более глубоких частях очага начинают образовываться и расти пузырьки газа, уменьшая плотность магмы и увеличивая ее подвижность.





В кристаллах плагиоклаза можно отчетливо проследить не только включения флюидов и расплава (*вверху*), но и зоны роста (*внизу*), чей рисунок зависит от внешних условий, в которых кристалл формировался

Эта смесь с легкостью просачивается в другие трещины и, расширяя их, выходит на поверхность, порождая все новые и новые взрывы. Многочисленные трещины освобождают огромный объем вспенившейся магмы, которая с колоссальной силой вырывается на поверхность, разрушая все на своем пути. Горные породы, перекрывающие освобожденный от магмы очаг, проваливаются вниз, выдавливая дополнительные порции магмы через вновь образованные трещины (*см. схемы на стр. 40–41*).

Вот так, как полагают вулканологи, развиваются извержения, порождающие кальдеры.

Привезенные с Итурупа образцы позволили установить, что в магме вулканического очага могли присутствовать пузырьки флюида. Выделяясь из магмы, флюиды ведут себя подобно газу и стремятся увеличиться в объеме, но при недостатке свободного места способствуют росту давления в очаге. Но в данном случае выделение флюидов само по себе не стало причиной взрывов, и сделать такой вывод позволил минерал *плагиоклаз*.

В отличие от других минералов, порожденных магмой с перешейка Ветрового, он имеет зональное строение, при этом каждая зона отвечает определенному времени роста кристалла. Изучая состав и очертания зон роста, мы можем узнать, как изменялись температура, давление и состав материнского расплава, из которого рос плагиоклаз. Если бы выделение флюида привело к взрыву и опустошению очага, рост этого минерала прекратился бы. Однако он продолжался даже после того, как выделение флюида закончилось.

Спусковым механизмом для катастрофического взрыва, по-видимому, явилось накопление выделившихся магматических флюидов, которым не удалось покинуть очаг. Уточнить возможность такого сценария опять помогли крохотные затворники – включения в минералах.

Плагиоклаз содержит включения капелек расплава, превратившегося в стекло, и пузырьки магматических флюидов. Современные методы микроанализа позволяют определить точное содержание почти всех химических элементов буквально в точке – объеме образца, равном 10^{-8} – 10^{-9} мм³. С помощью этой новейшей техники удалось установить, что и пузырьки,

и стеклянные капельки содержат воду.

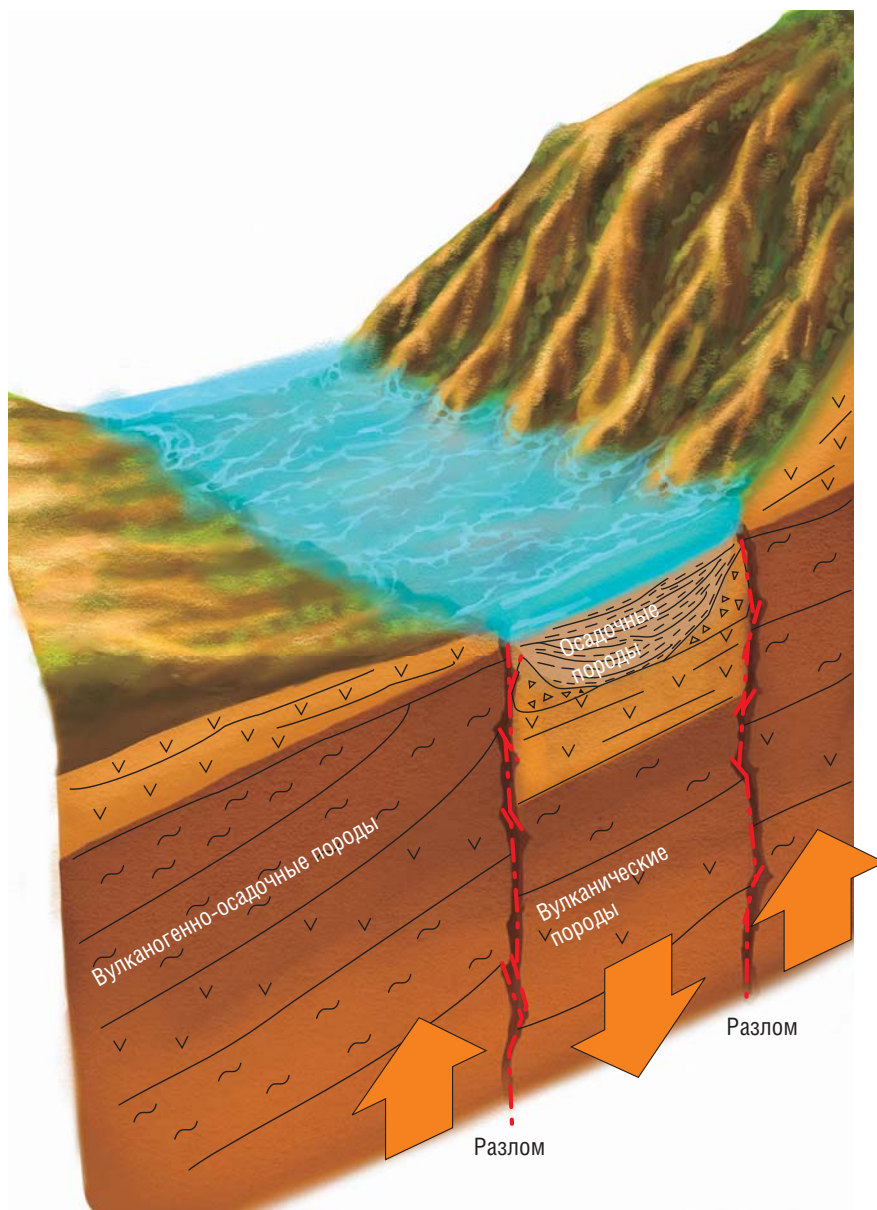
Выяснилось, что магматический расплав в разных участках очага включал от 3 до 6 мас. % воды, а выделявшиеся из него флюиды на 98% состояли из воды и имели плотность 0,22 г/см³ (Smirnov *et al.*, 2019). На основе этих данных можно оценить давление в момент, когда флюиды выделялись из магмы, и оно будет близко к давлению вышележащих пород, сдерживающих взрывную энергию магмы.

Значение этого показателя оказалось примерно равным 1000 атмосфер, из чего следует, что готовая к извержению часть магматического очага была расположена на глубине около 3 км от земной поверхности. Однако, согласно теоретическим моделям растворения воды в магмах, на таких глубинах расплав должен содержать ее гораздо меньше, чем мы обнаружили. Объяснить этот феномен можно только тем, что в очаге или отдельных его участках давление магмы превышало давление перекрывающих пород. По нашим расчетам, примерно в 2–3 раза.

Сценарий катастрофы

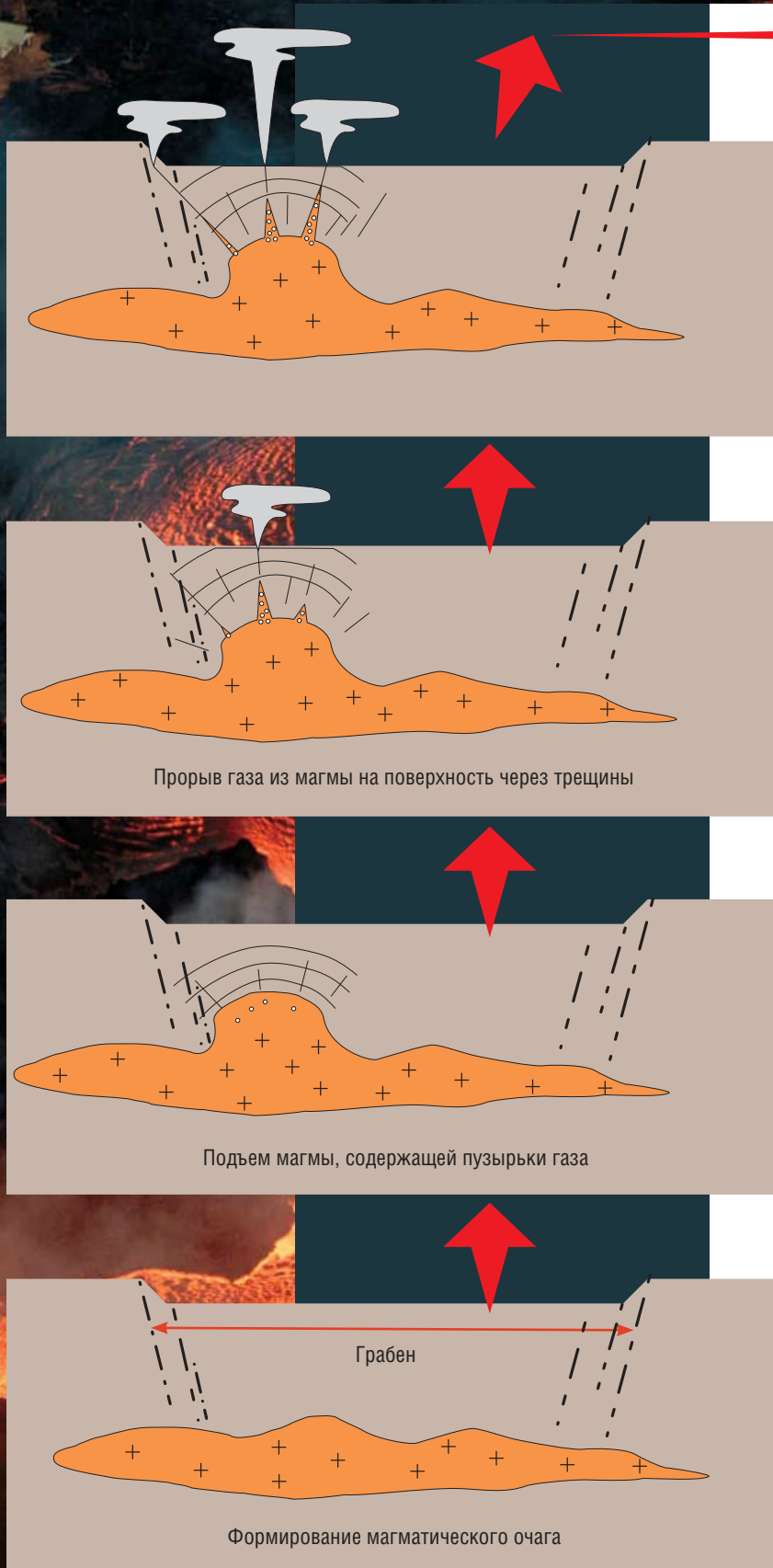
На основе этих данных вырисовывается такой сценарий извержения. Насыщенная водяным паром и другими газами магма, в которой началось выделение пузырьков флюидов, скопилась в верхних частях очага. У нее понизилась плотность и немного уменьшилась вязкость, что способствовало росту давления на перекрывающие очаг твердые горные породы (*кровлю*). Выделение пузырьков магматического флюида и их изоляция внутри все еще достаточно вязкой магмы взвело механизм взрыва – осталось только спустить курок.

Так случилось, что очаг этого извержения сформировался в краевой части опущенного блока земной коры островной дуги – *грабена*.



Грабены ограничены разломами, по которым и шло опускание. Разломы – это участки земной коры, где ослаблена прочность и возможны тектонические перемещения блоков друг относительно друга. Они уходят своими корнями в недосыгаемые недра, по ним происходит подъем к поверхности глубинных магм и флюидов. Тот факт, что наиболее мощная часть толщи пемзовых туфов на перешейке

Схема строения грабена перешейка Ветрового, где 20 тыс. лет назад сформировался очаг катастрофического взрывного извержения. Стрелками показаны направления относительного перемещения блоков земной коры. Рис. Е. Халфиной



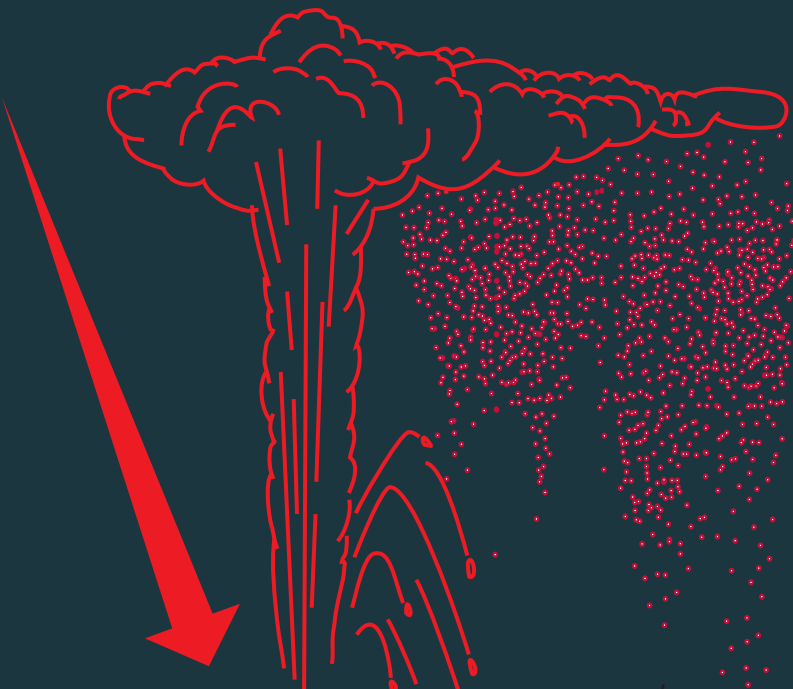
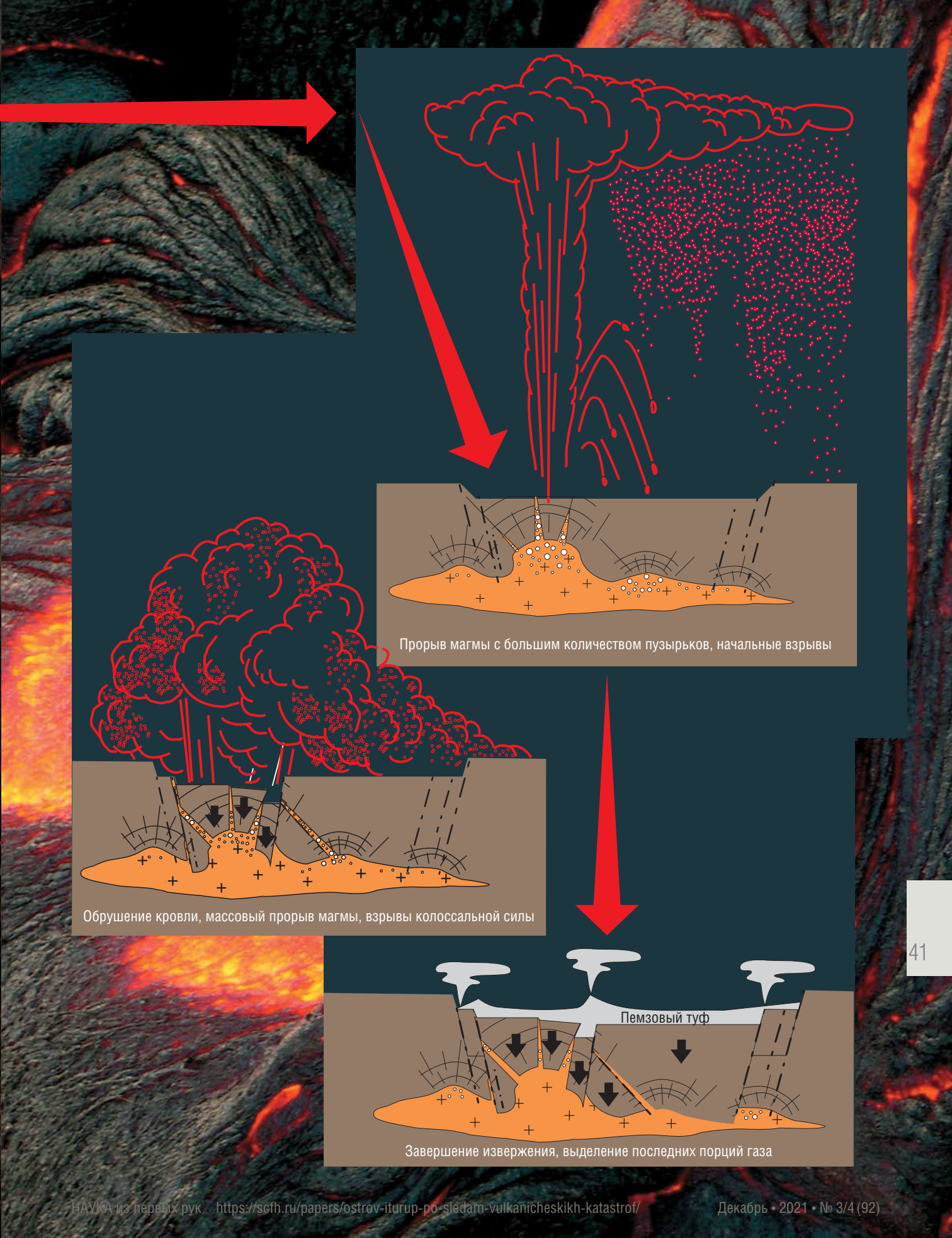
Ветровом проецируется на зону одного из таких разломов, дает основание полагать, что движение по нему и активировало «взрыватель».

Катастрофа, отдельные детали которой стали понятны еще в ходе полевых работ, разразилась на берегу неглубокого морского пролива, разделявшего небольшие острова, вошедшие впоследствии в состав современного Итурупа. Горячие пирокластические потоки практически полностью засыпали пролив, и он сильно обмелел, но благодаря поднятию уровня моря по окончании ледникового периода продолжал существовать еще около 18 тыс. лет. Но тектоника или характерное для таких мощных извержений последующее поднятие поверхности вконец его осушили.

Последние эксплозивные извержения на перешейке имели место около 2 тыс. лет назад, но их сила и масштаб уже не были такими впечатляющими, как главный эпизод образования пемзовых туфов. Вулканическая активность постепенно угасла. Один из последних эпизодов – возникновение небольшого стратовулкана Клубба.

Этот вулкан был рожден магмами с низким содержанием окиси кремния (т. е. не кислыми, а *основными*). Такие магмы зарождаются глубоко в мантии, они менее вязкие и более плотные, чем материнские магмы пемз. Крупный очаг легкой и относительно холодной кислой магмы, существовавший до катастрофического извержения, не пропускал к поверхности горячие и тяжелые основные магмы, породившие Клуббу. Но они питали теплом

Стадии подготовки, начала (слева) и финала извержения в габене перешейка Ветрового, завершившегося катастрофическим взрывом и образованием кальдеры (справа)



Прорыв магмы с большим количеством пузырьков, начальные взрывы



Обрушение кровли, массовый прорыв магмы, взрывы колоссальной силы



Завершение извержения, выделение последних порций газа

и выделившимися из них флюидами очаг катастрофического извержения, также способствуя увеличению подвижности наполняющей его магмы.

И только после того, как очаг был опустошен, такая магма смогла достичь поверхности и образовать свой собственный вулкан. На этом закончилась вулканическая история перешейка Ветрового, начавшаяся с колоссального взрыва, потрясшего этот курильский регион 20 тыс. лет назад.

Когда на месте будущего о. Итуруп разразилось катастрофическое извержение, где-то на просторах Евразии и Северной Америки стояли трескучие морозы последнего ледникового периода. По «сухопутному мосту» Берингии из Сибири на Аляску шла миграция первобытных людей, искавших лучшей доли. Но до активного заселения Курильских островов было еще далеко.

Мы полагаем, что та природная катастрофа не коснулась человеческой популяции. По крайней мере, возраст наиболее древних поселений на Итурупе составляет 8–10 тыс. лет. Но совершенно очевидно, что животный и растительный мир в этой части архипелага в полной мере ощутил на себе губительное дыхание вулкана.

Катастрофическое извержение стало одним из тех событий, которые в дальнейшем привели к образованию крупнейшего из островов Курильской гряды. А у геологов осталось еще очень много вопросов и неразгаданных загадок природы этого дикого, но крайне интересного края Земли.



В экспедициях приняли участие сотрудники ИГМ СО РАН, кандидаты геол.-минерал. наук Д. В. Кузьмин, Т. Ю. Тимина, А. Я. Шевко, а также студенты и аспиранты НГУ И. Р. Низаметдинов, И. А. Максимович, А. А. Котов. Автор благодарит канд. геол.-минерал. наук А. В. Рыбина, заведующего лабораторией вулканизма и вулканопасности ИМГГ ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), за поддержку в проведении исследований и экспедиционных работ

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 18-05-00819, 16-05-00894) и РНФ (грант 20-17-00075)



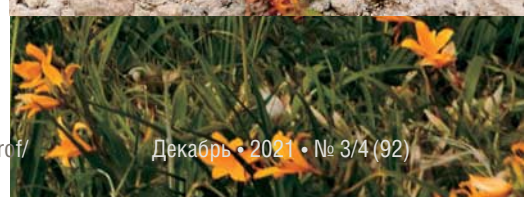
Литература

McKee K., Smith C.M., Reath K. et al. Evaluating the State-of-the-Art in Remote Volcanic Eruption Characterization Part I: Raikoke Volcano, Kuril Islands // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 2021. V. 419. 107354.

Self S., Blake S. Consequences of Explosive Supereruptions // *Elements.* 2008. V. 4. P. 41–46.

Smirnov S.Z., Nizametdinov I.R., Timina T. Yu. et al. High explosivity of the June 21, 2019 eruption of Raikoke volcano (Central Kuril Islands); mineralogical and petrological constraints on the pyroclastic materials // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 2021. V. 418. 107346.

Smirnov S.Z., Rybin A.V., Kruk N.N. et al. Parental Melts and Magma Storage of a Large-volume Dacite Eruption at Vetrovoy Isthmus (Iturup Island, Southern Kuril Islands): Insights into the Genesis of Subduction-zone Dacites // *J. Petrol.* 2019. V. 60(7). P. 1349–1370.





Алмазные раритеты: «КИТАЙСКИЙ ФОНАРИК»

А. Д. ПАВЛУШИН, Л. Д. БАРДУХИНОВ, Д. В. КОНОГОРОВА

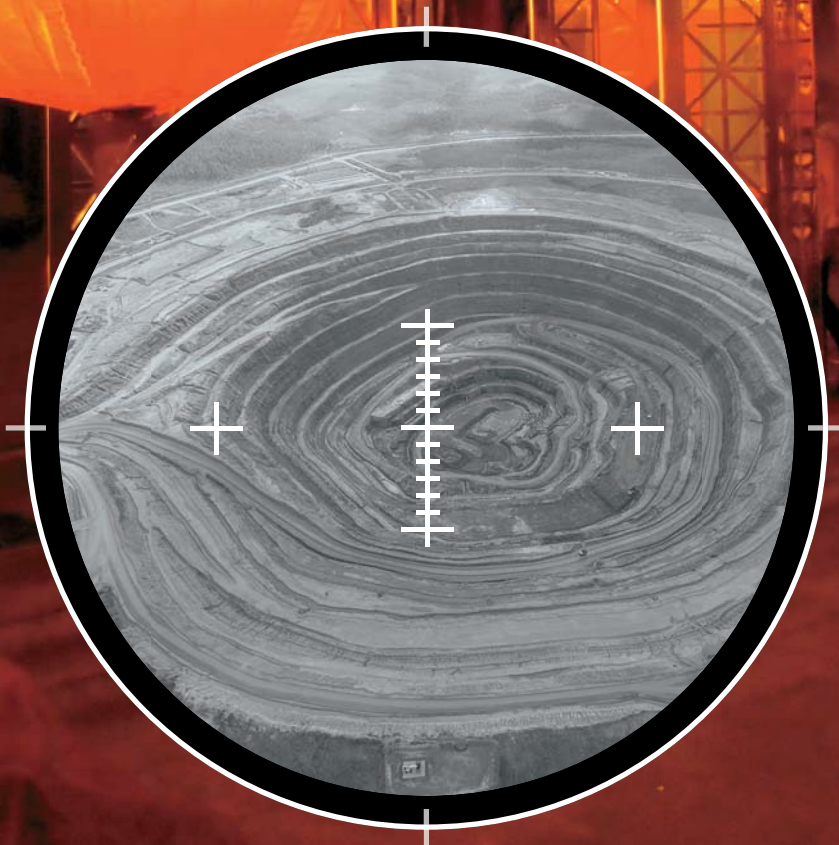


Фото А. Соловьева

© А. Д. Павлушин,
Л. Д. Бардухинов,
Д. В. Коногорова, 2021

Сбор и экспонирование природных алмазов самых причудливых форм и редкого цвета уже стали традицией компании АК «АЛРОСА», одного из мировых лидеров алмазодобывающей отрасли. И это не просто корпоративное хобби. Поиск уникальных экземпляров среди огромной массы добытых алмазов ведется целенаправленно, и значимость каждой находки оценивает группа экспертов. Некоторые из этих дикивин уже получили собственные имена, широкую мировую известность и стали объектами тщательного минералогического исследования. И хотя стоимость некоторых миниатюрных кристаллов, не являющихся ювелирным сырьем, мала, такие находки бесценны как уникальные произведения природы и хранители информации об условиях своего образования. Герой сегодняшней истории – алмаз «Китайский фонарик», напоминающий это праздничное украшение своим оригинальным обликом и дольчатым рельефом поверхности, как будто «склеенной» из фрагментов, как у его бумажного «оригинала»



Ключевые слова: алмаз, кимберлит, кристаллическая решетка, морфология кристаллов, двойникование, двойниковые сростки, алмаз «Китайский фонарик».

Key words: diamond, kimberlite, crystal lattice, crystal morphology, twinning, twinned aggregates, Chinese Lantern diamond



ПАВЛУШИН Антон Дмитриевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии и петрологии алмазонасных провинций Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (Якутск). Автор и соавтор 60 научных работ



БАРДУХИНОВ Леонид Даниилович – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией комплексного изучения алмазов Научно-исследовательского геологического предприятия АК «АЛРОСА» (Мирный). Автор и соавтор 23 научных работ



КОНОГОРОВА Диана Викторовна – инженер лаборатории месторождений алмаза Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Автор и соавтор 10 научных работ



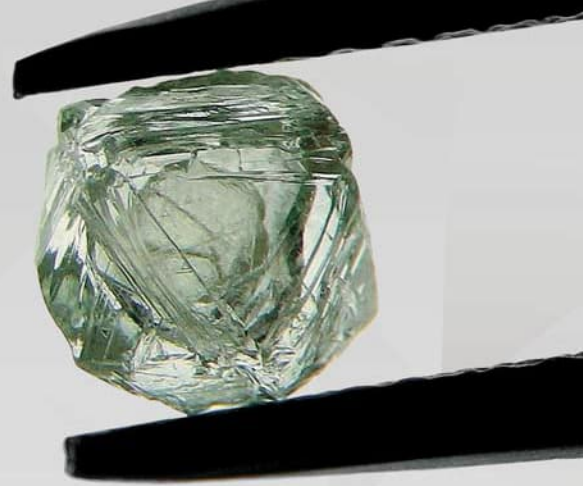
Природные кристаллы алмаза с уникальными свойствами представляют интерес не только для коллекционеров раритетов. Они важны прежде всего с научной точки зрения – специалисты могут «читать» их как книгу с жизнеописанием камня.

Особенности каждого такого кристалла, как правило, характерны лишь для определенной алмазоносной *кимберлитовой* трубки* или целого алмазоносного района. Их особые морфологические характеристики называют *типоморфными*. Они служат своего рода индикаторами специфических условий существования кристалла на всех этапах его жизни: образование в мантии, рост и механическое разрушение, паузы в кристаллизации и возобновление роста, транспортировка из глубин к поверхности земной коры, формирование кимберлитового тела и все последующие изменения.

Все эти процессы оставляют свой след во внутреннем строении алмаза или на его поверхности. Другими словами, в морфологии каждого алмазного индивида «записана» история его жизни. Геологи называют этот метод исследования минералов *онтогеническим*. Попробуем и мы с его помощью прочитать историю «Китайского фонарика» – необычного алмаза весом 1,95 карат, извлеченного АО «Севералмаз» (подразделением АК «АЛРОСА») в 2019 г. на горно-обогатительном комбинате архангельского месторождения алмазов имени М. В. Ломоносова, где перерабатывают кимберлиты сразу из двух трубок: Архангельской и Карпинского-1.

Кимберлитовая трубка «Архангельская» вместе с другими пятью трубками относится к месторождению имени М. В. Ломоносова. Это крупнейшее коренное месторождение алмазов в европейской части России расположено около пос. Поморье (Архангельская область). Оно было открыто в 1980 г., добыча ведется с 2005 г. Самый большой алмаз весом 50,1 карат был найден здесь в 2010 г. *Фото Н. Гернета. Публикуется с разрешения АО «Севералмаз»*

* *Кимберлиты* – магматические горные породы, образующие трубки взрыва



Алмаз «Матрешка».
Кадр видеосъемки «АЛРОСА»

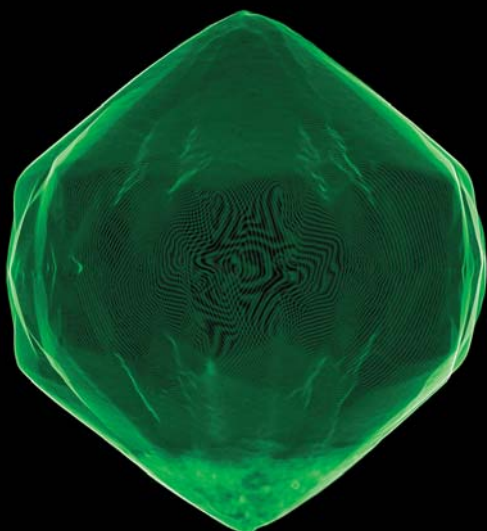
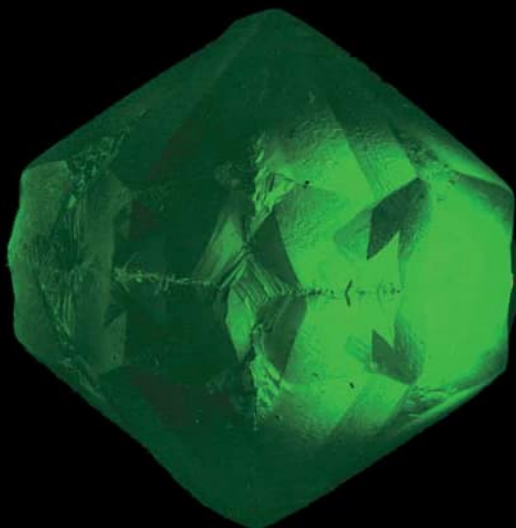
АЛМАЗ В АЛМАЗЕ

Коллекция необычных алмазов АК «АЛРОСА» создана и пополняется новыми находками по инициативе главного эксперта Единой сбытовой организации Л. А. Демидовой. Благодаря ее усилиям у минералогов и кристаллографов впервые появилась возможность детально изучить совершенно уникальные и загадочные по форме алмазы, отобранные при сортировке многочисленным коллективом геммологов из множества добытых кристаллов. И это гигантские цифры, ведь объем годовой добычи компании составляет более 30 млн карат алмазов в год, и весь этот поток до сих пор проходил мимо исследователей.

Самый известный раритет коллекции – алмаз «Матрешка» весом 0,62 карата. Этот кристалл имеет полость объемом 6 мм³, где свободно перемещается алмаз меньшего размера, потому алмаз сначала назвали «Погремущка». По расчетам, внутренний кристалл весит всего лишь 0,02 карата и представляет собой уменьшенную копию своего алмазного «футляра».

Уникальный кристалл был добыт в 2019 г. из трубки «Нюрбинская» Накынского кимберлитового поля (Якутия). Находка не имеет аналогов в истории алмазодобычи, и алмаз получил мировую известность.

Специалисты выдвинули ряд гипотез относительно образования «Матрешки» (Коногорова и др., 2020; Wang *et al.*, 2020; Fritsch, 2021). Однако ни одна из них не дает исчерпывающего ответа о причинах и условиях появления уникальной формы кристалла. Ясно только, что оба эти алмаза образовались приблизительно в одно время, при одинаковых давлении и температуре из общего мантийного источника. Об этом свидетельствуют похожая форма кристаллов, следы совместного роста, одинаковый набор примесных и структурных дефектов и однородная люминесценция



Как светит «фонарик»

«Китайский фонарик» недаром получил свое имя – он может светиться ярко, как настоящий фонарик, но особенным, ядовито-желтым цветом и только в ультрафиолетовых лучах. Под воздействием луча лазера в кристалле возникает свечение, в котором преобладает зеленый оттенок.

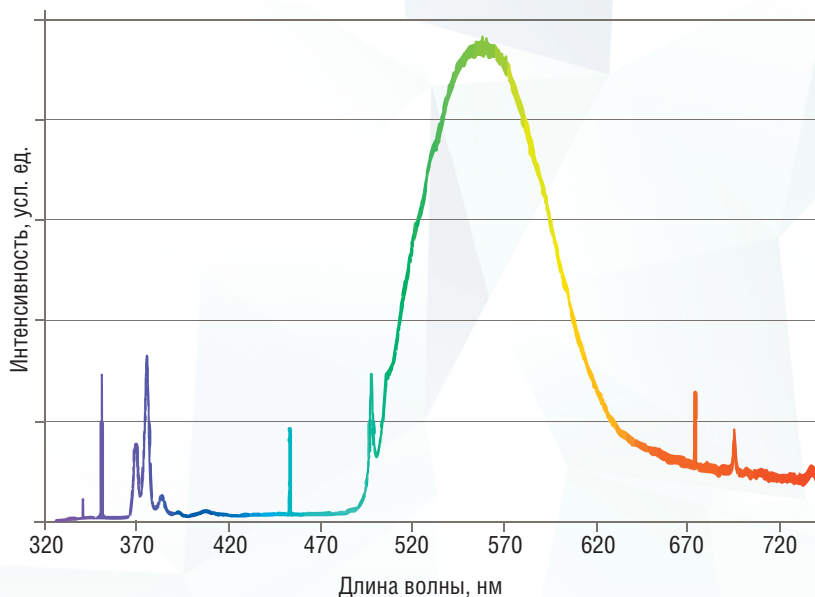
Спектральная характеристика любого алмаза в ультрафиолетовой и инфракрасной областях является уникальным генетическим свойством кристалла, обязательным для изучения. Характер свечения, оптического поглощения и пропускания света определяется присутствием различных примесей и дефектов структуры в кристаллической углеродной решетке алмаза, а их появление отражает все события, связанные с условиями его зарождения, роста и существования в природных условиях.

На графике спектра фотолюминесценции «Китайского фонарика» отчетливо виден максимум свечения, который приходится на границу между областями, соответствующими желтому и зеленому цветам. Это говорит о присутствии в кристаллической структуре дефектов определенного типа – содержащих атомы азота. Азот как элемент, самый близкий к углероду на атомном уровне, является основной примесью в кристаллах алмаза и может образовывать различные дефекты в их структуре.

По спектру поглощения в инфракрасном диапазоне в кристалле было установлено высокое (1375 ат. ppm) содержание структурной примеси азота. Также зафиксировано относительно низкое (25%) содержание структурного В-дефекта, представляющего собой четыре сгруппированных атома азота с вакантным местом в кристаллической решетке, не занятым никаким атомом. Этот дефект появляется в структуре алмаза не сразу, а трансформируется из дефектов, возникших еще на стадии роста кристалла при его длительном нахождении в высокотемпературных условиях. Такие особенности учитывают при оценке времени и температурного режима пребывания алмаза в мантии Земли.

Важно отметить и высокое содержание в алмазе «Китайский фонарик» структурной примеси водорода. Его наличие и очень необычная желто-зеленая люминесценция весьма характерны для алмазов из архангельского месторождения им. М. В. Ломоносова и являются для них типоморфными характеристиками.

На фото сверху вниз: алмаз «Китайский фонарик» в видимом, ультрафиолетовом свете, а также на рентгеновском томографе (срез)



Зарегистрированный спектр фотолюминесцентного свечения алмаза «Китайский фонарик». График раскрашен с использованием палитры, соответствующей реальным цветам (длинам волн) спектра в границах видимого диапазона (от фиолетового до красного)

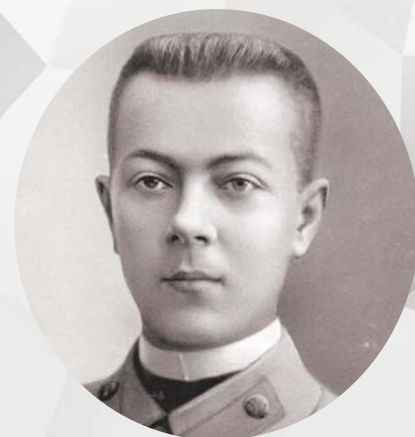
Алмазные «близнецы»

Что касается морфологии нашего алмаза, то его формирование связано с явлением *двойникования* кристаллов – внешне геометрически правильного, а с точки зрения кристаллографа закономерного *симметричного* срастания двух или даже нескольких кристаллов в один сросток.

Двойникование кристаллов любой геометрической формы возможно благодаря тому, что во время роста алмаза его кристаллическая решетка, как в зеркале, симметрично отражается в строении дублера. Это происходит подобно тому, как кирпичная кладка одной стены здания встречается на углу с другой. Таким образом, контакт кристаллических структур сдвойникованных кристаллов идет без нарушения их целостности, и каждый из них без помех транслируется в кристалле-двойнике. В результате образуется цельный кристалл, состоящий из двух зеркально отраженных «двойников» к примеру, из двух кубических индивидов, как в данном случае.

«Китайский фонарик» сначала был ошибочно отнесен геммологами к так называемым *циклическим двойниковым сросткам*. В этом случае в сростке симметрично соединены три-пять кристаллов, последовательно занимающие свое положение вокруг одной общей оси – совсем как в карусели. Но когда наш алмаз подробно изучили кристаллографы, то пришли к выводу, что его следует отнести к другому типу закономерного срастания кристаллов – *двойнику прорастания*.

Двойниковый сросток «Китайского фонарика» состоит из двух кубических кристаллов, однако их ребра настолько сгладились в результате природного растворения, что с первого взгляда распознать их бывшую



Александр Евгеньевич Ферсман – выдающийся российский и советский минералог, известный популяризатор науки. Фото из Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана РАН (Москва)

Изучением свойств и происхождения алмазов 25-летний Александр Ферсман занялся в 1908 г. совместно с профессором Гейдельбергского университета, немецким кристаллографом В. Гольдшмидтом. Исследование кристаллов проводилось с помощью нового прибора – «двукружного гониометра», только что изобретенного великим кристаллографом Е. С. Федоровым, директором Петербургского горного института. Конструкция и работа прибора были основаны на теодолитном методе построения проекций кристаллов, напоминающем принципы отсчета координат и вычислений в астрономии и географии. Благодаря этому новшеству впервые удалось изучить сложные искривленные формы поверхностей кристаллов алмаза из россыпей Бразилии, Африки и Индии. Ставшая по праву классическим произведением монография Ферсмана и Гольдшмидта «Алмаз» (1911) была настольной книгой для многих поколений минералогов, изучающих происхождение алмазов

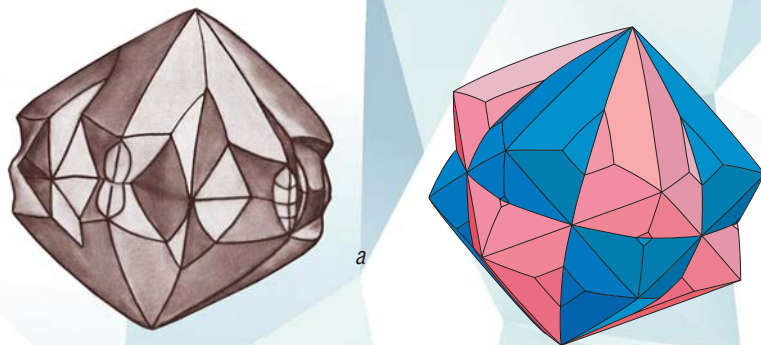
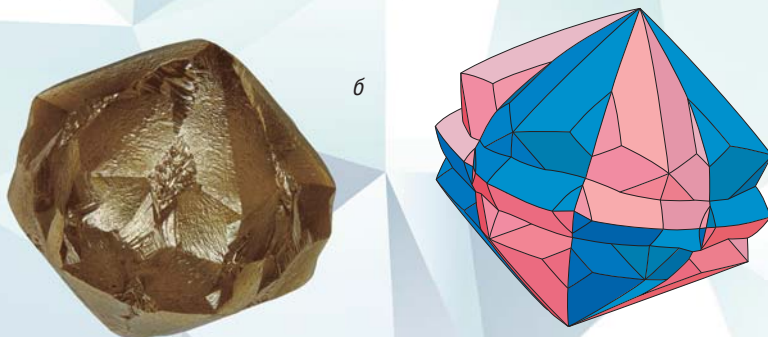


Рис. А. Е. Ферсмана.
По: (Ферсман и Гольдшмидт, 1911)



Двойниковый сросток кристалла алмаза из бразильских россыпей (а) по внешнему виду очень напоминает алмаз «Китайский фонарик» из архангельского месторождения (б), однако строение последнего сложнее: вдоль границы сростания двух кристаллов расположен комплекс дополнительных граней

В нашем случае структурные компоненты двойника можно представить как два кубических кристалла, зеркально обращенные друг к другу в плоскости двойникового, обозначаемой символом (111) . Эта образная операция симметричного анализа объектов в виде зеркальных отражений дает четкое представление о взаимной ориентировке кристаллов в закономерном сростке. Также их можно показать с помощью другой операции симметрии: как кристаллы, повернутые относительно друг друга на 180° по оси $[111]$ – *поворотной оси симметрии третьего порядка* (так в кристаллографии называется воображаемая ось, совершая полный оборот вокруг которой кристалл трижды совмещается сам с собой).

Описанное условие симметрии сростания кристаллов известно как *шпинелевый закон* двойникового кристаллов кубической симметрии. К таким минералам относится в первую очередь сама *шпинель*, а также *алмаз*, *флюорит*, *магнетит*, *лопарит* и др. В отличие от простых «контактных двойников», соединенных друг с другом по одной общей границе, каждый сегмент «двойников прорастания» изолирован собственными «экваториальными» и «меридиональными» границами и отвечает общему закону симметрии. При этом внешне сросток выглядит так, как если бы один кристалл проник в другой.

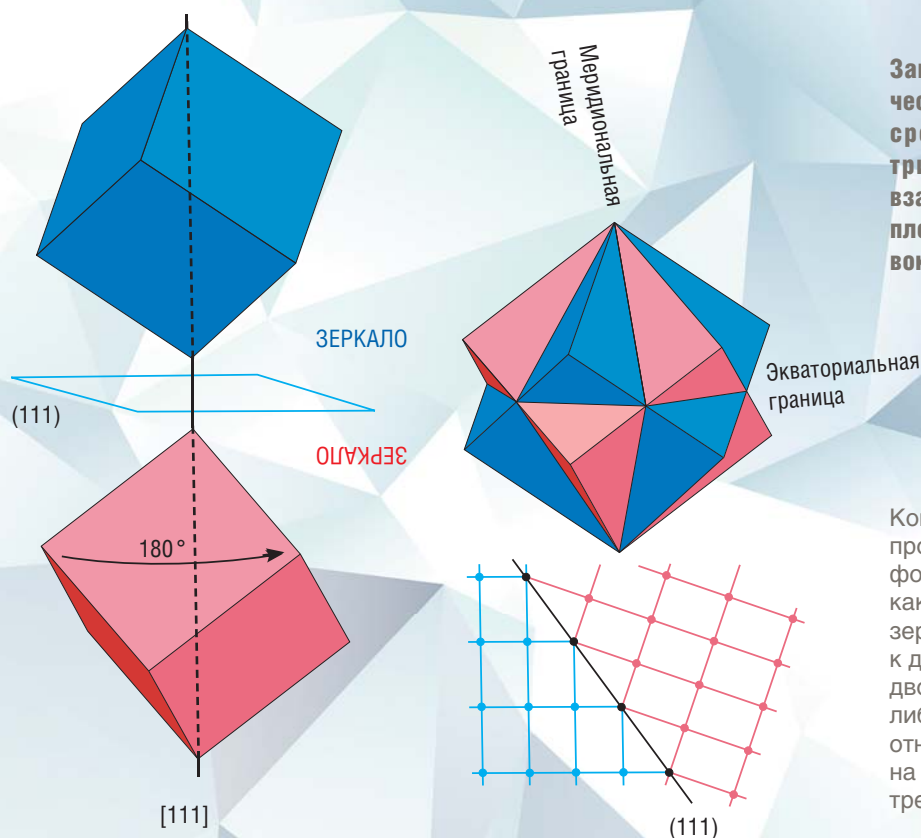
В алмазе «Китайский фонарик» эта конструкция оказалась усложнена дополнительными

Залогом успешной исследовательской работы А. Е. Ферсмана стала предоставленная ему уникальная возможность лично пересмотреть сотни тысяч карат алмазов на биржах Франкфурта, Генау, Идаре и Берлина, торгующих драгоценными камнями. Много лет спустя Александр Евгеньевич вспоминал: «Целыми часами я отбирал наилучшие кристаллы этого диковинного минерала, не замечая, что при помощи системы зеркал за моими руками наблюдали из другой комнаты, учитывая каждое мое движение. Отобранные камни через банк отправляли в Гейдельбергский университет, где они и поступали на исследование.» (Перельман, 1983)

форму, как и сам двойник прорастания, неопытному специалисту очень сложно.

Подобные двойники кубических кристаллов были подробно изучены еще в начале XX в. классиком кристаллографии алмазов А. Е. Ферсманом. В монографии *Der Diamant* («Алмаз»), которую он вместе со своим учителем В. Гольдшмидтом опубликовал в 1911 г., приведены изображения аналогичных по форме сростаний алмазов, в то время известных исключительно по образцам из алмазных россыпей Бразилии. Если сравнить фотографии «Китайского фонарика» и рисунок, весьма реалистично выполненный рукой самого Ферсмана, то может показаться, что он изобразил именно его, настолько близка внешняя морфология этих кристаллов.

Такое разительное сходство говорит о близости типоморфных свойств и генетических особенностей образования архангельского и бразильского двойников алмазов. Однако изучение подробностей микроморфологии поверхности «Китайского фонарика» позволило сделать вывод, что, помимо общих черт, наш сросток кристаллов еще до этапа растворения имел более сложное строение. Для его описания необходимо прибегнуть к специфическим терминам, которые используют в кристаллографии при *симметричном анализе*.



Закономерная ориентировка кубических кристаллов в двойниковом сростке подразумевает симметричные преобразования путем взаимного отражения в зеркальной плоскости или операцию вращения вокруг воображаемой оси

Компоненты кристалла-двойника прорастания алмаза «Китайский фонарик» можно представить как кубические кристаллы, зеркально обращенные друг к другу в плоскости двойникового (111), либо как повернутые относительно друг друга на 180° по оси симметрии третьего порядка [111]

кристаллическими блоками, что потребовало более детальной расшифровки всей симметричной постройки. Вдоль «экваториальной границы» сростания этого двойникового сростка можно увидеть сложное нагромождение дополнительных граней, напоминающее гармошку. Анализ морфологии кристаллической поверхности вдоль линии соприкосновения показал, что здесь произошло дополнительно параллельное сростание кристаллов. В результате возникло еще два сегмента у граней, опоясывающие двойниковый шов.

По-видимому, этот сложный комплекс дополнительных граней обязан своим происхождением самой поверхности двойникового – именно ее рост вызвал параллельные сдвиги и симметричные двойниковые деформации кристаллической структуры.

Как растворяется алмаз

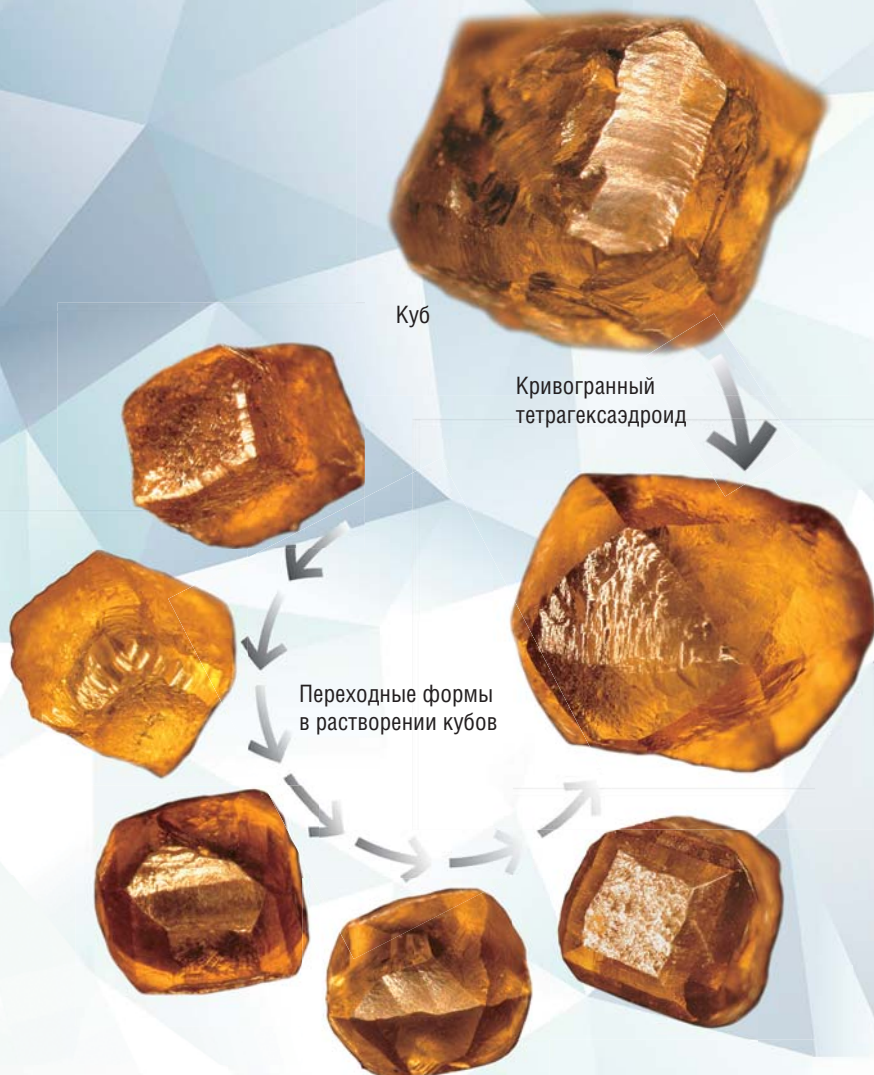
Двойниковые сростки кристаллов растворяются по тем же законам, что и одиночные кристаллы, образуя кривогранные округлые формы. Впервые эту закономерность также сформулировал А.Е. Ферсман в знаменитой монографии, написанной на основе изучения алмазов из Бразилии. С тех пор кривогранные округлые

кристаллы алмаза, перенесшие глубокое растворение, относят к алмазам *бразильского типа*. Позднее аналогичные по форме кристаллы были обнаружены в уральских россыпях, и *уральский тип* алмаза стал синонимом «бразильского».

Изучив уральские алмазы, следующее поколение российских корифеев минералогии алмаза – ленинградские ученые И. И. Шафрановский (1948) и А. А. Кухаренко (1955), а также лауреат премии им. А.Е. Ферсмана Ю.Л. Орлов (1973) составили четкую классификацию форм растворения. Они выделили три основных типа искривления граней: «гексаэдрониды», «октаэдрониды» и «додекаэдрониды».

Аналогичные формы кристаллов получили в 1986 г. новосибирские исследователи Ю. Н. Пальянов и А.Ф. Хохряков при растворении природных и синтетических кристаллов алмаза различной формы в водосодержащих карбонатно-силикатных расплавах, используя температуры около 1300 °С и давление 5,0–5,5 ГПа, т.е. около 50 тыс. атмосфер. Так была подтверждена гипотеза о происхождении этих алмазов, установлены условия растворения и описаны закономерности появления кривогранных форм растворения в зависимости от первоначальной формы кристалла.

Яркое подтверждение модели эволюции растворения кубических кристаллов дает изучение морфологии алмазов (кубоидов II разновидности) из россыпи Маят, расположенной в Анабарском районе за полярным кругом. По сравнению с простой схемой формирования сферических поверхностей растворения у природных алмазов здесь можно найти практически весь спектр промежуточных морфологических типов. Фото А. Павлушина



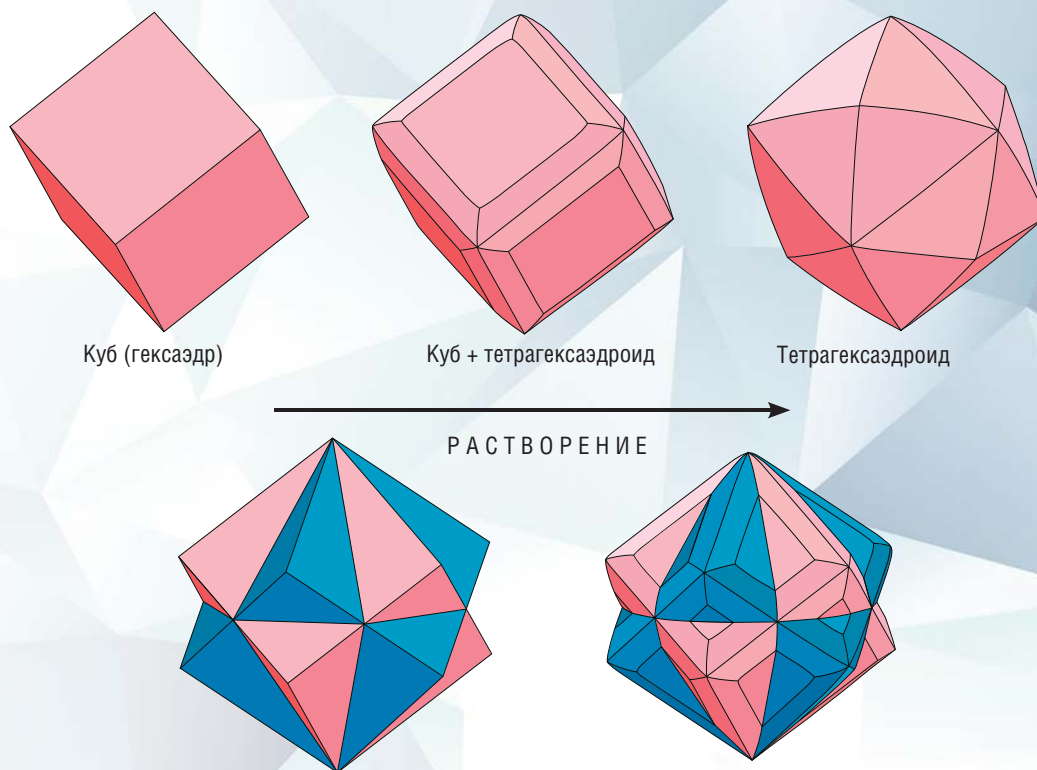
четырёхугольных ямок травления. Все эти типичные признаки растворения есть и у архангельского алмаза «Китайский фонарик».

Надо сказать, что со временем подобные по форме кривогранные кристаллы алмаза стали находить в россыпях Южной Африки, Намибии, Индии и Южной Австралии, а также на Урале. Особый интерес представляет тот факт, что их коренной источник, из которого они мигрировали в россыпи, как правило, остается неизвестным. Геологами высказывались даже предположения о существовании коренного источника ранее неизвестного генетического типа.

До сих пор этот актуальный вопрос не разрешен и для российских геологов: почему подобные кристаллы не найдены ни в одной из известных кимберлитовых трубок Якутии, хотя в изобилии встречаются в промышленных якутских россыпях на северо-востоке Сибирской платформы в междуречье Лена – Анабар. И с этой точки зрения архангельские кимберлитовые трубки уникальны, ведь до сих пор подобные алмазы с искривленными гранями в значительных количествах находят лишь там!

Здесь нужно добавить, что первые попытки получить подобные округлые формы кристаллов в опытах по растворению алмазов в расплаве селитры (при 800–900 °С) были предприняты еще самим А. Е. Ферсманом и его наставником В. М. Гольдшмидтом. Вероятно, их успеху помешало лишь несовершенство технического оснащения, но уже тогда в выводах в своей монографии авторы подчеркивали, что им «удалось экспериментально подтвердить, что округлые грани алмаза связаны с процессами растворения...».

Всего в ходе природного растворения на месте граней куба образуются 24 выпуклые искривленные грани, которые в совокупности составляют округлый *тетрагексаэдр*. В результате плоскогранные кристаллы алмаза постепенно превращаются в округлые многогранники с выпуклыми поверхностями. Наиболее значительному растворению подвергаются выступающие вершины и ребра кристаллов – в этих направлениях поверхности искривлены максимально. На реликтах плоских граней появляется геометрический узор, состоящий из множества микроскопических



Последовательность растворения кубических кристаллов, составляющих двойниковый сросток «Китайского фонарика»

Результаты многочисленных исследований позволяют утверждать, что морфология кривогранных алмазов из архангельских трубок и россыпей из других алмазоносных регионов во многом определяется значительным растворением (а значит, и потерей первичного веса кристалла) в самой мантии Земли либо во время их транспортировки к поверхности земной коры в расплаве, насыщенном флюидами – смесью жидких и газообразных компонентов магмы.

Флюиды чрезвычайно агрессивны по отношению к алмазам и могут растворить их за считанные часы. Возможно, именно по этой причине многие кимберлитовые трубки не содержат алмазы – они просто не успевают достичь поверхности с глубин, превышающих 100–150 км. Поэтому неудивительно, что нас заинтересовало сходство морфологии двойниковых сростков бразильских кристаллов, тщательно изученных в свое время академиком Ферсманом, с архангельским «Китайским фонариком», который, очевидно, имеет такое же происхождение, что и якутские россыпные алмазы. В этом смысле он представляет интерес не только с точки зрения научного познания мира кристаллов, но и с практической – поиска новых, неизвестных алмазоносных объектов. Возможно, их аналогом являются те самые кимберлитовые трубки Архангельской алмазоносной провинции, где и был добыт наш герой, проживший такую увлекательную, насыщенную событиями «минеральную жизнь».

Литература

Коногорова Д. В., Ковальчук О. Е., Бардухинов Л. Д. Уникальный алмаз из трубки Нюрбинская (Накынское кимберлитовое поле, Западная Якутия, Россия) // *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2020. Т. 25. № 2. С. 45–55.

Павлушин А. Д., Зедгенизов Д. А., Пироговская К. Л. Кристалломорфологическая эволюция роста и растворения кривогранных кубических кристаллов алмаза II разновидности из россыпей Анабарского алмазоносного района // *Геохимия*. 2017. № 12. С. 1141–1152.

Ферсман А. Е. Кристаллография алмаза. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 580 с.

Fritsch E. Revealing the Formation Secrets of the Matryoshka Diamond // *J. Gemmology*. 2021. V. 37(5). P. 528–533.

Авторы благодарят сотрудников АО «Севералмаз», главного геолога И. С. Зезина и начальника цеха сортировки алмазов П. В. Гриба; сотрудников компании АК «АЛРОСА», главного эксперта ЕСО Л. А. Демидову, И. В. Глушкову, А. Н. Липашову, а также сотрудников Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана



Проблемы и секреты марафонца

Регулярные занятия спортом при разумных нагрузках, как известно, способствуют улучшению здоровья и активному долголетию. Благодаря тренировкам укрепляются мышцы и сухожилия, снижается вес тела, улучшаются настроение и сон. Уменьшение жесткости стенок кровеносных сосудов нормализует артериальное давление, снижая риск сердечно-сосудистых катастроф, а увеличение функциональной активности

легких и активизация метаболизма повышают общую выносливость. Спортсмены, добиваясь поставленных целей, приобретают уверенность в себе, они меньше подвержены стрессам и депрессии.

Но хотя само слово «спорт» прочно ассоциируется с такими положительными эффектами, в действительности все сложнее. Спорт спорту рознь: к примеру, трудно согласиться с тем, что игра в шахматы будет способствовать укреплению физического здоровья, а бокс в этом смысле, безусловно, вреден.



По преданиям, в Древней Греции на одной высокой скале было начертано примечательное напутствие: «Если хочешь быть сильным – бегай! Если хочешь быть красивым – бегай! Если хочешь быть умным – бегай!» Эти слова сегодня служат руководством к действию для миллионов людей, профессиональных спортсменов и любителей, которые ежегодно участвуют в марафонских и ультрамарафонских забегах. В этой публикации авторы продолжают знакомить читателей с проблемами и секретами популярного бега на длинные дистанции. На повестке вопросы, волнующие как начинающих бегунов, так и мастеров, стремящихся повысить свои показатели. Как влияют физические нагрузки на состояние всех систем организма: от сердечно-сосудистой до суставов? Каким образом повысить эффективность работы органов с помощью тренировок? Существуют ли эффективные диеты и специальные препараты, способствующие спортивным успехам? И наконец, главный вопрос, интересующий всех без исключения: что надо делать, чтобы с помощью бега укрепить здоровье и продлить активную жизнь?

Ключевые слова: бег, марафон, выносливость, адаптация, травмы, режим тренировок, диета, БАДы, стимуляторы.

Key words: running, marathon, endurance, adaptation, injuries, training regime, diet, dietary supplements, stimulants



Ежегодный классический марафон в Афинах – легендарном городе, где около 2,5 тыс. лет назад финишировал первый марафонец. Фото В. Глупова

Бегуны на Лондонском марафоне.
Pixabay LicensePhoto/
ianwakefield1967



ВЛАСОВА Ксения Александровна – студентка медицинского колледжа Техасского университета А&М (Колледж-Стейшен, Техас, США)

В публикации использованы рисунки А. Власова

© К. А. Власова, 2021



Не менее разрушительными могут стать непрерывные тренировки на пределе возможностей спортсмена, чем грешит «спорт больших достижений». Таким спортом занимаются ради денег и славы, для профессионалов спортивные достижения всегда на первом месте. При этом сверхвысокие нагрузки могут приводить к травмам, сердечно-сосудистым заболеваниям, нарушениям в психоэмоциональной сфере. Неудивительно, что и средняя продолжительность жизни у этих спортсменов меньше.

Кроме того, практика показывает, что занятия тем или иным спортом показаны далеко не всем, не говоря уже о больших физических нагрузках, поскольку каждый человек индивидуален. Даже бег – казалось бы, один из самых безопасных видов спорта – в некоторых случаях приводит к губительным последствиям для организма. Ведь возможности наших органов восстанавливаться ограничены, и при запредельных усилиях они могут повреждаться необратимо.

К серьезным проблемам приводят не только избыточные тренировки, но и нерациональное питание и неправильная техника бега. Но главное – это недостаточные знания о возможных повреждающих факторах. Чтобы сделать бег источником радости, силы и здоровья, необходимо знать, как он воздействует на организм человека.

«Всякий излишек противен природе» (Гиппократ)

Организм человека – замечательная машина с очень высоким КПД: эффективность преобразования энергии, запасенной в молекулах АТФ, более 40 % (для сравнения: КПД у двигателей внутреннего сгорания составляет 10–20%). К тому же, в отличие от обычных механических двигателей, наш организм обладает поразительной живучестью, способностью адаптироваться к условиям эксплуатации и самосовершенствоваться.



Когда-то считалось, что органы и суставы человека при занятиях спортом ускоренно изнашиваются. И сейчас встречаются рассуждения, что, к примеру, сердце запрограммировано выполнить лишь определенное (8–10 млрд) число сокращений и спортивные нагрузки изнашивают его раньше времени.

Но так можно говорить о механическом устройстве, а не о живом организме, обладающем системами регенерации. Наше тело способно залечивать самые разные повреждения, причем при правильном подходе можно достигнуть «сверхрегенерации», укрепить и даже улучшить свойства поврежденной ткани.

Однако нужно помнить, что возможности регенерационных систем организма не безграничны. Зависимость между объемом физических нагрузок и состоянием здоровья имеет нелинейный характер: по достижении некоторого уровня их воздействие становится негативным (O'Keefe *et al.*, 2020). Например, известно, что упражнения с отягощениями позволяют нарастить мышечную массу, но если «перестараться», то вместо прогресса мы получим уменьшение мышечной и ослабление костной ткани, вплоть до переломов.

Длительные нагрузки, предъявляющие требования ко многим органам спортсмена, – главные проблемы марафонцев. Вспомним, что первый марафонец – греческий воин Фидиппид – умер на финише своего забега, спеша доставить в Афины радостную весть о победе над персами.

Однако катастрофических последствий можно избежать, если прислушиваться к сигналам, которые подает сам организм. Так, затруднение дыхания во время бега говорит о недостатке кислорода, болевые ощущения – о начальной фазе травмирования мышц и суставов. Если игнорировать подобные сигналы или заглушать их с помощью фармацевтических препаратов, разрушительные процессы могут выйти за пределы, где механизмы регенерации с ними уже не справятся.

Внимание: боль в ногах!

Боли в мышцах сигнализируют о том, что спортсмен превысил допустимый порог нагрузки и перетренировался, что привело к микротравмам мышечных волокон. Из-за развития воспаления болевые ощущения обычно появляются на следующий день, нарастают в течение последующих суток или двух и затем стихают. Небольшие повреждения мышц, в отличие от сильных, как правило, легко обратимы.

Чтобы избежать такой проблемы, перед тренировкой следует делать разминку в виде медленного бега, а после – растяжку. И все равно после такой нагрузки, как марафонский забег, повреждение и воспаление мышц могут сохраняться в течение недели, а полное восстановление занимает 2–3 месяца.

Тренировки приводят к адаптационным изменениям мышц марафонца. В них увеличивается число капилляров и содержание белка *миоглобина*, ответственного



Переломы у бегунов обычно происходят в нижней части малоберцовой кости голени и в верхней и нижней частях большеберцовой. Сильная нагрузка может спровоцировать воспаление надкостницы, проявляющееся в боли передней поверхности голени.

Боли с наружной стороны бедра сигнализируют о воспалительных процессах в полостях тазобедренного сустава (бурсит тазобедренного сустава). А болевые ощущения в передней части лодыжки после того, как нога «подвернулась», говорят о растяжении или разрыве связок. Неподходящая обувь, наряду с большими беговыми нагрузками, может приводить к воспалению ткани нижней части стопы (от пятки до пальцев) – подошвенному фасцииту. С этой патологией часто сочетается ахиллесов тендинит – воспаление сухожилия, соединяющего голень с пяточной костью. И если такие проблемы с ахилловыми сухожилиями будут продолжаться долго, это может закончиться их отрывом от места крепления к кости. Такому исходу способствует прием хинолоновых и фторхинолоновых антибиотиков, используемых при тендините.

И это еще не конец возможных неприятностей: большие нагрузки на пятку могут спровоцировать разрастание костной ткани, что приводит к появлению пяточной шпоры (остеофита) в нижней или боковой части пяточной кости

за доставку в клетки кислорода из крови. В мышечных клетках возрастает количество *митохондрий* – клеточных органелл, отвечающих за «электроснабжение», а в самих митохондриях – белков, ответственных за работу *цикла Кребса*, в ходе которой синтезируются высокоэнергетические молекулы АТФ.

Кроме того, в результате тренировок повышается порог нагрузки, при котором в крови начинает накапливаться *молочная кислота (лактат)* – причина появления усталости, болей и «одревенения» мышц. Повышение критического порога происходит благодаря активной работе регуляторного белка PGC-1 α , который снижает активность фермента LDHA, участвующего в производстве лактата, и одновременно подавляет работу его «антипода» LDHB, метаболизирующего это соединение.

Еще одна проблема бегунов-марафонцев – частые травмы стоп, голеностопных и тазобедренных суставов, поясницы. При беге по пересеченной местности чаще страдают лодыжки, по дорогам – колени. Причина – многократно повторяющиеся ударные нагрузки, а также несоответствие физической нагрузки состоянию организма. Такое может случиться, к примеру, в результате перетренированности спортсмена либо при беге малотренированного человека с избыточной массой тела. В таких случаях может развиваться воспаление сухожилий и повреждаться хрящевая ткань, а иногда возникают и «стрессовые переломы».

Сегодня в мире одно из самых частых заболеваний суставов – это *остеоартрит*, при котором в патологический процесс вовлекаются все ткани сустава, а также окружающие связки и мышцы. У здоровых спортсменов при умеренных беговых нагрузках возникновение остеоартрита коленных и бедренных суставов обычно связано с травмами. В случае недостаточной продукции в организме *гликопротеинов* нагрузка травмированных суставов постепенно приводит к разрушению хрящевой ткани и подлежащих костных тканей. Эта проблема особенно остра для спортсменов с избыточным весом.

Положительный момент: судя по данным наблюдений и результатам экспериментов на животных, тренировки в условиях умеренных нагрузок увеличивают толщину, эластичность и прочность сухожилий. А системы репарации могут устранять повреждения даже в процессе длительного забега, если он не запредельной интенсивности.

Так, с помощью МРТ у спортсменов, участвовавших в длительном забеге *Trans Europe Footrace* (4,5 тыс. км, 64 дня), были обнаружены повреждения хрящевой ткани и сухожилий на начальном (после 2,5 тыс. км) этапе забега (Schütz *et al.*, 2015). Но в ходе дальнейшего забега выяснилось, что эти повреждения самопроизвольно залечивались. Анализ биомаркеров хрящевой ткани показал, что адаптационные механизмы запускали синтез *протеогликанов* (сложных белков из класса гликопротеинов) и *коллагена* (основного вещества соединительной ткани), способствующих восстановлению хряща.

Риск травматизации связочного аппарата спортсмена возрастает при наличии наследственных факторов, снижающих прочность коллагеновых волокон. Термин *дисплазия соединительной ткани (ДСТ)* объединяет группу генетически обусловленных системных заболеваний соединительной ткани, которые характеризуются дефектами волокнистых структур и коллагена. ДСТ может проявляться слабостью связочного аппарата, опущением внутренних органов, гипермобильностью суставов, повышенным риском надрыва связок.

Среди изученных генетических маркеров этой патологии – мутации в гене COL1A5, приводящие к дефициту коллагена 5-го типа, что может привести к тендиниту ахиллова сухожилия при интенсивных тренировках. А риск разрыва *крестообразной связки* коленного сустава повышает наличие неблагоприятного варианта гена MMP12, кодирующего фермент *матричную металлопротеиназу 12*.

«Сердце спортсмена»

Сердце спортсмена заметно отличается от сердца нетренированного человека: за каждое сокращение оно способно перекачивать почти в три раза больше крови – до 200 мл. Это достигается за счет увеличения сердечной мышцы и левого желудочка, а также уменьшения толщины межжелудочковой перегородки. «Большое» сердце встречается и у обычных людей, но в этом случае речь идет о нездоровой гипертрофии, например на фоне застарелой гипертонии.

Все увеличенные сердца в принципе предрасположены к инфаркту, в том числе и у спортсменов, хотя при этом у последних могут отсутствовать другие факторы риска, такие как высокий холестерин.

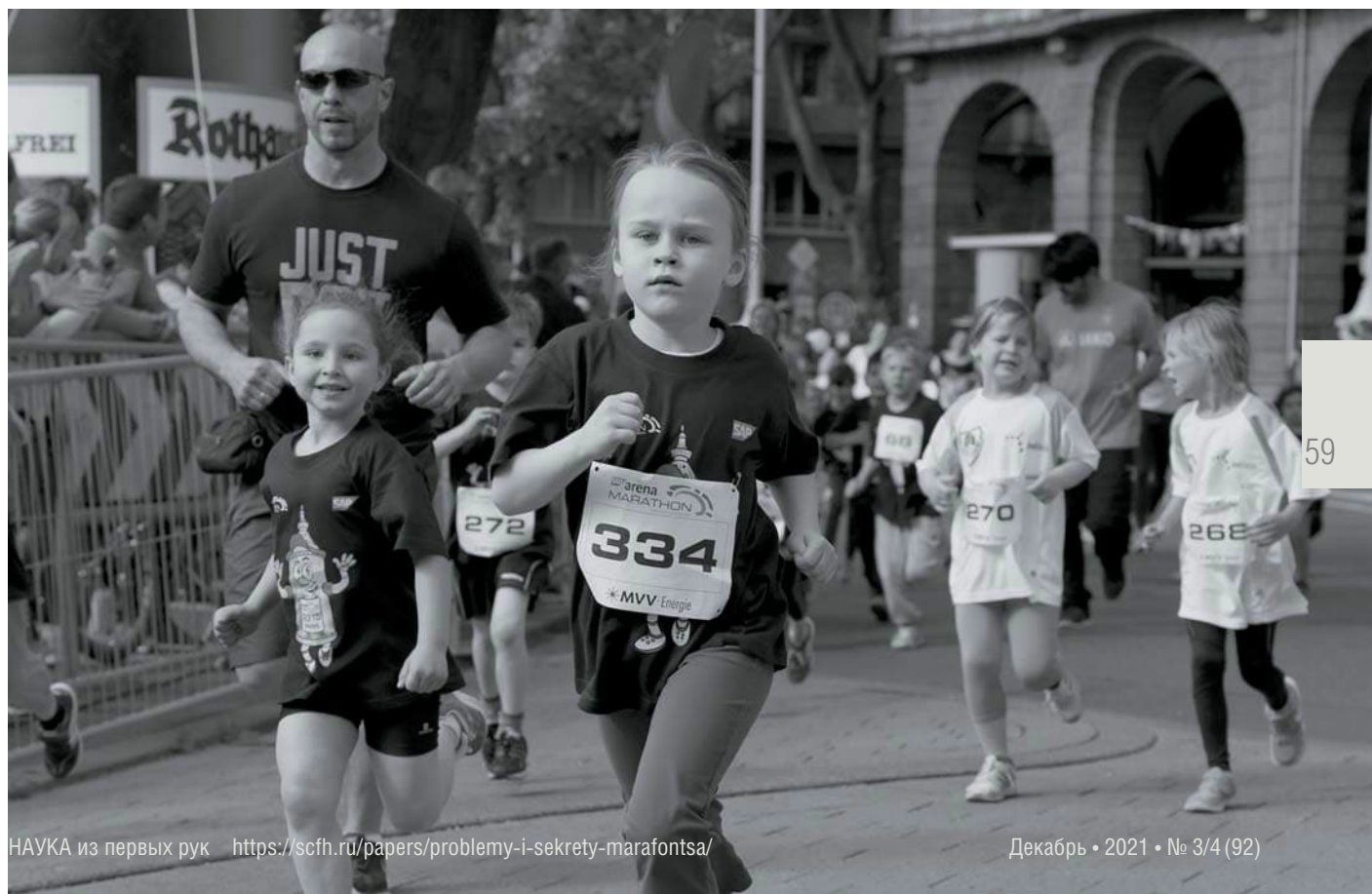
В спокойном состоянии число сокращений сердца составляет 60–80 ударов в минуту, при этом оно прокачивает около 3–5 л крови. При физической нагрузке

частота сердечных сокращений может увеличиваться в три раза. Регулярные тренировки приводят к некоторому снижению этого параметра (до 40–50 ударов и ниже), в первую очередь в покое. Однако максимальная частота сердечных сокращений у человека мало зависит от тренированности, но заметно – от возраста.

Наиболее опасные медицинские проблемы, возникающие во время марафонского забега, – кардиологические (O’Keefe *et al.*, 2012; Franklin *et al.*, 2020). Причины обычно просты: стремление к высоким результатам и неадекватная оценка состояния здоровья. Часто спортсмены не проходят нужных обследований, а иногда даже скрывают свои медицинские проблемы от окружающих и принимают препараты, оказывающие вредное влияние на организм.

Внезапная смерть спортсменов во время бега обычно связана с нарушениями сердечного ритма, как правило, из-за наличия приобретенной или врожденной патологии сердца. Часто непосредственной причиной служит инфаркт миокарда вследствие пережатия коронарных артерий, имеющих генетически обусловленное аномальное строение. Но в некоторых случаях погибшие спортсмены не имели патологии сердечной мышцы.

Детский марафон в Мангейме в рамках SAP Arena Marathon 2015 г. © CC BY-SA 2.0/Picturepest





ЧСС КАК ИНДИКАТОР НАГРУЗКИ

Частота сердечных сокращений (ЧСС) в покое у спортсменов-мужчин в среднем составляет 70–80 ударов в минуту и по мере развития аэробных способностей снижается, достигая 40–50 ударов и ниже (у женщин того же возраста – на 10 ударов выше). У тренированных людей учащенное сердцебиение после нагрузки возвращается к исходному меньше чем за минуту.

Измерять ЧСС следует в одно и то же время, в спокойной обстановке, в лежащем положении. Если на следующий день после тренировки ЧСС увеличена по сравнению с обычной, значит, организм не восстановился. Также это может указывать на начинающееся заболевание.

Интенсивность нагрузок иногда измеряют в процентах от максимальной ЧСС, которая рассчитывается по формуле «220 минус возраст»:

- 50–60% от МЧСС – «терапевтическая зона», соответствующая разминке или легкой тренировке. Тренируется общая физическая выносливость.
- 60–70% – «фитнес-зона». При этой нагрузке дыхание слегка затруднено, энергия вырабатывается в основном аэробным путем. Тренировка обеспечивает мобилизацию жиров, полезна для сердечно-сосудистой системы.
- 70–80% – «область аэробно-анаэробного перехода». Дыхание учащается, становится труднее говорить. Начинается закисление крови молочной кислотой. Тренируются дыхательная система и сердце.
- 80–90% – «анаэробная зона». Разговаривать практически невозможно. Основным источником энергии – углеводы. Растет уровень лактата, чувство усталости в мышцах. Тренировка повышает лактатный порог, скоростную выносливость.
- 90–100% – «максимальная зона». Организм работает на пределе возможностей, энергия производится за счет гликогена мышц. Резко растет уровень лактата. Такие тренировки проводят профессиональные спортсмены перед соревнованиями

На фото вверху – участница 24-го Малагского полумарафона.
Photo by Quino Al on Unsplash

Это означает, что даже для здорового сердца запредельная нагрузка может оказаться губительной.

В крови марафонцев после забега обнаруживают высокое содержание фермента *креатинкиназы* и *C-реактивного белка* – маркеров воспаления, характерных для инфаркта. Такое повышение носит временный характер, но вполне возможно, что эти воспалительные факторы могут способствовать разрывам стенок сосудов и запуску тромбообразования.

Кардиограммы спортсменов после забега также демонстрируют временные изменения сердечной деятельности, включая снижение функций желудочков, которые восстанавливаются спустя сутки. А с помощью МРТ было показано, что у слабо подготовленных марафонцев нарушения сердечной деятельности сохраняются в течение нескольких недель! Даже у элитных спортсменов выявляют локальные повреждения сердечной мышцы, которые в дальнейшем могут способствовать возникновению аритмии и сердечной недостаточности.

Благотворное влияние тренировок на сердечную систему выражается в «омоложении», увеличении эластичности стенок кровеносных сосудов. Также у спортсменов увеличиваются количество эритроцитов и объем плазмы крови, в результате чего она легче перемещается по капиллярам. Тренировки на выносливость приводят к снижению давления крови примерно на 3–4 мм рт. ст. Так что на начальных стадиях развития гипертонии бег может быть действенным средством терапии.

Высокие нагрузки на организм сопровождаются кислородным голодом, заставляющим легкие работать активнее. Частота дыхания у человека в покое составляет 10–20 раз в минуту, при этом его легкие прокачивают 5–8 л воздуха, поглощая 3–4% кислорода.

Во время интенсивной мышечной работы эти показатели увеличиваются в два-три раза.

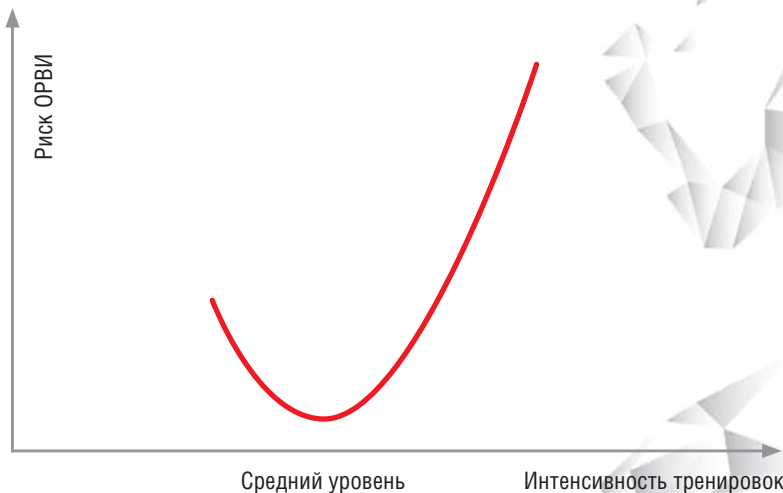
Марафонцам и лыжникам при беге часто досаждают *бронхоспазм* – сужение просвета бронхов, при котором возникают симптомы *астмы*: кашель, хрипы, тяжесть и иногда боль в груди. Бронхоспазм провоцируется простудными заболеваниями и аллергиями, такими как пыльца, а также сухим и холодным воздухом.

Под прицелом ОРВИ

Длительные интенсивные нагрузки могут негативно воздействовать на печень, что отражается в повышении в крови содержания ряда ферментов-биомаркеров. Обычно такое повышение обратимо – значительные поражения печени в результате забегов встречаются редко. При этом доказано, что тренировками можно повысить способность печени утилизировать молочную кислоту.

Почки также могут повреждаться из-за перегруза большим количеством белков, поступающих из поврежденных мышц в кровь, например миоглобином. Функционирование почек затрудняет и дегидратация. Тем не менее функции почек у бегунов обычно восстанавливаются в течение нескольких дней.

Марафонцы сходят с дистанции в основном из-за проблем не с сердцем или почками, а с пищеварением. При беге снабжение кровью желудочно-кишечного тракта резко уменьшается, что приводит к снижению выделения желудочного сока. Встречаются и случаи желудочно-кишечных кровотечений, связанные в основном с приемом нестероидных противовоспалительных препаратов (*ибупрофена* и *аспирина*), способствующих образованию язв слизистой.



Риск заболеть инфекционными заболеваниями в зависимости от характера тренировок подчиняется так называемой J-образной кривой. Он снижается при тренировках умеренной интенсивности, но повышается при чрезмерных физических нагрузках. По: (Miles, 2009)

Иногда на следующий день после забега у спортсменов наблюдаются вздутие живота, тошнота, рвота и понос. Эти нарушения корректируют безлактозной диетой с большим содержанием пищевых волокон.

После многодневных тренировок высокой интенсивности или марафонского забега у спортсменов возрастает риск заболеть ОРВИ (Nieman, 1998; Nieman, Wentz, 2019). Длительность этого «инфекционного окна» тем дольше, чем продолжительнее или интенсивнее была нагрузка, и составляет от нескольких часов до дней. Чаще заболевают спортсмены, показавшие лучшие результаты, а также интенсивно тренирующиеся.

Эти наблюдения подтверждают опыты на животных. При заражении вирусом гриппа в группе мышей, которые вели малоподвижный образ жизни, выжило 43% животных, а в группе активных физкультурников (2,5 часа двигательной активности в день) – только 30%, причем эти мыши болели особенно тяжело. Лучше всего себя чувствовали особи, которые ежедневно были активны по полчаса, – выживаемость 83%!

Считается, что такая уязвимость перетренированных спортсменов связана с нарушениями функций иммунной системы в результате длительной мышечной работы, психологического стресса и недосыпания. Но молекулярные механизмы этого влияния плохо изучены. Одна из возможных причин – продукция гормонов стресса, вызванная повреждением скелетных мышц, на которое организм реагирует как на воспаление, требующее репарации. Надпочечники начинают усиленно продуцировать гормоны *кортизол* и *вазопрессин*, а провоспалительные вещества *цитокины* из поврежденных мышц запускают синтез С-реактивного белка. А, как известно, одно из «побочных» действий кортизола – угнетение функций иммунной системы.

Как стать марафонцем

Решив заняться бегом на большие дистанции, каждый задает вопрос: с чего начать и как тренироваться, чтобы пробежать марафон? В принципе, здоровый человек без специальной подготовки может, хотя и с низкой скоростью, одолеть такую дистанцию – если у него железная сила воли. Такие случаи известны, но эти герои пару недель после финиша не могли



Марафонцам необходимо раз в полгода проходить диспансеризацию: проверять состояние сердечно-сосудистой системы, состав крови, уровни гормонов. Также полезно делать ЭКГ, ЭхоКГ, измерять артериальное давление, проводить функциональное тестирование на беговой дорожке. Тем, кто планирует длительные забеги, рекомендуют обследование у специалиста по спортивной биомеханике для оценки особенностей суставов и позвоночника. Во время подготовки к марафону полезно контролировать уровень в крови электролитов (калия, натрия, кальция и магния), а также железа, креатинкиназы, мочевины, миоглобина, свободного и общего тестостерона.

Организм сам подает сигналы о перетренированности или недостаточном восстановлении. Признаками перетренировки служат сильная слабость, тошнота и головная боль, возможно вследствие повышения артериального давления. Также следует прервать тренировку, если возникают симптомы, указывающие на кардиологические проблемы: трудности со вдохом-выдохом; давящие, сжимающие боли в грудной клетке, переходящие в левую руку, плечо и нижнюю челюсть; колющие боли, сопровождаемые трудностями со вдохом.

Признаки недостаточного восстановления: длительное повышение ЧСС после тренировки, быстрая утомляемость даже от незначительных физических нагрузок, раздражительность, потеря аппетита, плохой сон, депрессивное состояние, нежелание идти на тренировку. Также могут появиться болезненные ощущения в крупных суставах, головные боли, иногда изменяются вкусовые предпочтения. Увеличивается и подверженность «простудам»

ходить, а некоторые получили необратимые повреждения суставов.

Правильный подход – идти к цели постепенно и регулярно тренироваться. При полном отсутствии бегового опыта можно подготовиться к забегу на 10 км за пару месяцев, к полумарафону – в течение полугода, к марафону – за год. Важно следовать плану тренировок, который лучше составить под руководством специалиста, где будет учтен начальный уровень физического развития, наличие хронических заболеваний, индекс массы тела, возраст и цель, которую желает достичь спортсмен.

Методы подготовки бегунов на разные дистанции отличаются. Спринт подразумевает развитие анаэробного потенциала, а марафон – аэробных источников энергообеспечения.

Чтобы в организме в результате физических тренировок начали происходить ожидаемые изменения, он должен выйти из привычного состояния и запустить процесс адаптации. В данном случае он выражается в повышении газообмена и укреплении мышц, увеличении способности мышечных клеток накапливать гликоген («животный сахар») и росте числа митохондрий. Здесь важна регулярность тренировок и постепенный рост физических нагрузок. Не следует попадать в зону «перегрузок» – при беге должно быть комфортно.

Тем, кто бежит по утрам, специалисты советуют завтракать за полчаса-час перед пробежкой. В начале обязательна разминка не менее 5–7 мин. Если при беге в какой-либо мышце чувствуется боль или зажатость, нужно остановиться и растянуть ее, а затем продолжить бег, только если боль прошла. Обувь должна быть с хорошей амортизацией и на полразмера больше обычной, одежда – соответствовать погоде и не вызывать перегрева. При длительных (более 5–8 км) забегах нужно брать с собой бутылку с водой, чтобы избежать обезвоживания.

Особое внимание необходимо уделить освоению техники бега: стопу надо ставить мягко и избегать приземления на пятку. Бегать нужно по грунтовым дорожкам или специальному мягкому покрытию на стадионах. Бег по твердому покрытию неизбежно приводит к травмам, особенно у людей с избыточной массой тела.

Основное время тренировки отводится на бег в умеренном темпе, при котором частота сердечных сокращений достигает 60–75% от максимальной. Определить этот момент можно по началу «дыхания с кислородным голодом», затрудняющего разговор. Недостаток кислорода стимулирует развитие капиллярной сети в мышцах и легких, что увеличивает его поступление из воздуха во время дыхания. Остальная часть тренировки должна быть посвящена скоростному бегу, а по ее окончании полезна заминка – медленный бег.



Забег на полумарафонскую дистанцию на Малагском марафоне (Испания). 2018 г.
Photo by Quino Al on Unsplash

При правильном подходе после тренировки спортсмен не должен ощущать сильных болей, а его настроение должно оставаться хорошим. Нельзя интенсивно тренироваться каждый день – нужно давать организму время восстановиться. Даже при легких простудных заболеваниях разумно воздержаться от больших нагрузок.

В соревновательном забеге важно не перестараться на первом участке дистанции. На первых километрах бежать всегда легче, и возникает желание бежать быстрее обычного. Но в таком случае можно выложиться уже в начале дистанции и вовсе не добраться до финиша. На марафонском забеге можно постепенно ускоряться на второй половине дистанции, если состояние организма позволяет.

Правильно спланированные тренировки за 2–3 месяца значительно повышают показатели спортсмена. Однако уже через 2–3 недели после прекращения тренировок они обычно снижаются, хотя и остаются несколько выше первоначальных за счет долгосрочных изменений в органах и тканях и лучшей биомеханики.

«Ты то, что ты ешь» (Гиппократ)

Во время марафонского забега спортсмен получает энергию за счет углеводов, жиров и белков. В его рационе должны присутствовать животные и растительные жиры, и не только как источник энергии: жиры необходимы для производства в организме гормонов, *сурфактантов* (поверхностно-активных веществ) легких и других активных субстанций. А углеводы являются

топливом не только для мышц, но и для мозга – основного потребителя глюкозы.

Рекомендуемые спортсменам диеты включают яйца, рыбу, сливочное масло, сыр, молоко, бобовые, орехи, фрукты и злаки. Для эффективной работы ферментных систем организма рацион марафонца должен быть обогащен витаминно-минеральными комплексами.

В последние годы широко обсуждались и до сих пор рекламируются для спортсменов так называемые *кетогенные диеты*, богатые жиросодержащими продуктами. Предполагается, что сочетание интенсивных тренировок и диеты с высоким содержанием жиров и белков и низким – углеводов приучит мышцы использовать в качестве источника энергии жиры, а организм при этом не будет истощать запасы гликогена. Такая адаптация теоретически позволяет спортсмену избежать «марафонской стены» во время забега, связанной с накоплением в тканях молочной кислоты в результате анаэробного распада глюкозы, и продолжать бег в течение длительного времени.

В теории все это выглядит многообещающе, но вот на практике... Сама такая адаптация занимает около 4 недель, во время которых у многих людей наблюдаются неприятные симптомы: усталость, головная боль, затуманенность сознания, тошнота, запоры. К тому же ответ на эту диету у разных спортсменов, как выяснилось, различается.

Во время длительных забегов легкие спортсмена прокачивают большой объем воздуха. И если это городской воздух, содержащий пыль и токсичные промышленные выбросы, то это опасно для легких. Бегайте там, где воздух чистый! Кроме того, у марафонцев чаще встречаются меланомы и другие раковые заболевания кожи (Ambros-Rudolph *et al.*, 2006). Причина очевидна: многие спортсмены часами бегают в открытой одежде, подвергаясь воздействию солнечных лучей, а тяжелые тренировки приводят к ослаблению иммунной системы. Поэтому нужно защищаться от избыточного ультрафиолетового излучения

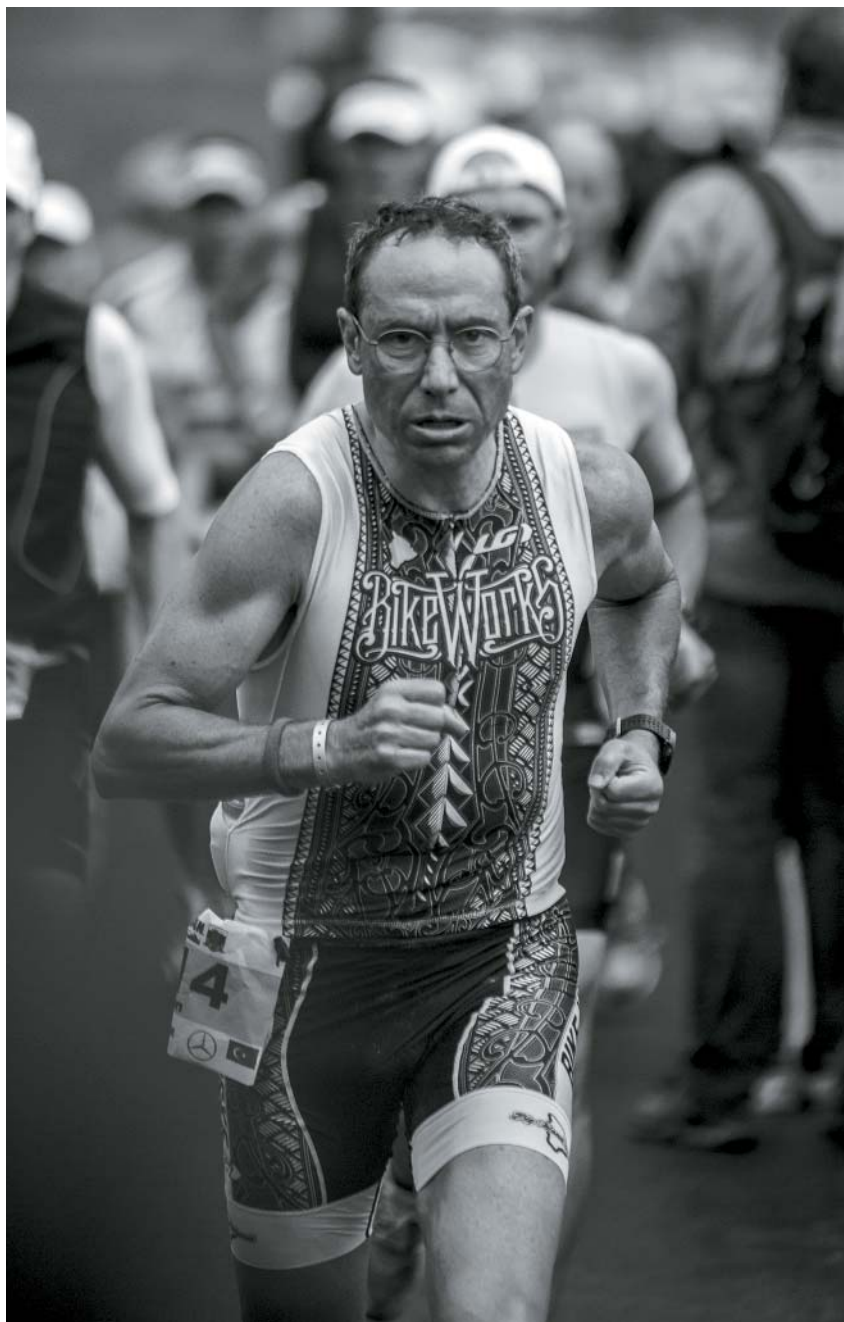
У некоторых способность сжигать жиры (с сохранением запасов гликогена) действительно значительно повышается. Это свойство служит преимуществом в случае очень длительных и не слишком интенсивных нагрузок, но становится недостатком, когда требуются такие спринтерские качества, как сила и скорость. Что и неудивительно: углеводы в качестве топлива позволяют при том же потреблении кислорода развивать более высокую мощность, чем жиры, расщепляющиеся в анаэробных условиях.

Жиры – это топливо для низких нагрузок. Поэтому элитные спортсмены продолжают использовать проверенную временем диету, богатую углеводами. Практика же показывает, что обе эти диеты – и углеводная, и кетогенная – в своих крайних формах уступают разнообразному сбалансированному питанию.

Современная индустрия спортивного питания и фарминдустрия предлагают марафонцам широчайший спектр биологически активных добавок («функциональной еды» и смесей различных веществ) в качестве дополнения к рациону для улучшения здоровья или повышения спортивных результатов. Их употребляют почти все спортсмены, хотя эффективность практически всех таких добавок не доказана (Nikolaidis *et al.*, 2018; Montenegro *et al.*, 2020 и др.).

Так нужно ли принимать БАДы «на всякий случай» или потому, что «так делают все»? В принципе, витаминные и минеральные добавки не нужны тем, кто тщательно следит за своим рационом. Они

Спортсмен из Турции на марафонской дистанции в рамках «Триатлона АЙРОНМЕН Франкфурт 2016».
© CC BY-SA 2.0/Picturepest



принесут пользу лишь в случае неполноценного питания либо наличия каких-то индивидуальных особенностей метаболизма, а также при больших потерях некоторых веществ в результате усиленных тренировок и т. п.

Если вам кажется, что организму чего-то не хватает, нужно сделать лабораторные анализы и в случае подтверждения этих подозрений разобратся в причинах и скорректировать рацион. Например, в средних широтах в зимнее время почти всем полезно принимать в рекомендованных «медицинских» дозах витамины D и C, а «перетрудившимся» спортсменам – микроэлементы.

Очень популярные добавки – *аминокислоты*, «кирпичики» белков. Однако они могут быть нужны разве что атлетам, участвующим в соревнованиях и ограничивающим себя в калориях. Обычный рацион, богатый разнообразными белками, полностью покрывает потребность человека в этих соединениях.

Немалой популярностью пользуются и так называемые *жиросжигатели*. И здесь реклама вводит в заблуждение: БАДов, которые помогут безопасно похудеть, не существует. Но есть вредные, по сути токсичные вещества, нарушающие нормальное функционирование организма подобно избыточным гормонам щитовидной железы либо повышающие температуру тела, или мочегонные, снижающие вес за счет потери жидкости и электролитов.

Среди таких препаратов – *сибутрамин*, имеющий целый букет побочных эффектов. Он усиливает чувство насыщения, а по сути – просто стимулирует недоедание. Не получится потерять жировую ткань и за счет таких «модных» препаратов, как *альфа-липоевая кислота*, полисахарид *глюкоманнан*, *хитозан* и др. Доказательная медицина не подтверждает реальную эффективность и целого ряда других добавок: *янтарной* и *лимонной*

ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

Бег характеризуется значительной частотой травм: 2,5–33 на 1000 часов бега. Причины: избыточные нагрузки, неподходящая диета, неверно подобранная обувь, бег по жесткому покрытию, неудачные особенности строения стопы, неправильная техника бега, слабая физическая подготовка, тренировки без предварительной разминки.

Обычные травмы марафонца – усталостные повреждения сухожилий, костной и хрящевой ткани. Очень частые и раздражающие повреждения – потертости и волдыри. Лучший способ борьбы с ними – профилактика. При этом смазывать кожу вазелином и другими жирными смазками не нужно – они только усиливают трение.

При длительной нагрузке мышц, особенно в жаркую погоду, возникают судороги. В этом случае помощь заключается в поддержании мышцы в вытянутом положении при пассивном растягивании. Мышечные боли и усталость – обычные явления после забега на большие дистанции. Несколько часов требуется, чтобы нейтрализовать в организме накопившуюся молочную кислоту, и несколько дней – для восстановления запасов гликогена. Мышцы приходят в нормальное состояние примерно через две недели после забега.

Во время продолжительного быстрого бега температура тела может повыситься на 1–2 градуса, что в условиях затруднения теплоотдачи (высокой влажности) может привести к тепловому удару. В этом случае спортсмена нужно охладить, обычно используют холодную воду.

При длительном беге спортсмены должны пить большое количество воды, чтобы избежать дегидратации. Обезвоживание проявляется в сниженном давлении, тахикардии, сухих слизистых оболочках. В простых случаях помогает обильное питье, в сложных – внутривенное вливание жидкости.

На финиш спортсмены приходят, как правило, в изнеможении, в полуобморочном состоянии, испытывая головокружение и не имея сил идти и стоять. Причины: нарушение температурного режима тела, снижение артериального давления и концентрации натрия в крови (гипонатриемия). В некоторых случаях гипонатриемия приводит к неврологическим нарушениям и нестабильности работы системы кровообращения. Поэтому восполнять потерю жидкости нужно с помощью воды, содержащей солевые добавки. В тяжелых случаях спортсмен должен быть отправлен в стационар для введения гипертонического раствора. К головокружениям, вплоть до коллаптоидных состояний, может приводить и снижение концентрации глюкозы в крови спортсмена. При подозрении на кардиологические проблемы, возникновении бронхоспазма и обострении астмы спортсмен должен быть госпитализирован

кислоты, креатина, полиненасыщенных жирных кислот и т. д. При сбалансированном питании все эти вещества будут и так поступать в организм в достаточном количестве.

Особо следует остановиться на *антиоксидантах* – веществах, направленных против активных форм кислорода, которые образуются при аэробном производстве энергии и способны повреждать ДНК и другие биологические молекулы. Их рекламируют очень агрессивно, однако никаких научных подтверждений пользы этих добавок нет.

В некоторых исследованиях у бегунов сразу после ультрамарафонских забегов действительно обнаруживали повышенное содержание маркеров окислительных повреждений ДНК, но нет доказательств, что это вредно. Напротив, есть данные, что окислительный стресс, возникающий при физических нагрузках (конечно, не запредельных), даже полезен: появление

ЕСТЬ, ЧТОБЫ БЕГАТЬ

За 3–4 дня до марафона нужно максимально заполнить мышечные «хранилища» гликогена за счет углеводовсодержащих продуктов – этого хватит для забега продолжительностью около полутора часов. Завтрак марафонца, также богатый углеводами, должен быть не позднее чем за 2 часа до старта, чтобы избежать повышения уровня инсулина, что может резко понизить концентрацию глюкозы в крови и спровоцировать запасание углеводов. Последнее может помешать использовать жир в качестве источника энергии.

За 10–15 минут до старта рекомендуют выпить напиток, содержащий около 10 г углеводов. В этом случае они не успеют навредить, так как с началом бега организму потребуется углеводное топливо.

Дополнительное питание во время полумарафона не обязательно. При таких забегах спортсмены принимают лишь небольшие (около 30 г в час) количества углеводов, обычно в виде изотоников (спортивных напитков для поддержания водно-солевого баланса), а при длительных забегах – до 90 г в час. Кроме этого, употребляют энергетические гели, содержащие углеводы и электролиты, а для последнего участка дистанции – еще и кофеин. Скорость усвоения каждого из углеводов различна, и чтобы получить больше 60 г углеводов в час, нужно применять смеси из моносахаридов (фруктозы, глюкозы) и олигосахариды.

Для ультрамарафонских дистанций используют энергетические батончики, в состав которых входят также жиры и белки. И, конечно, во время бега нужно пить небольшими порциями каждые 20–30 минут, не допуская возникновения симптомов обезвоживания (сухости во рту). Сразу после финиша следует выпить содержащий углеводы напиток, а также обеспечить организму комфортный температурный режим и сделать заминку

кислородных радикалов стимулирует в организме работу систем по их детоксикации (Kolodziej *et al.*, 2021). При этом в экспериментах было показано, что антиоксиданты уменьшают продолжительность жизни лабораторных животных, меняя активность ряда генов, связанных с долголетием (Gusarov *et al.*, 2021).

Наконец, нельзя обойти и агрессивную рекламу *витамина Д* и *цинка* как противовирусных средств, в том числе для лечения COVID-19. Исследования показали, что эти препараты, как и прочие средства с недоказанной противовирусной активностью, такие как *арбидол* и *триазавирин*, не оказывают заметного терапевтического эффекта при вирусных заболеваниях. Бесполезны они и в отношении улучшения спортивных показателей.

Волшебные пилюли

Сейчас спортсменам предлагается широчайший набор «спортивных» и «энергетических напитков», препаратов и добавок, предназначенных для подавления чувства усталости и повышения выносливости, стимуляции роста мышц и т. п. Обычно в их составе перечисляется множество ингредиентов (часто без указания количества), хотя реально действующими компонентами обычно являются *кофеин*, *витамины* и *углеводы* (глюкоза, фруктоза или мальтодекстрин). Все остальное – рекламные уловки, чтобы поднять цену.

Марафонцы больше всего интересуются препаратами для увеличения выносливости, чтобы быстрее восстановиться после нагрузок. Среди таких веществ есть и производные *амфетамина*, синтетического стимулятора центральной нервной системы. Эти препараты работают за счет истощения ресурсов организма, поэтому не просто вредны, но и опасны. Подобные допинги запрещены, но есть ряд



Для снижения болевых ощущений в мышцах марафонца иногда принимают нестероидные противовоспалительные препараты, такие как диклофенак и ибупрофен, иногда даже непосредственно во время забега. Такие препараты не оказывают лечебного действия, а просто заглушают боль, что позволяет спортсменам продолжать бег несмотря на массивное повреждение тканей. К тому же эти препараты могут провоцировать кровотечения в кишечнике и желудке, а также вызывать кардиологические проблемы

разрешенных стимуляторов, не представляющих очевидной угрозы для здоровья, и они широко используются спортсменами.

Но стоит ли вообще применять стимуляторы? Этот вопрос каждый должен решить сам, учитывая особенности организма и поставленные задачи. Ведь любой стимулятор – это дополнительные возможности «в кредит». Такие вещества позволяют тренироваться на пределе возможностей, помогая снизить чувство усталости, увеличивая выносливость и агрессивность.

Но при этом изматывают организм, повышают нервозность, вызывают нарушение сна и другие проблемы со здоровьем.

Нужно также помнить, что стимулирующие препараты для спорта – это огромный бизнес. И подавляющее большинство снадобий, которые рекламируются как волшебные средства, не активно и работает как плацебо (Daniel *et al.*, 2019).

Примером может служить *мельдоний*, который продается как средство для улучшения метаболизма. Он достаточно безопасен, однако может способствовать разрыву мышечной ткани после перегрузок. Тот факт, что мельдоний был включен в список запрещенных допингов, – это ход олимпийского комитета, так как этот препарат популярен только у российских спортсменов.

На сегодня наиболее часто применяемый стимулятор – это кофеин, который оказывает стимулирующее действие на центральную нервную систему, повышает эффективность работы мышечного аппарата и скорость реакции за счет мобилизации энергетических запасов организма. Он также улучшает настроение и снимает чувство усталости. Все это позволяет спортсмену повысить показатели при не слишком продолжительных нагрузках.

В качестве источника кофеина используют *кофе*, *чай* и *гуарану*; кофеин также добавляют в спортивные напитки и питание. Чтобы эффект был заметен, требуются дозы не ниже 150 мг. На практике это 3–9 мг/кг веса спортсмена за полчаса до забега и поддерживающие 100–300 мг на дистанции через час. Заметим, что кофеин в таких дозах не считается полезным для здоровья – максимальная «медицинская доза» составляет не более 400 мг в сутки, что соответствует 4–5 чашкам кофе. При превышении дозы он вызывает беспокойство, нарушает сон. После тренировки и на ночь пить кофе не рекомендуется.



На финише полумарафона. © CC BY-SA 2.0/Chris Maki

Чувствительность к кофеину варьирует у разных людей, и на кофемана он будет действовать менее эффективно. Кроме того, кофеин – это диуретик, что для марафонца скорее минус. А кофе является адсорбентом, мешая организму усваивать магний, кальций и другие микроэлементы. Суммируя, можно заключить, что, хотя кофеин и делает тренировки более приятными, он вряд ли поможет улучшить результаты при длительных забегах (Harty *et al.*, 2020).

Спортсмены также часто употребляют препараты (обычно настойки) из растений-*адаптогенов*, которые считаются совершенно безвредными, хотя природное происхождение вовсе не гарантирует их безопасность. Эти препараты используют для борьбы с проявлениями перетренированности: слабостью, апатией, снижением артериального давления.

Наиболее широко применяют препараты на основе *женьшеня*, *элеутерококка*, *лимонника китайского*, *родиолы розовой (золотого корня)*, *леuzeи сафлоровидной (маральего корня)*, *аралии маньчжурской*. А любители экспериментов употребляют чай *саган-дайля* из листьев *рододендрона Адамса*. Все эти средства реально бодрят, недаром в европейских секс-шопах можно встретить настойку элеутерококка российского производства.

Однако такие препараты заставляют организм работать (в первую очередь путем повышения артериального давления) в то время, когда ему требуется отдых. Поэтому использовать их нужно аккуратно: подбирать индивидуальную дозу и контролировать артериальное давление.

Есть также множество менее известных стимулирующих препаратов на основе растений, водорослей, продуктов пчеловодства и грибов-паразитов насекомых (*кордицепс*, относящийся к *спорыньевым грибам*). Но убедительных доказательств их пользы для спортсменов нет.

Есть также примеры, когда рекламируемые волшебные средства оказываются эффективны за счет негласного добавления в них запрещенных



«Спортсмены – замечательные люди: не пьют, не курят, следят за здоровьем. За моего первого мужа я вышла замуж 80 лет назад. Он был борец, чемпион. Второй муж был футболистом, третий пловцом. Теперь я, наверное, выйду замуж за марафонца». Рис. А. Власова

веществ (Duiven, 2021). В этом случае спортсмен может неумышленно оказаться нарушителем антидопинговых правил.

Так почему же спортсмены продолжают принимать стимулирующие добавки? Все просто: воздействуя на центральную нервную систему, они позволяют человеку выходить за «барьеры» боли и усталости, которые организм устанавливает с целью защиты. И в этом смысле для перетренировавшихся спортсменов более полезны препараты *валерианы лекарственной* и *пустырника*, позволяющие бороться с повышенной возбужденностью, раздражительностью и нарушениями сна, возникающими из-за перегрузок.

Бег для счастья

Удивительно, но и в наше время есть критики спорта, утверждающие, что марафон – это глупое занятие индивидуумов, желающих самоутвердиться, пустая трата времени, приносящая вред здоровью. По их словам, люди тратят на бег огромное количество времени вместо того, чтобы читать книги, учить иностранные языки, осваивать компьютерное программирование и вообще делать что-то полезное себе и людям. В чем вообще смысл марафона?

Ответ на этот вопрос нужно искать исходя из того, что каждому человеку для счастья нужны занятия, способствующие выработке в его организме *эндорфинов* –

«гормонов радости». Каждый выбирает свое любимое занятие. Не повезло лишь тем, кто, не найдя себе увлечения, прибегает к алкоголю и наркотикам – средствам немедленного получения удовольствия.

Спортсмены, к примеру, получают свою порцию эндорфинов во время тренировок и соревнований: они счастливы, преодолевая трудности, сталкиваясь с ситуациями, где присутствуют элементы риска. Диванным критикам не понять радостного волнения, знакомого всем бегунам при достижении цели – преодолении большой дистанции или подъеме на гору.

Есть даже такой термин – «эйфория бегуна», состояние эмоционального подъема во время длительного бега. Обеспечивается оно не только эндорфинами, но и другими эндогенными веществами, которые снимают болевые ощущения и создают приподнятое настроение, по-хорошему «опьяняют». У некоторых спортсменов это чувство переполняющей радости проявляется очень ярко, в первую очередь у тех, кто испытывает длительные нагрузки при недостатке кислорода, – у бегунов на большие дистанции и альпинистов.

Все это замечательно, но только если спортсмен не подвержен большим стрессам вне спорта. Иначе человек может начать использовать физические нагрузки для борьбы с депрессивным настроением в повседневной жизни. После физических упражнений настроение улучшается ненадолго, и чтобы поддержать его, спортсмен нагружается все больше и больше. Образуется порочный замкнутый круг, а «сбросить обороты» трудно – возникает *синдром отмены*.

В этих случаях специалисты говорят об *аддикции*, патологической приверженности к бегу. Получивший такую зависимость человек может в конце концов столкнуться с серьезными медицинскими проблемами.

Популярная тема дискуссий о спорте – его влияние на продолжительность жизни. С одной стороны, все знают, что «движение – это жизнь». С другой стороны, есть много примеров, когда люди, обездвиженные в результате травм или болезней, ведут активную деятельность и живут долго. В этом смысле долголетие спортсменов служит обычной темой для шуток: при упоминании известного атлета, дожившего до 90 лет, тут же приводят примеры 105-летних французских старушек, которые спортом не занимались, зато курили и не отказывали себе в бокале вина.

Все дело в том, что люди чрезвычайно различаются по возможностям своего организма выдерживать нагрузки и восстанавливать повреждения. При этом большинство исследований на тему долголетия не выдерживает критики из-за невозможности проведения экспериментов с людьми. А результаты анкетирования, как правило, трактуют без учета того, что есть причина, а что – следствие.

К примеру, при опросе двух групп людей, одна из которых занимается спортом, выясняется, что спортсмены имеют более крепкое здоровье. Делается вывод: они здоровы благодаря спорту. Однако вполне вероятно, что именно слабое здоровье не позволяет многим людям заниматься физическими упражнениями. Другой пример – исследования, где было установлено, что ежедневные занятия тяжелой физической работой связаны с меньшей продолжительностью жизни. Однако при этом ученые не задумались, что причиной в этом случае могли послужить низкие доходы и невысокий уровень образования.

Житейская мудрость подсказывает, что все хорошо в меру. По словам великого швейцарского врача и натурфилософа Парацельса, «все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным».

Правильность этого утверждения подтвердили результаты масштабного исследования бегунов. Оказалось, что продолжительность жизни любителей бега выше, чем у людей, ведущих малоподвижный образ жизни. При этом благотворный эффект бега обеспечивался для тех, кто пробегал с большой скоростью более 32 км за неделю, – они жили столько же, сколько и те, кто не бегал вовсе!

Поэтому в своей жизни лучше руководствоваться правилом знаменитого античного врача Гиппократ, утверждавшего, что «если бы мы могли дать человеку правильное количество питания и упражнений – не слишком мало и не слишком много, – мы бы обеспечили ему надежный путь к здоровью».

Литература

Kox H. B., Власова К. А. Марафон? Легко! // НАУКА из первых рук. 2021. Т. 91. № 1/2 (91). С. 66–83.

Crouse B., Beattie K. Marathon medical services: strategies to reduce runner morbidity // Med. Sci. Sports Exerc. 1996. V. 28. P. 1093–1096.

Jaworski C. Medical Concerns of Marathons // Curr. Sports Med. Rep. 2005. V. 4. N. 3. P. 137–143.

Kerksick C. M., Arent S., Schoenfeld B. J., et al. Open Access International society of sports nutrition position stand: nutrient timing // J. Int. Soc. Sports Nutrition. 2017. 14:33.

Knechtle B., Nikolaidis P. T. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running // Front. Physiol. 2018. 9:634.

O'Keefe J. Potential Adverse Cardiovascular Effects From Excessive Endurance Exercise // Mayo Clin Proc. 2012. V. 87(6). P. 587–595.

Nieman D. C., Wentz L. M. The compelling link between physical activity and the body's defense system // J. Sport Health Sci. 2019. V. 8(3). P. 201–217.

Sjodin B., Svedenhag J. Applied Physiology of Marathon Running // Sports Med. 1985. N. 2. P. 83–99.

Tiller N. B., Roberts J. D., Beasley L., et al. Open Access International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing // J. Int. Soc. Sports Nutrition. 2019. 16:50.

Photo by Braden Collum on Unsplash



КУРЯТ

ИЗ-ЗА НИКОТИНА,

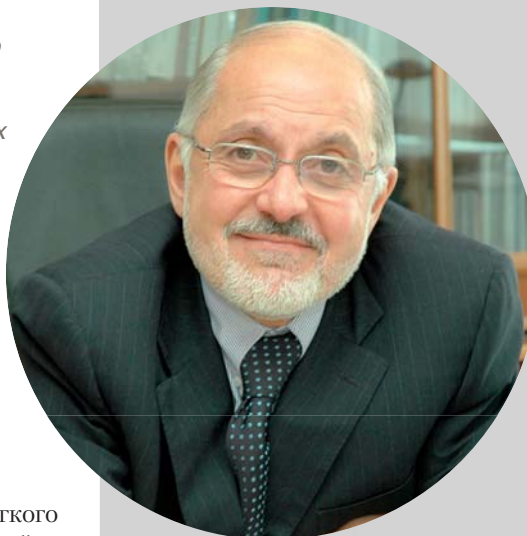
УМИРАЮТ

ОТ СМОЛЫ

Ключевые слова: курение, табачные смолы, рак легкого, канцерогенные вещества, электронные сигареты.

Key words: smoking, tobacco resins, lung cancer, carcinogenic substances, electronic cigarettes

Может ли курение быть безопасным? Однозначно – нет. Лучший выбор для любого человека – это полный отказ от табака. Но несмотря на все призывы к здоровому образу жизни и страшные картинки на пачках сигарет, миллионы людей во всем мире не отказываются от этой пагубной привычки. Компромиссный путь – снижение вреда от курения. И мировая практика, и опыт нашей страны доказывают, что это вполне реально. Снижение смертности от онкологических заболеваний, связанных с курением, – главное, а может быть, и единственное достижение в области профилактики онкологических заболеваний в России



Связь между курением сигарет и раком легкого впервые обнаружил в 1950-х гг. выдающийся английский ученый-эпидемиолог Ричард Долл. На основе исследования пациентов двух десятков лондонских больниц он пришел к выводу, что риск развития этой болезни растет пропорционально числу выкуриваемых сигарет.

Его доклад, опубликованный Британским медицинским исследовательским советом, стал настоящей сенсацией. В то время в Великобритании курильщиками были 80% взрослого населения, и никто не подозревал об опасных последствиях этой привычки. Сам ученый после своего открытия бросил курить.

Спустя тридцать лет профессор Долл принял участие в состоявшейся в 1985 г. в Москве большой научной конференции «Табак: главная международная угроза здоровью» в качестве почетного президента. Председательствовали на конференции автор этих строк (в то время – руководитель программы «Факторы образа жизни и рак» Международного агентства по изучению рака (МАИР)) и профессор Ричард Пето из Оксфордского университета.

На конференцию приехали ведущие ученые-эпидемиологи Европы, США, Японии и Китая, чтобы вместе обсудить проблемы борьбы с курением и его последствиями. Специалисты пришли к выводу, что существует достаточно простой способ снизить у курильщиков риск рака легкого, а также, вероятно, и других форм онкологических заболеваний.

Смертельный дым

В дыме горящей сигареты, который вдыхает курильщик, можно обнаружить свыше 5 тыс. различных химических соединений. При этом опасность для курильщика представляют как газообразные компоненты сигаретного дыма (от угарного газа

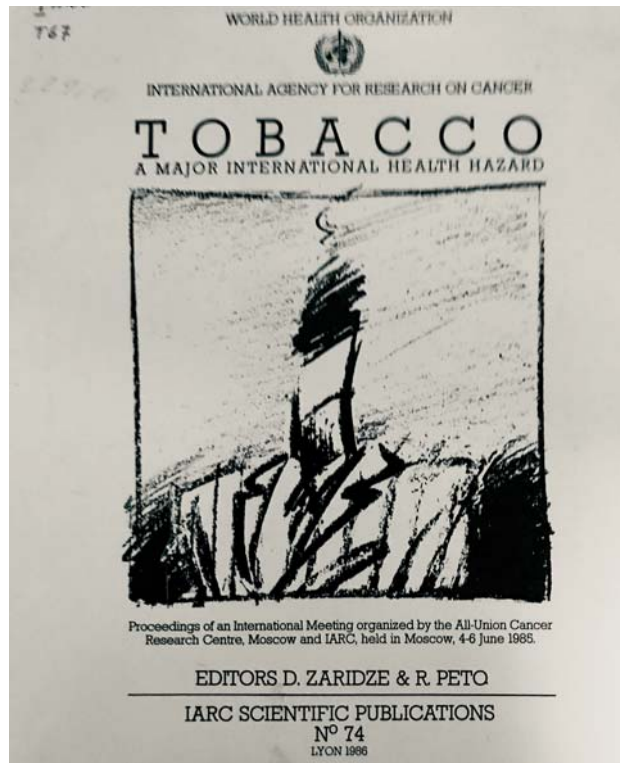
ЗАРИДЗЕ Давид Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий отделом эпидемиологии Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н. Н. Блохина Минздрава РФ (Москва). Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники (2007). Автор и соавтор более 500 научных работ



Британский врач и эпидемиолог Ричард Долл, совместно со своими коллегами доказавший, что курение вызывает рак легкого и увеличивает риск заболеваний сердца, бросил курить после этого открытия. Ученый умер в возрасте 92 лет, до последних дней занимаясь научной работой

РИЧАРД ДОЛЛ:

«Смерть в старости неизбежна, но смерть до старости – нет. В предыдущие века считалось, что человеку отведено 70 лет жизни, и только каждый пятый доживал до такого возраста. Однако в настоящее время для некурящих в западных странах ситуация обратная: только один из пяти умирает до достижения семидесятилетнего возраста, и уровень смертности среди некурящих все еще снижается, что дает надежду, по крайней мере в развитых странах мира, где смерть до 70 лет – редкость. Для того, чтобы это «обещание» долгой жизни было должным образом реализовано, необходимо найти способы ограничить огромный ущерб, который сейчас наносит табак, и донести не только до миллионов людей в развитых странах, но и до населения всего мира, насколько сокращают свою жизнь те, кто продолжает курить»



до синильной кислоты), так и мельчайшие твердые частицы, состоящие преимущественно из *никотина*, воды и так называемой смолы.

Именно в смоле и содержится большая часть канцерогенных веществ, которыми так богат табачный дым: *полициклические ароматические углеводороды* (ПАУ), в первую очередь *бенз(а)пирен*; *табак-специфические нитрозамины* (ТСНА); *ароматические амины*; а также *полоний-210*, *мышьяк* и тяжелые металлы (*бериллий*, *никель*, *хром*, *кадмий*). Все эти вещества по классификации МАИР относятся к I классу канцерогенной опасности.

В середине 1970-х гг. британский психиатр Майкл Рассел, один из активных борцов с употреблением табака, сформулировал концепцию «снижения вреда, вызываемого курением» (*Tobacco Harm Reduction*). Согласно Расселу, «новый подход к более безопасному курению – это сигареты с низким содержанием смолы и средним уровнем никотина». Ему же принадлежит и часто цитируемое высказывание, что «курильщик курит из-за никотина, а умирает от смолы». В связи с этим он предложил сохранить в табачных изделиях средний уровень никотина, а содержание смолы снизить до низкого или очень низкого.

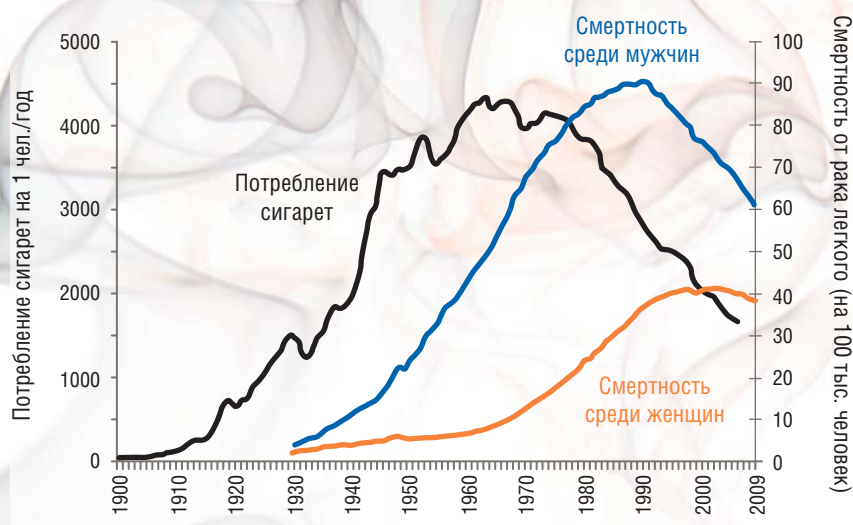
Идеи Рассела получили подтверждение в эпидемиологических исследованиях Долла и Пето. В статье, опубликованной в 1978 г., они дали свое объяснение снижению смертности от рака легкого у молодых мужчин, наблюдаемому в то время. По мнению ученых, это

поколение, в отличие от предыдущих, курило сигареты с фильтром, которые содержат значительно меньше смол и, соответственно, канцерогенных веществ. При этом потребление табака в Великобритании в 1970-х гг. еще никак не изменилось, как не было существенных улучшений и в лечении рака легкого.

В то время в советских и импортируемых в нашу страну сигаретах уровень смолы и никотина был очень высоким. К примеру, в крепких сигаретах без фильтра содержание смол могло превышать 30 мг (для сравнения: согласно отечественному «Техническому регламенту на табачную продукцию», с 2016 г. содержание смолы и никотина в дыме одной сигареты с фильтром не может превышать 10 и 1,0 мг соответственно). И вот на московской конференции 1985 г. было принято решение рекомендовать понизить концентрацию смолы в табачных изделиях до 15 мг/сиг.

Однако с этим предложением были согласны далеко не все из тех, кто принимал участие в обсуждении. Официальные представители Всемирной организации здравоохранения и руководство МАИР категорически возражали против «полумер». По их мнению, все усилия должны быть направлены исключительно на полный отказ от табака.

Категоричная позиция «пуристов», борцов за идейную чистоту профилактики курения, выглядела достаточно убедительно. И только наша уверенность в исключительной важности того, что мы предлагаем, и огромный авторитет профессора Долла позволили включить в итоговый документ раздел о снижении концентрации смолы в табачном дыме. Тем не менее профессору Пето, который горячо отстаивал эту точку зрения, на пять лет закрыли двери в ВОЗ и МАИР,



В США смертность от рака легкого начиная с 1990 г. снизилась за 20 лет почти на 40%. Как известно, смертность при этом виде рака достигает 85%, несмотря на все успехи современной медицины. Графики динамики потребления табака и смертности наглядно иллюстрируют тот факт, что причиной снижения числа заболевших стала меньшая распространенность курения, в первую очередь среди мужчин. С сайта: <http://www.cancer.org/research/cancerfactsstatistics/>

где до этого он был главным экспертом в области профилактики инфекционных заболеваний.

И с этого момента в СССР, а затем и в России борьба с курением началась на государственном уровне. На основании рекомендаций специалистов в 1988 г. был принят регламент о *предельно допустимых концентрациях* (ПДК) смолы в сигаретах и папиросах, поступающих в продажу. В результате очень высокие концентрации смол на одну сигарету опустились до умеренных (15 мг), а затем и относительно низких (12 мг).

Линии жизни и смерти

Эффект от принятых мер по борьбе с курением не заставил себя ждать. Смертность от рака легкого в России начала снижаться уже в 1990-х гг. В последующие два десятилетия этот показатель у мужчин упал на 40%, а у женщин – на четверть.

Снизилась смертность и от других форм злокачественных опухолей, причиной которых считается курение: рака губы, полости рта, глотки, гортани и пищевода. Такой же тренд имел место и в бывших советских республиках, на которые распространился регламент об уменьшении уровня смолы в табачных изделиях, принятый Минздравом СССР в 1988 г.

Между тем продажа сигарет в России выросла более чем вдвое: с 200 млрд штук в 1996 г. до 425 млрд штук в 2006 г. Казалось бы, вместе с этим должна была расти заболеваемость раком легкого и, соответственно, смертность. Но получилось наоборот. И дело здесь не в достижениях медицины: 5-летняя выживаемость больных раком легкого за 30 лет не претерпела особых изменений. Причина лишь в том, что каждая выкуренная сигарета теперь содержала меньше канцерогенных веществ.

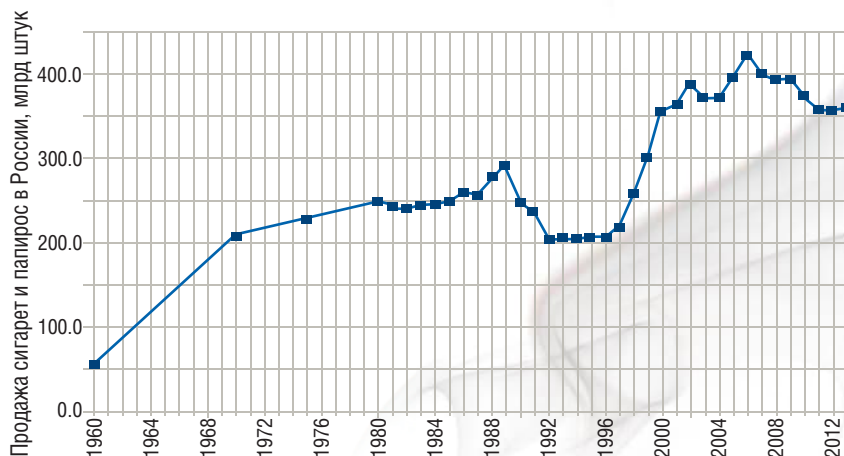
Что любопытно: если сравнить кривые смертности от рака легкого и всех злокачественных новообразований, то мы найдем в них разительное сходство. До 1993 г. идет неуклонный рост, затем перелом, а дальше начинается снижение.

Это общее снижение смертности от рака произошло почти исключительно за счет тех заболеваний, причиной которых является курение. Практически единственное исключение – это рак желудка. Смертность от этой болезни в нашей стране, как и во всем мире, начала сокращаться еще с середины прошлого века. И связан этот тренд не с достижениями в области ранней диагностики или лечения, а с социально-экономическими изменениями и общим улучшением качества жизни людей.

Из двух зол

За прошедшие 40 лет во многих странах мира потребление табачных изделий снизилось, однако миллионы людей по-прежнему продолжают курить и умирать от болезней, связанных с этой вредной привычкой. В долгосрочной перспективе количество бросивших курить оценивается как крайне низкое: несмотря на значительные усилия в области контроля за использованием табачной продукции и активного распространения информации о вреде табака, число курильщиков растет.

Наглядным доказательством этой тенденции служит наблюдаемый в последние годы рост заболеваемости и смертности от рака легкого



В отличие от западных стран, в России распространенность курения в 1993–2008 гг. росла – она начала снижаться лишь с 2009 г. (вверху). В то же время заболеваемость и смертность от рака легкого (справа внизу), а также от других форм рака, ассоциированных с курением, начали снижаться уже с начала 1990-х гг. Причина – уменьшение в табачном дыме сигарет концентрации канцерогенных веществ, которое последовало после принятия в 1988 г. регламента о ПДК смолы в сигаретах и папиросах. По: (Заридзе, Мукеря, 2018)

у женщин в некоторых странах, включая Россию. Случаи этой болезни участились среди россиянок на 20%, что можно связать лишь с увеличением потребления табачных изделий.

Чтобы приблизиться к поставленной многими государствами цели снизить распространенность курения и, соответственно, уменьшить заболеваемость и смертность от болезней, с ним связанных, необходимы дополнительные меры. Помимо антитабачной пропаганды, запрета на курение в общественных местах и других популярных методов борьбы за здоровый образ жизни, можно и нужно использовать альтернативные способы преодоления никотиновой зависимости.

Один из них – это электронные системы доставки никотина (ЭСДН), включая электронные сигареты (ЭС) и системы нагревания табака (СНТ). Судя по имеющимся научным данным, аэрозоль, выделяемый при их использовании, содержит меньше канцерогенов и других токсичных веществ, чем обычный табачный дым. Если в традиционных сигаретах табак нагревается до 800–900 °С, то в СНТ – только до 250–300 °С, и в этом случае сжигания табака не происходит. А, как известно, большинство токсических и канцерогенных веществ табачного дыма образуется при очень высоких температурах.

В случае онкологических заболеваний отказ от курения в любое время, на любом этапе лечения приводит к значительному улучшению прогноза. Подсчитано, что, если пациент откажется от курения после постановки диагноза «рак», риск смерти может быть снижен на 30–40%. В случае некоторых форм рака польза отказа от курения может быть равнозначной эффекту от современной противоопухолевой терапии или даже превосходить его (Dressler, 2003)

Кроме того, изучение крови и мочи пользователей ЭС выявило в них более низкое содержание соединений – маркеров токсических и канцерогенных веществ по сравнению с обычными курильщиками.

Так что с помощью подобных электронных устройств курильщик может получить требуемое ему количество никотина, подвергаясь меньшему воздействию токсических и канцерогенных веществ, чем при курении обычных сигарет. Такой подход, в принципе, вполне соответствует концепции «снижения вреда».

Конечно, в данном случае речь не идет о пропаганде ЭС среди широких слоев населения. Ведь алкалоид никотин, который с их помощью поступает в организм, остается все тем же потенциально опасным наркотическим веществом, вызывающим привыкание, а также, по некоторым данным, повышающим риск возникновения некоторых сердечно-сосудистых патологий. Но для людей, которые не в силах отказаться от опасной привычки и при этом хотели бы снизить вред потребления табака, ЭСДН могут стать альтернативой привычной сигарете. Более того, есть данные, что употребление электронных средств постепенно помогает вообще избавиться от никотиновой зависимости.

Курить нельзя завязывать

Сейчас во многих странах национальные государственные и общественные агентства, занимающиеся проблемами профилактики, рекомендуют курильщикам с сильной табачной зависимостью переходить на ЭСДН.

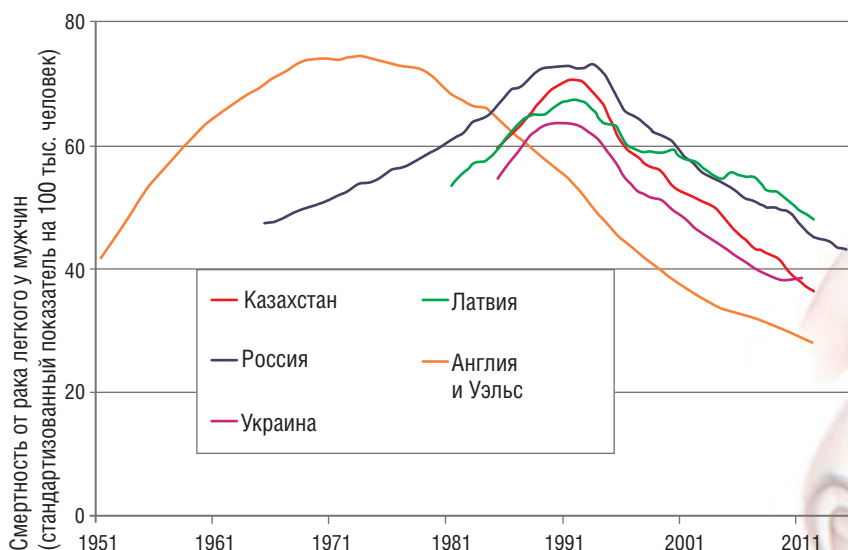
По данным бывшего исполнительного органа Департамента здравоохранения и социального обеспечения Англии (*Public Health England*), 2,9 млн британцев используют ЭС и десятки тысяч каждый год успешно бросают курить с их помощью. Основываясь на отчете совета экспертов, Комитет по науке и технологии нижней палаты парламента Великобритании пришел к выводу, что у пассивных курильщиков вдыхание аэрозоля не приводит к негативным последствиям для здоровья или они значительно слабее, чем от дыма обычных сигарет. И в августе 2018 г. парламентарии предложили британскому Минздраву активнее использовать ЭСДН как средство отказа от курения. Правда, при этом особо подчеркивалась необходимость профилактики использования ЭСДН некурящими.

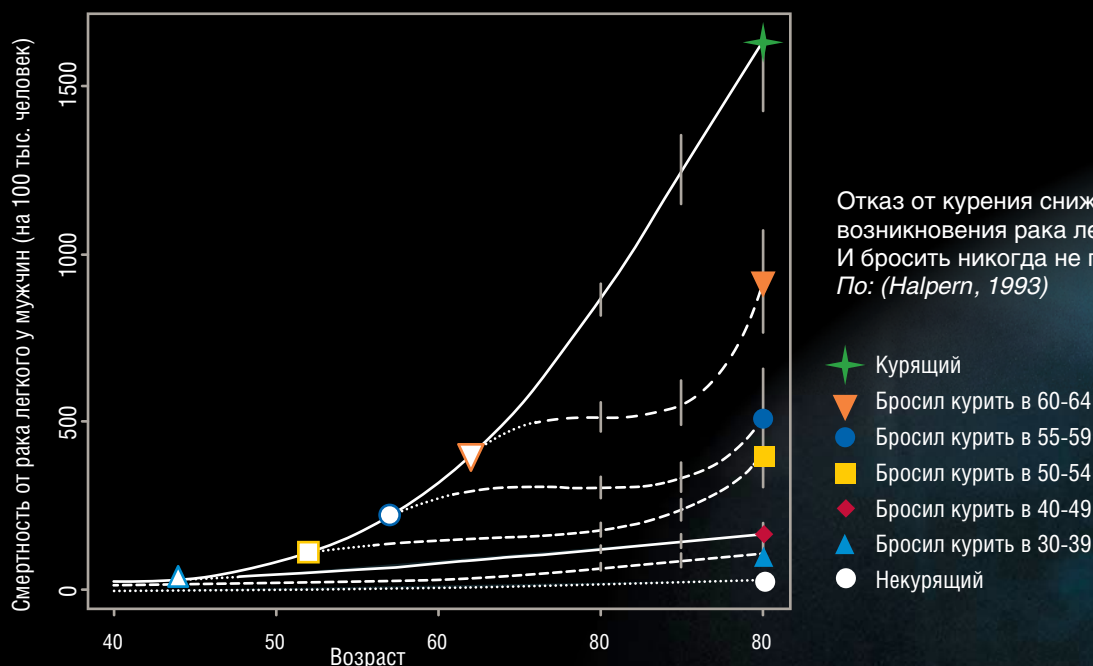
Электронные, или альтернативные, средства доставки никотина (ЭСДН) можно разделить на две основные группы: так называемые вейпы (включая электронные сигареты) и системы нагревания табака (СНТ). В вейпах используется содержащая никотин жидкость, превращающаяся при нагревании в высокодисперсный пар (аэрозоль), который и вдыхает пользователь. Существуют и безникотиновые жидкости для вейпов, которые содержат только пропиленгликоль, глицерин, воду и разнообразные ароматизаторы.

В системах нагревания табака, примером которых может служить IQOS, применяется не жидкость, а специально обработанные табачные листья. Для этого их измельчают с добавлением воды, глицерина, гуаровой камеди и целлюлозных волокон. Устройство нагревает эту смесь до более низкой температуры, чем в обычных сигаретах, поэтому табак не горит. Соответственно, в легкие курильщика попадает не дым, а табачный аэрозоль.

Помимо вейпов и СНТ, существуют также устройства-гибриды, в которых сочетаются настоящий табак и никотинсодержащая жидкость

В России потребление табака в 1993–2008 гг. годы росло, в то время как заболеваемость и смертность от рака легкого и других форм рака, ассоциированных с курением, стала снижаться с начала 1990-х гг. Причина – принятие в 1988 г. регламента о предельно допустимых концентрациях (ПДК) смолы в сигаретах и папиросах.
По: (Заридзе, Мукаря, 2018)





Отказ от курения снижает риск возникновения рака легкого. И бросить никогда не поздно.
По: (Halpern, 1993)

- ★ Курящий
- ▼ Бросил курить в 60-64
- Бросил курить в 55-59
- Бросил курить в 50-54
- ◆ Бросил курить в 40-49
- ▲ Бросил курить в 30-39
- Некурящий

Вслед за Великобританией сравнительно меньший вред ЭСДН признали и другие страны. Во Франции Высший совет общественного здравоохранения рекомендовал информировать медицинских работников и курильщиков, что полный переход на использование ЭСДН может способствовать отказу от курения и снижению риска, связанного с употреблением табака.

В июле 2020 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) разрешило продвигать один из ЭСДН как табачный продукт «модифицированного риска». Это решение основано на научных исследованиях, которые показали, что замена традиционных сигарет на электронные снижает воздействие на организм 15 опасных и потенциально опасных веществ, включая такие токсические и канцерогенные соединения, как *формальдегид*, *акролеин*, *бенз(а)тирен* и др.

ВОЗ занимает более осторожную позицию, однако признает, что полный и быстрый переход взрослых курильщиков от обычных табачных изделий к использованию «чистых» и надлежащим образом регулируемых ЭСДН может способствовать снижению риска для их здоровья. (Исключение ВОЗ делает для беременных женщин, которым в принципе не рекомендует курить.)

Такая смена «носителей» никотина особенно важна для онкологических больных, многие из которых не могут отказаться от вредной привычки даже после постановки диагноза. Доказано, что курение традиционных сигарет ухудшает прогноз этой болезни, включая общую выживаемость и развитие новых опухолей.

Пока у нас в стране ЭСДН законодательно приравнены к обычным сигаретам (Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N303-ФЗ), и российское общество категорически настроено против их распространения.

Казалось бы, анализ научных данных и международный опыт должны стать поводом для пересмотра этой точки зрения и планирования новых мер профилактики курения в России. Однако часто жизненно важные документы в нашей стране разрабатываются не на фундаменте научных фактов, а с моралистской позиции. Курение – это зло, а значит, любые компромиссные решения исключены. Преимущество такой позиции в том, что она не требует доказательств своей обоснованности.

Снижение заболеваемости и смертности только от рака легкого за последние четверть века спасло жизни почти полумиллиона россиян, а также десятков тысяч граждан других бывших советских республик. Это весомое доказательство эффективности концепции «снижения вреда, вызываемого курением» для профилактики онкологических заболеваний.

Сейчас нам просто нужно сделать следующий шаг. Переход на ЭСДН для людей, которые не могут бросить курить, заметно сократит смертность от рака и других хронических неинфекционных заболеваний, связанных с употреблением табака. Так же, как это однажды уже произошло в нашей стране в результате снижения содержания смолы в сигаретах.

Литература

Заридзе Д. Г. Табак – основная причина рака. М.: Има-пресс, 2012. 208 с.

Заридзе Д. Г., Каприн А. Д., Стилиди И. С. Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в России // Вопросы онкологии. 2018. № 5. С. 578–591.

Заридзе Д. Г., Мукерия А. Ф. Профилактика ассоциированных с курением форм рака: концепция снижения вреда // Практическая онкология. 2020. Т. 21. № 3. С. 197–229.

Doll R., Hill A. B. Smoking and carcinoma of the lung; preliminary report // Br. Med. J. 1950. V. 2(4682). P. 739–748.

Peto R. Overview of cancer time-trend studies in relation to changes in cigarette manufacture // IARC Sci. Publ. 1986. V. 74. P. 211–226.

ДЫМ БЕЗ ОГНЯ

Споры о том, насколько безопасно употребление вейпов (электронных систем доставки никотина, ЭСДН) и могут ли они стать альтернативой обычным сигаретам, начались давно. До сих пор специалисты не пришли к единому мнению – для окончательных выводов просто не хватает научных данных. Так, в докладе ВОЗ, сделанном в 2016 г., говорится, что в среднем уровень токсических веществ в аэрозоле «электроннок» ниже или даже намного ниже, чем в сигаретном дыме. Однако порой концентрации в нем формальдегида и тяжелых металлов могут даже превышать аналогичные в сигаретах. Причем эти колебания отмечаются даже для продуктов одной марки. Почему это происходит, не совсем ясно.

Главным аргументом против альтернативных методов доставки никотина является то, что якобы вред никотина давно доказан. Правда, существуют и безникотиновые вейпы (электронные средства доставки продуктов, не являющихся никотином, или ЭСДПН). Но и их нельзя назвать безопасными для здоровья. Есть данные, что содержащиеся в них ароматизаторы могут оказывать токсическое воздействие на клетки, провоцировать воспаление в дыхательных путях и снижать устойчивость организма к вирусным инфекциям. По мнению ВОЗ, на данный момент нет достоверных цифр, показывающих, насколько электронные заменители сигарет безопаснее обычных. Тем более что сложные смеси веществ, содержащиеся в жидкостях и аэрозоле вейпов, могут оказывать токсическое воздействие даже при низких концентрациях вредных соединений. И для оценки их действия на человека требуются долгосрочные исследования.

А «пассивным» курильщикам нужно помнить, что, хотя в аэрозоле вейпов содержание никотина меньше, чем в сигаретном дыме, оно все равно на один-два порядка выше, чем в окружающем воздухе



Болотный «КОНДИЦИОНЕР» планеты

Большое Васюганское болото. Западная Сибирь
Фото А. Тупицыной

Люди на протяжении столетий боролись с болотами и в некоторых странах даже практически победили... О чем вскоре пришлось пожалеть: оказалось, что болота делают для биосферы очень много, начиная от хранения и очистки пресной воды и заканчивая регулированием речного стока и поддержанием биологического разнообразия. А с потеплением климата на первый план вышла еще одна глобальная функция болотных экосистем как крупнейшего мирового «депо» углерода

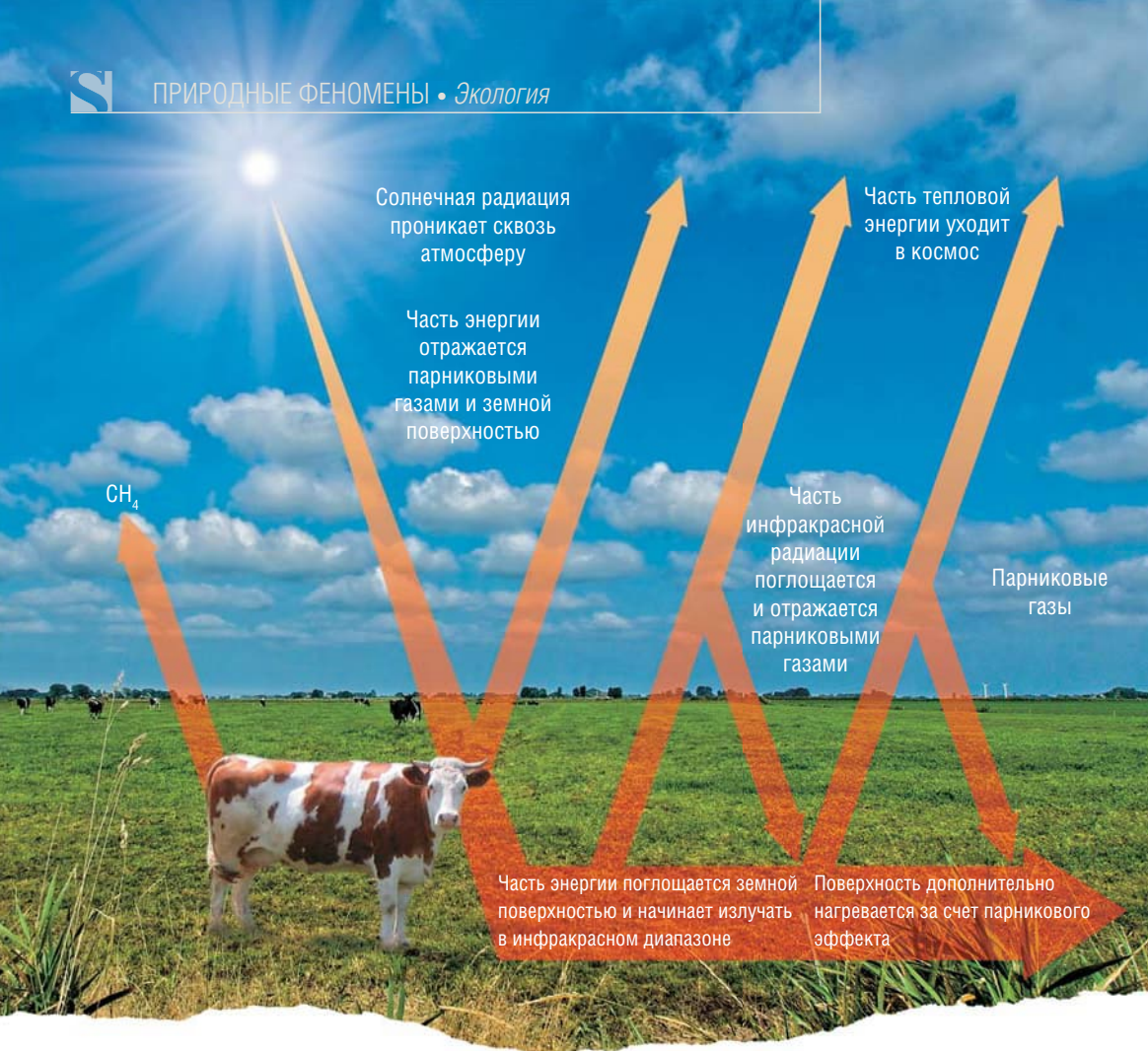


КИРПОТИН Сергей Николаевич – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и директор Центра *Bio-Clim-Land* Национального исследовательского Томского государственного университета. Соорганизатор, соруководитель и координатор ряда научных международных и российских биосферных проектов. За развитие франко-российского сотрудничества в 2015 г. стал кавалером французского ордена Академических пальм. Автор и соавтор более 130 работ, в том числе 4 монографий и 5 учебных пособий

Ключевые слова: парниковый эффект, углекислый газ, метан, углерод, Западная Сибирь, болото, Большое Васюганское болото, торфяники.

Key words: greenhouse effect, carbon dioxide, methane, carbon, western Siberia, bog, Great Vasyugan Mire, peatlands

© С. Н. Кирпотин, 2021



Сегодня, отвечая на вопрос о глобальных угрозах, большинство назовут пандемию COVID-19. И будут неправы. Даже несмотря на высокую смертность и беспрецедентные социально-экономические последствия, распространение коронавирусной инфекции не угрожает существованию человечества как части биосферы. Чего нельзя сказать о *глобальном потеплении* – устойчивом повышении среднегодовой температуры приземной атмосферы (в среднем на один градус за столетие), которое стали отмечать с началом индустриализации в середине XIX в.

В истории нашей планеты периоды глобального похолодания не раз сменялись периодами глобального потепления, и споры о причинах этих циклических климатических изменений не утихают. Среди возможных факторов влияния – как астрономические, включая солнечную активность, так и планетарные, например движения материков, меняющие океанические течения, или активный вулканизм (Добрецов, 2010).

Так или иначе, но за последние 600 тыс. лет климат Земли испытал несколько периодов потепления за счет роста *парникового эффекта* – увеличения притока солнечной радиации в результате накопления в атмосфере *парниковых газов*. К таким газам, помимо паров воды, относятся в первую очередь *углекислый газ* (CO_2), способный долгое время оставаться в атмосфере в неизменном состоянии, а также *метан* (CH_4), *закись азота* (N_2O) и др.

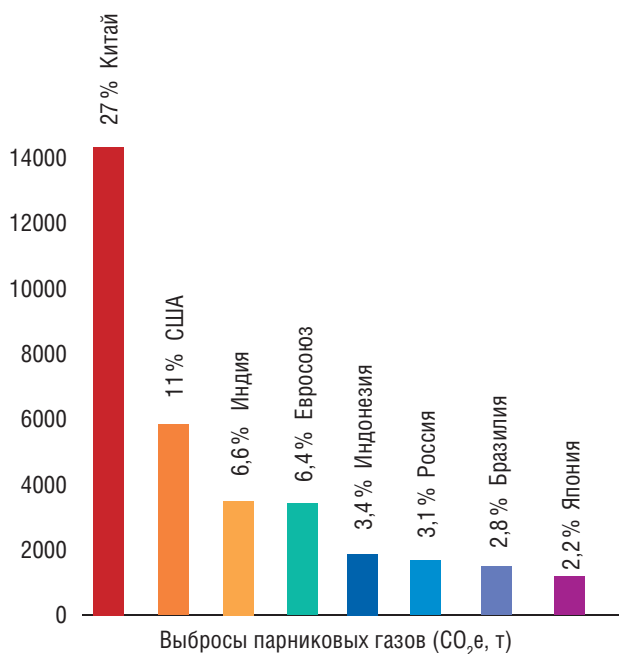
Нынешнее глобальное потепление также сопровождается отчетливо выраженным ростом атмосферных концентраций CO_2 . За последние 70 лет

На верхнюю границу земной атмосферы поступает около 1,5 кВт солнечной энергии, причем около трети отражается обратно в космос. В результате планета нагревается и, как любое нагретое тело, начинает излучать энергию. На упрощенной схеме отражения, поглощения и рассеивания солнечной энергии, поступающей на Землю (*вверху*), показан механизм, отвечающий за парниковый эффект, который возникает в результате обогащения атмосферы парниковыми газами, в первую очередь парами воды, углекислым газом и метаном.

По: (Панченко, Белан, 2009)

Как известно, более 40% углерода наземной растительности сосредоточено в тропических лесах. А за счет больших запасов в почве лесов умеренных широт «мертвого» органического вещества их роль в депонировании углерода оценивается не менее высоко. По некоторым данным, в российских лесах, в первую очередь темнохвойных, содержится до 10–25% всего «лесного» углерода планеты (Исаев и др., 2004).

Однако роль лесных экосистем в депонировании углерода может оказаться сильно преувеличенной. При достижении зрелости фотосинтетическая активность и продуктивность леса падают, и из поглотителя CO₂ он может превратиться в его источник (Duffy *et al.*, 2021). Такое случается при масштабных лесных пожарах, участившихся в связи с потеплением климата (Walker *et al.*, 2019), и других антропогенных воздействиях. К примеру, за последние два десятилетия 10 из 257 лесов на объектах Всемирного наследия ЮНЕСКО выбросили больше CO₂, чем поглотили (UNESCO, WRI, IUCN, 2021)



Крупнейшие мировые страны–эмитенты парниковых газов на 2019 г. Данные представлены в пересчете на CO₂-эквивалент (CO₂e) – условную единицу, которую используют для расчета углеродного следа и равную одной метрической тонне углекислого газа. По данным Rhodium Group

Мох сфагнум – одно из главных растений-торфообразователей. Большое Васюганское болото. Фото А. Тупицыной



его содержание увеличилось на треть, причем этот «лишний» углекислый газ появился в результате хозяйственной деятельности человека, в первую очередь сжигания ископаемого топлива, о чем убедительно свидетельствует изотопный состав углерода, поступающего в атмосферу. Нарушению углеродного баланса способствовало и активное антропогенное воздействие на природную среду, что привело к уменьшению площади лесов и загрязнению Мирового океана – важнейших естественных «поглотителей» углекислого газа.

В феврале 2005 г. вступил в действие Киотский протокол – международный договор, на основе рыночных механизмов регламентирующий выбросы парниковых газов стран-участников, включая Россию. Дальнейшим шагом в сдерживании антропогенного влияния на климат стало заключение в 2015 г. Парижского соглашения по климату, которое подписали 197 стран.

В расчетных механизмах Киотского протокола, а затем и Парижского соглашения для каждой страны учитывается не только объем выбросов углекислого газа, но и потенциал его поглощения. А поскольку в вопросах поддержания экологического благополучия планеты пальма первенства, как правило, отдается

лесам, то в этих документах фигурируют именно лесные экосистемы, их площадь и способность к депонированию углерода.

Но леса не единственное и даже не главное хранилище углерода на суше: оказывается, что в роли «аккумуляторов» они значительно уступают... обычным торфяным болотам.

Ловушка для углерода

Любая «мертвая органика», от опавших листьев до погибших вековых стволов, рано или поздно начинает разлагаться, так что на конечном этапе депонированный углерод вновь попадает в атмосферу в виде углекислого газа. Однако в заболоченных местах, где нет доступа кислорода, органические остатки не разлагаются полностью, а накапливаются в виде *торфа*. Эти процессы идут тысячелетиями, в результате чего толщина торфяных пластов может достигать 10 м. И если в лесах умеренного пояса круговорот углерода составляет в среднем полтора столетия, то болота изымают его по меркам нашей жизни навечно.

Для человека болота всегда были фактором, ограничивающим хозяйственную деятельность, что связано в первую очередь со слабой несущей способностью грунтов и высокой, к тому же переменной, увлажненностью почвы (Berezin *et al.*, 2014). Все это очень усложняет строительство, особенно линейных объектов, таких как дороги, ЛЭП и трубопроводы. Влияние болот распространяется и на прилегающие леса: болотные и лесные ландшафты находятся в постоянном взаимодействии, периодически сменяя друг друга по границе контакта. Такое соседство значительно понижает хозяйственную ценность лесов из-за избыточного сезонного увлажнения почв и образования глеевых почвенных горизонтов со слабой аэрацией и низкой фильтрационной способностью (Глебов, 1988)

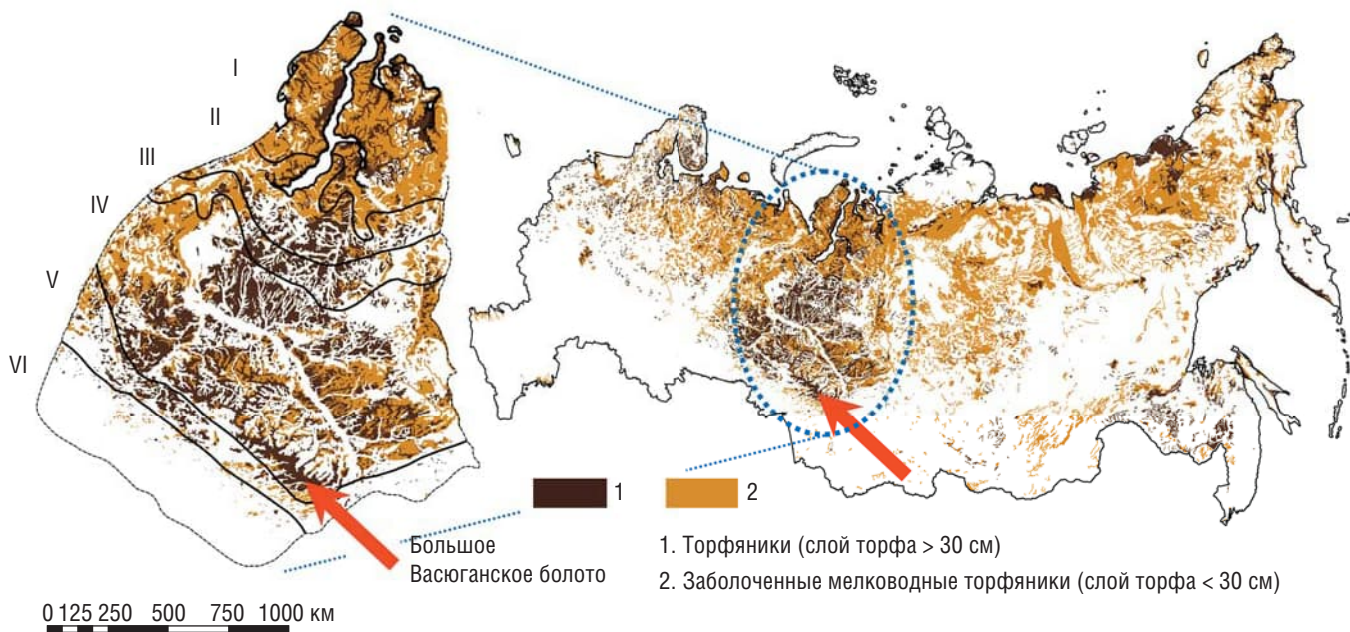
Занимая всего 3% суши, торфяники содержат треть всего углерода почвы, или 600 млрд т, – это вдвое превышает углеродное «депо» биомассы всех лесов мира (Scharlemann *et al.*, 2014; Kirpotin *et al.*, 2021). Больше – только в океанических отложениях. И это делает водно-болотные угодья наряду с океаном главным долговременным хранилищем углерода в земной биосфере. Причем хранилищем очень экономичным: в бореальной зоне, со снежной зимой и коротким теплым летом, торфяники содержат в среднем в семь раз больше углерода на гектар, чем любая другая экосистема, а в тропиках – в десять раз больше (Parish *et al.*, 2008)

При этом современные темпы поглощения углерода в торфяниках мира относительно невелики – не более 100 млн т в год (Parish *et al.*, 2008; Frolking *et al.*, 2014). Кажется, что это совсем немного по сравнению с выбросами углерода при сжигании ископаемого топлива, которые примерно на два порядка больше. Но даже при таких медленных темпах за все время своего существования торфяники мира поглотили такое количество атмосферного CO₂, которое могло бы повысить глобальную температуру примерно на 0,6 °C (Stöcker *et al.*, 2013; Kirpotin *et al.*, 2021).

Хорошая новость состоит в том, что более 80% мировой площади торфяников все еще находится в естественном состоянии. Плохая – что примерно пятая их часть (около 650 тыс. км²) была осушена и преобразована (Joosten, 2016; Joosten *et al.*, 2016). Бывшие торфяные болота стали

Российские исследователи вместе со своими румынскими и немецкими коллегами на болоте около с. Тегульдэт (Томская область). Фото автора





Торфяники, в том числе мелкозалежные, на территории Западно-Сибирской равнины (справа, воспроизведено с разрешения Института лесоведения РАН). Слева – распределение и зональность торфяников и рек на Западно-Сибирской равнине: I – зона полигональных болот, II – плоскобугристых мерзлых, III – крупнобугристых, IV – верховых, V – низинных эвтрофных и мезотрофных, VI – тростниково-осоковых болот и солончаков. По: (Liss et al. 2001; Kirpotin et al., 2021)



сельскохозяйственными и лесными угодьями, там начали добывать торф, вести строительство и т. п. В этом плане особенно отличились европейские страны. Так, в Германии, Нидерландах и Дании было уничтожено свыше 90% местных торфяников, а в Ирландии с ее влажным климатом – 82% (Tanneberger *et al.*, 2017; Kirpotin *et al.*, 2021).

Как-то немецкие биологи, принимая коллег из Сибири, решили показать им свою гордость – одно из немногих сохранившихся в Германии болот. Сели в машину, несколько часов колесили по дорогам, но так и не нашли. Нет, болото было на месте, но оно стало таким маленьким, что его легко было не заметить и проехать мимо... Сейчас в странах Европы, особенно в Германии, начались чрезвычайно дорогостоящие программы по восстановлению болот, но пока они малоуспешны (Vain, 2012; Peacock *et al.*, 2018).

В СССР борьба с торфяными болотами была не менее безжалостной, чем в Западной Европе. К концу прошлого века около 69 тыс. км² торфяников на территории

бывшего СССР, в первую очередь в его европейской части, были осушены и деградировали (Brusch, 2018). К счастью, обширные торфяные болота в Сибири сохранились практически нетронутыми. Конечно, активные мелиоративные работы проводились и здесь, но слишком велики оказались эти болотные пространства, чтобы человек сумел нанести им заметный ущерб. А суровый климат сделал задачу освоения сибирских торфяников еще более сложной.

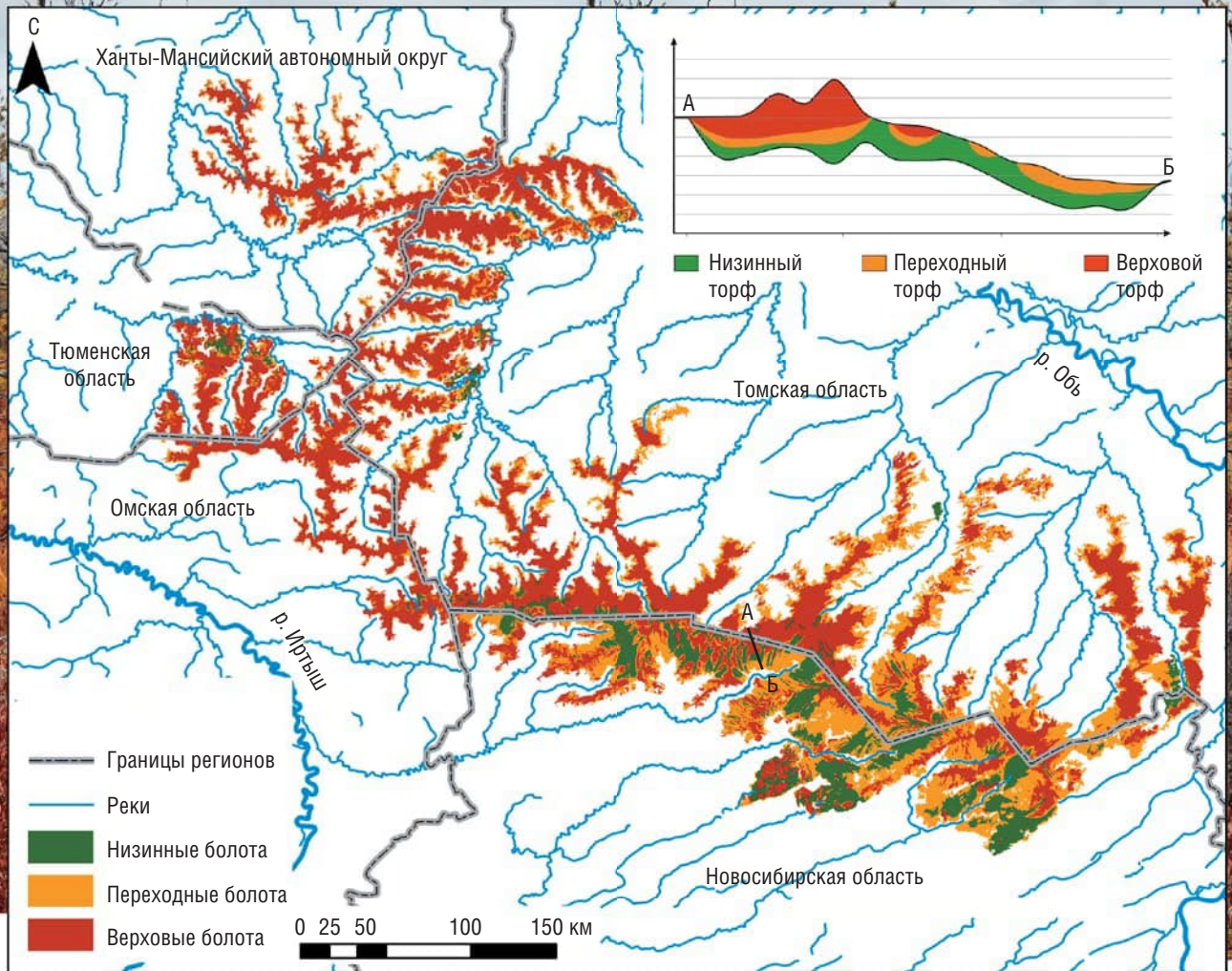
Прирастает Сибирью

Крупнейшим болотным регионом не только России, но и мира является Западно-Сибирская равнина, простирающаяся от Уральских гор на западе до Среднесибирского плоскогорья на востоке.

Двигаясь с севера на юг, мы обнаруживаем здесь удивительное разнообразие болот: *полигональные тундровые* с характерной сетью глубоких морозобойных трещин, *мерзлые плоско-* и *крупнобугристые*

Алтай – место, где горы соседствуют с болотами.
Слева – болото на р. Курейке, правом притоке Енисея.
Фото А. Тупицыной





(так называемые *пальсы*), *верховые сосново-кустарничково-сфагновые* и *низинные травяные* (тростниковые и осоковые). В совокупности все водно-болотные угодья Западно-Сибирской равнины – реки и поймы, дельты и лиманы, озера и собственно торфяники – покрывают 1,8 млн км², или 70% ее территории (Halicki, Kirpotin, 2018). Именно здесь находится около 40% нетронутых болотных экосистем нашей планеты.

Занимая всего 1,6% суши, этот регион хранит в своих торфяниках около трети всего почвенного углерода России и более четверти – накопленного всеми экосистемами суши. Это составляет, по разным оценкам, 50–70 млрд т, или 12% глобальных торфяных запасов углерода (Vompersky *et al.*, 1994; Титлянова и др., 1998; Smith *et al.*, 2004; Peregon *et al.*, 2009). И если Амазонская низменность по праву считается лидером в производстве кислорода, то Западно-Сибирская равнина является крупнейшим природным хранилищем углерода планеты.

В течение тысячелетий западносибирские болота охлаждали планету, уменьшая парниковый эффект. А самое большое (и самое южное) из крупных торфяников Западной Сибири – Большое Васюганское болото, расположенное в междуречье Оби и Иртыша. По своей уникальности и значимости для биосферы оно сопоставимо с такими природными феноменами, как озеро Байкал или бассейн Амазонки, хотя далеко не так известно.

Основные типы торфяников Большого Васюганского болота. Показан почвенный разрез (А–Б) через Обь-Иртышский водораздел.

По: (Березин и др., 2014; Kirpotin *et al.*, 2021)

Большое Васюганское болото. Фото А. Тупицыной



Большое Васюганское

Если Западная Сибирь – самый значительный водно-болотный регион мира, то Большое Васюганское болото можно назвать крупнейшей болотной системой Северного полушария.

Болото занимает осевую часть водораздела Оби и Иртыша – главных водных артерий Западной Сибири, простираясь в виде широкой полосы с многочисленными боковыми ответвлениями более чем на 600 км с запада на восток и более чем на 450 км с севера на юг. Оно занимает территорию около 55 тыс. км², которая превышает площадь таких европейских стран, как Дания, Словакия или Швейцария.

Большое Васюганское болото служит ярким примером развития и эволюции болотных экосистем в течение *голоцена*, т.е. в последние 10 тыс. лет. Оно сформировалось из первичных изолированных болотных массивов, которые возникали в понижениях рельефа и по мере накопления торфа около 2–1,5 тыс.

лет назад слились в крупнейший торфяник в мире, не расчленяемый реками и горами (Kirpotin *et al.*, 2009). И он продолжает расти: около четверти современной площади болота появилось лишь в последние 500 лет (Inisheva *et al.*, 2011).

Эта единая обширная, сложная и самоорганизующаяся система может рассматриваться как самая большая форма жизни на суше, своего рода наземный эквивалент Большого Барьерного рифа. Как коралловый риф объединяет и поддерживает существование множества живых организмов, так и Васюганское болото за счет длительного взаимодействия растений, торфа и воды обеспечивает биоразнообразие и неразрывное единство своего органического мира.

Свою известность как уникальный природный объект Большое Васюганское болото приобрело в конце прошлого века, когда на территории Томской и Новосибирской областей был реализован крупный международный проект по охране низинных, питающихся грунтовыми водами болот на юге Западной Сибири,

практически уничтоженных в других странах Северной Евразии. В результате здесь появился первый в России крупный болотный заказник.

В 2007 г. Большое Васюганское болото было включено в предварительный список природных объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. А спустя еще десять лет на базе заказника был создан природный заповедник «Васюганский», что случилось во многом благодаря усилиям ученых Томского государственного университета и их зарубежных коллег, энтузиастов охраны и изучения западносибирских болот.

Теперь перед исследователями стоит задача не только подготовки номинационного досье для ЮНЕСКО, но и разработки стратегии предотвращения негативных климатических изменений с помощью эффективного управления особо охраняемыми территориями с большой площадью водно-болотных угодий. А для этого нужно знать, в какой степени Васюганское болото и другие западносибирские болота будут и дальше работать как устойчивые поглотители углерода, или их следует рассматривать как своего рода климатическую «бомбу», угрожающую взрывом.

Пальсы – мерзлые крупнобугристые (справа) и мелкобугристые (внизу) болота на севере Западной Сибири – потенциальные источники «метановой угрозы». Фото автора





Когда мерзлота отступает

Западно-Сибирская равнина состоит из двух чашеобразных впадин, которые разделяет гряда холмов, протянувшихся в широтном направлении, – так называемые Сибирские увалы. Ее северная часть – это районы многолетней мерзлоты с обширными мерзлыми торфяными плато и тундровыми болотами.

В этих районах в последние два десятилетия началось таяние вечной мерзлоты, что заметно изменило облик ландшафтов. Вытаивание подземного льда провоцирует неравномерное проседание почвы (*термокарст*), в результате чего на поверхности почвы и торфяников появляются термокарстовые провалы, расширяются старые и возникают новые озера.

Северные термокарстовые озера считаются глобально значимым источником парниковых газов, в первую очередь атмосферного метана (Walter *et al.*, 2006). Как известно, метан – это основной компонент *болотного газа*, образующегося в результате гниения органики в бескислородных условиях, а парниковый эффект метана на два порядка выше, чем у углекислого газа.

В Западной Сибири в талых озерах и небольших озерах мерзлых плоскобугристых болот, площадь зеркала которых не превышает 1000 м², концентрации метана и углекислого газа в воде в 3–10 раз выше, а растворенного органического углерода, который преобразуется в CO₂ аэробными бактериями, – в 2–3 раза больше, чем в крупных термокарстовых озерах (Shirokova *et al.*, 2012). Своего максимума эти показатели достигают в термокарстовых впадинах с площадью поверхности до 100 м². Эти очень мелководные и чрезвычайно многочисленные водоемы, которые буквально «парят» парниковыми газами, практически не видны на спутниковых снимках и не отмечены на топографических картах.

Надо добавить, что с точки зрения глобального изменения климата Западная Сибирь является очень уязвимым регионом планеты, так как температуры поверхностного слоя вечной мерзлоты здесь самые высокие, а плоский рельеф способствует развитию обвального термокарста. А поскольку в мощных замороженных торфяных отложениях, покрывающих





эту территорию сплошным «плащом», хранится огромный запас углерода, то стремительное таяние сибирской многолетней мерзлоты может стать глобальной угрозой для всей планеты.

Однако пока ни масштаб, ни баланс этих процессов до конца не изучены. В то же время исследование газовых включений в образцах керны ледника Тейлор в Антарктиде показало, что более высокие глобальные температуры в прошлом не приводили к большому выбросу метана из вечной мерзлоты или океана (Dyonisius, 2020). Это дает основания надеяться, что даже в условиях потепления климата торфяные болота будут в первую очередь выполнять свою функцию по депонированию атмосферного углерода.

Из огня да в полымя

Торфяники работают как хранители углерода, только если они находятся в первозданном состоянии. Однако в результате осушения они могут превратиться в источник эмиссии углекислого газа из-за микробного окисления торфа и в первую очередь пожаров. Выбросы парниковых газов в результате мелиорации и последующей деградации торфяников, а также торфяных пожаров на сегодня достигают 5% всех антропогенных выбросов (Joosten *et al.*, 2016). Это больше, чем производит авиация, морские перевозки и железнодорожный транспорт, вместе взятые.

Нетронутые человеком, неосушенные болота практически не горят, а, напротив, служат естественной преградой для распространения огня. Торфяные (почвенные) пожары в естественных ландшафтах Западной Сибири случаются очень редко и чаще всего являются продолжением пожара на прилегающих лесах и лугах.



Российско-британско-немецкая исследовательская команда на Большом Васюганском болоте. Фото автора

Однако в 1960–1970-е гг. в регионе в рамках программы лесомелиорации были осушены крупные участки верховых болот, что, кстати, не дало ожидаемого увеличения объема товарной древесины. При этом общая площадь таких болот только в Томской области составила около 67,5 тыс. га (Семенова, 2001). Болота осушались и с целью добычи торфа для сельского хозяйства. В Томской области работали десятки торфодобывающих предприятий, однако сейчас все эти болота заброшены, они зарастают, на них не проводятся противопожарные и охранные мероприятия.

Возникновению торфяных пожаров в южных районах Западной Сибири способствуют и сплошные рубки леса, в основном березовых колков, занимающих частично заторфованные понижения рельефа (Пологова, 2012). Древесные остатки складываются в кучи, которые затем сжигают, либо они могут воспламениться сами при низинном пожаре – все это может вызывать возгорание торфа даже в зимний, пожаробезопасный период.

Наличие в Западно-Сибирской низменности больших площадей осушенных и заброшенных торфяников само по себе служит фактором риска возникновения крупных торфяных пожаров, сопровождающихся выбросом большого количества углекислого газа. Однако сравнительно недавно были описаны изменения атмосферной циркуляции, которые принципиально меняют взгляд на эту угрозу со стороны торфяных болот и пока широко не обсуждались даже в научной среде (Mokhov *et al.*, 2012; Kononova, 2014, 2015; Литвинова, 2020).

Речь идет о таких метеорологических явлениях, вызванных глобальным потеплением, как *атмосферная блокировка* и *меридиональный перенос*. Заключаются они в необычайно длительном пребывании над территорией *антициклона* – атмосферного «гребня», преграждающего путь влажным воздушным массам из Атлантики. В результате в регионе наступают, образно

выражаясь, Великая жара и Великая сушь. И это означает возрастание риска возгорания для всех торфяников без исключения!

Именно такая атмосферная блокировка вызвала в 2010 г. торфяные пожары в Подмоскowie, когда столица в буквальном смысле задышалась от дыма (Голобов, 2010). Через два года похожая ситуация сложилась в Сибири – тогда в этом регионе запыливали многочисленные лесные и тундровые пожары (Барашникова и др., 2013; Куликова и др., 2015; и др.).

К счастью, в 2012 г., несмотря на затяжную сухую и жаркую погоду, сибирские торфяники хотя и значительно обсохли, но не загорелись повсеместно. Однако, к примеру, на юге Томской области торфяные пожары в тот год продолжались больше месяца – в основном горели небольшие участки болот на Обь-Томском междуречье.

Если по какой-то причине подобная блокировка повторится два года подряд, а такую вероятность нельзя исключать, то риск массового возгорания торфяников Западной Сибири многократно возрастет. Масштабы же и последствия подобной катастрофы даже трудно себе представить. Ведь если лесной пожар рано или поздно будет погашен осенними ливнями и зимними снегопадами, то торфяники могут гореть годами. И речь идет не только о дополнительных выбросах CO₂: дым от горящего торфа может распространяться на тысячи километров, накрывая города и села и угрожая если не жизни, то здоровью людей.

В соответствии с Парижским соглашением 2015 г. странам мира предписывается «сохранять и увеличивать поглотители и накопители парниковых газов». Многолетние исследования международного научного сообщества доказывают, что водно-болотные угодья имеют, по сравнению с лесами, более значимую климаторегулирующую функцию. В 2019 г. ассамблея ООН по окружающей среде признала глобальное значение торфяных болот и призвала заинтересованные стороны расширять региональное и международное сотрудничество, обмен информацией

и междисциплинарные исследования для содействия сохранению и устойчивому управлению торфяными болотами (Kirpotin *et al.*, 2021).

Следующий логичный шаг – включение водно-болотных угодий в механизмы квотирования Парижского соглашения. Это означает необходимость разработки научных основ для расширения перечня мероприятий, относящихся к управлению торфяными болотами в качестве объектов национальной отчетности по источникам и поглотителям парниковых газов. Когда это произойдет, Россия и, в частности, Западная Сибирь получат огромные геополитические дивиденды. Но при этом не надо забывать о негативных последствиях высокой заболоченности на региональном уровне.

Высокая заболоченность Западной Сибири – это обилие кровососущих насекомых, отсутствие дорог, трудности со строительством и другие проблемы хозяйственного освоения таежной зоны. Поэтому для нашей страны, в первую очередь для Сибири, сохранение болот несет определенные издержки, в том числе финансовые. С другой стороны, такая плата не покажется высокой, если вспомнить, что помимо участия в глобальном круговороте углерода болота обеспечивают многие экосистемные услуги, критически важные для благополучия человека.

Заметные изменения климата стали главным вызовом для ученых в XXI в., и в приложении к болотам сейчас выделяют целый ряд проблем и вопросов, которые требуют тщательного изучения.

Еще в 2009 г. в пределах Западной Сибири началась организация широтной системы для ландшафтно-экологических исследований



Зимняя экспедиция на Большое Васюганское болото. Фото автора

и всесезонного мониторинга (в том числе биохимического). Этот не имеющий мировых аналогов исследовательский «мегапрофиль» длиной 2,5 тыс. км протянулся от высокогорья Алтая до Арктики. В 2016 г. все исследовательские станции, окрестности которых стали площадками для проведения стационарных исследований на ключевых участках и натуральных экспериментов с природными экосистемами, были включены в *Международную циркумполярную сеть исследовательских станций (INTERACT-II)*. А еще через два года «Сибирский широтный мегапрофиль» был зарегистрирован в качестве «уникальной научной установки РФ».

Недавно подобный исследовательский проект под названием «Градиент Северных территорий» был запущен в Канаде, и в Квебеке состоялась его историческая стыковка с сибирским «старшим братом». В перспективе в Сибири планируется создать еще более протяженный (около 5 тыс. км) исследовательский мегапрофиль с запада на восток от бассейна Оби до бассейна Колымы в Якутии, включая бассейны устьев крупнейших рек Северного Ледовитого океана: Енисея, Лены и Индигирки.

Такой подход позволяет исследователям одновременно осуществлять несколько взаимосвязанных и взаимодополняющих масштабных международных проектов по изучению природных экосистем с оптимальной логистикой. Он служит примером реальной интеграции, сотрудничества и взаимодействия ученых разных стран для решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством.

Литература

Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 243 с.

Литвинова О. С. Влияние макроциркуляционных условий на атмосферное увлажнение юга и юго-востока Западной Сибири // *Географ. вестн.* 2020. № 2(53). С. 100–110.

Семенова Н. М. Охрана водно-болотных угодий в Западной Сибири // *Использование и охрана природных ресурсов России.* 2017. № 1. С. 45–54.

Kirpotin S.N., Antoshkina O.A., Berezin A.E. et al. How the World's largest peatland helps addressing the World's largest problems // *Ambio.* 2021. V. 50. P. 2038–2049.

Kirpotin S., Berezin A., Bazanov V. et al. Western Siberian wetlands as indicator and regulator of climate change on the global scale // *Int. J. Environ. Stud.* 2009. V. 66. P. 409–421.

Kirpotin S.N., Callaghan T.V., Pokrovsky O. et al. Russian–EU collaboration via the mega-transect approach for large-scale projects: cases of RF Federal target Programme and SIWA JPI Climate EU Programme // *Int. J. Environ. Stud.* 2018. V. 75. P. 385–394.

Semenova N.M. Western Siberia in the context of global nature conservation concerns // *Int. J. Environ. Stud.* 2014. V. 71. P. 595–604.

Serikova S., Pokrovsky O.S., Laudon H. et al. High carbon emissions from thermokarst lakes of Western Siberia // *Nat. Commun.* 2019. V. 10. P. 1552.

Большое Васюганское болото. Фото А. Тупицыной





Заповедник «ВАСЮГАНСКИЙ»: между водой и сушей

Большое Васюганское болото.
Фото Д. Кандинского



Первая десятка, выдаваемая словарем ассоциаций к слову «болото», говорит сама за себя: «лягушка, грязь, вода, лес, камыш, трясина, топь, зеленое, вонь, торф». Ей вторят народные пословицы: «Было бы болото, а черти будут», «На болоте мельницу не построишь»... Найдется еще немало нелестных выражений про забытые богом места, издавна служившие обителью нечистой силе, водяным да кикиморам. Почему люди так не любят болота – может быть, потому, что просто не знают? Не знают, как дурманит голову запах пригретого осенним солнцем багульника, как сверкают на разноцветном мху драгоценные россыпи клюквы и рыжеют шляпки грибов. Не знают, как легко дышится «отмытым» до стерильности воздухом верхового болота и как мягок вкус воды цвета черного чая, отфильтрованной вековым торфом...

Ведь на болота можно смотреть под разными углами. На взгляд знаменитого французского новеллиста и страстного охотника Ги де Мопассана, «болота – это особый мир на земле, непохожий ни на какой другой, он существует по собственным законам, у него свои постоянные обитатели и залетные гости, свои голоса и шумы и, главное, своя загадка». А по мнению героя сказочной повести В. Кротова лягуха Бляма, для которого болото – дом родной, оно «готово принять все, и ничто не смутит его покой. Оно обеспечивает уютное жилье и сытное питание своим обитателям.... Оно, БОЛОТО, по утрам сверкает росой!»

Ключевые слова: Большое Васюганское болото, природный заповедник «Васюганский», верховые болота, низинные болота, торф, сфагнум, флора, фауна.

Key words: Great Vasyugan Mire, natural reserve Vasyuganskiy, fens, bogs, peat, sphagnum, flora, fauna



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК
ВАСЮГАНСКИЙ

*Полюби эту вечность болот:
Никогда не иссякнет их мощь,
Этот знак, что сгорел, – не умрет...*
А.А. Блок

В мире осталось не так много мест, где нога человека в прямом смысле слова еще не ступала. И земли государственного природного заповедника «Васюганский», безусловно, относятся к их числу.

Заповедник был создан в 2017 г. для охраны и изучения природы Большого Васюганского болота – крупнейшей болотной системы не только Северного полушария, но и мира. Расположено оно на юге Западной Сибири на водоразделе между многочисленными притоками великих сибирских рек – Оби и Иртыша, на границе тайги и лесостепи.

Васюганские болота начали формироваться после отступления ледника в период последнего оледенения около 10 тыс. лет назад. Сначала в котловинах и плоских впадинах образовались 19 первичных, изолированных болотных массивов, которые постепенно слились в единую систему. Болото и сейчас продолжает активно расти: на периферии постоянно идет процесс заболачивания новых земель, в результате которого ежегодно захватываются около 800 га.

По структуре Большое Васюганское болото представляет собой пеструю мозаику из лесных, болотных и переходных биоценозов, которые в южной и северной частях значительно отличаются. Лесные сообщества

Лось (*Alces alces*) – обычный представитель крупных млекопитающих Васюганских болот. Копыта лося, в отличие от других оленей, очень широкие, что позволяет ему легко передвигаться по вязкому грунту. Зимние стоянки лосей приурочены к облесенным верховьям и долинам крупных рек, которые вклиниваются в верховые болота. Плотность животных на таких стоянках может достигать 10 особей/км². Фото С. Балыкина



Один из типичных ландшафтов – осоковый кочкарник в низинном болоте, заросшем лесной растительностью. Фото Т. Черниковой



Заповедник «Васюганский» расположен в водоразделе Обь-Иртышского междуречья, на территории двух соседних областей – Томской и Новосибирской. Он занимает примерно десятую часть Большого Васюганского болота – более 614 тыс. га

Ландшафты Большого Васюганского болота. Вверху – грядово-мочажинный комплекс верхового болота, справа – типичное верховое болото вблизи р. Парбиг. Фото В. Доронина и Н. Семерневой

На территории Большого Васюганского болота расположено около 800 тыс. малых озер, здесь берут начало 25 рек, в том числе крупные притоки Иртыша и Оби, а отложения торфа достигают мощности 8 м. Благодаря своим огромным (53–75 тыс. км²) размерам и участию в депонировании атмосферного углерода болото играет важную климатообразующую роль. Оно служит и огромным хранилищем пресной воды: суммарный объем водных запасов Васюганских болот оценивается в 400 км³

занимают относительно небольшую площадь и приурочены к приречным участкам. Что касается болот, то они очень разнообразны: от *низинных*, питающихся преимущественно грунтовыми водами, до *верховых*, получающих влагу из атмосферных осадков, а также разнообразных *переходных*. Здесь встречаются как безлесные топи, так и настоящие *лесные болота*, а также заболоченные лесные массивы.

Следствие высокой изменчивости ландшафтов – большое разнообразие торфяных залежей и растительности, что связывают в первую очередь с разной

степенью увлажненности и, соответственно, различной засоленностью и выщелоченностью грунтов.

Занимая положение на южной границе широкого распространения торфяников, Большое Васюганское болото служит естественным рубежом, препятствующим проникновению «северных» видов животных на юг. В то же время оно является важной перевалочной базой для многих тысяч перелетных птиц в период весенних и осенних миграций. Эти *транспалеарктические* виды с разорванным ареалом совершают ежегодные большие перелеты в меридиональном направлении.





Тартас – правый приток реки Омь, берущий начало на Васюганской равнине. Течение его медленное, дно глинистое, на реке много омутов глубиной до 8 м. В чистых и небыстрых водах Тартаса хорошо чувствуют себя знаменитые «водяные лилии» – белые кувшинки из рода *Nymphaea*.
Фото Е. Рябовой и Т. Черниковой



На Васюганских болотах сохранились большие популяции находящихся под угрозой исчезновения растений заболоченных лесов и болот, нашли приют и успешно размножаются промысловые виды таежной фауны. Тысячи гектаров по-настоящему девственной природы Васюганских болот сегодня служат своего рода резерватом для множества видов, в первую очередь характерных для водно-болотных местообитаний, а также редких и исчезающих.

Орхидеи на мху

«Васюганский» – один из самых молодых российских заповедников. Огромная площадь, труднодоступность и удаленность заповедника от населенных пунктов затрудняют организацию научно-исследовательских работ. Даже за ближайшие годы охватить всю заповедную территорию невозможно, поэтому ее изучение в 2020 г. началось с модельных ключевых участков. В первый год была проведена инвентаризация фауны наземных позвоночных, флоры высших растений и составлена ландшафтная карта Верх-Тартасского участка в юго-западной части заповедника. Площадь этой территории, расположенной на севере Северного района Новосибирской области, более 36 тыс. км².

Уже первые результаты исследования позволили «подправить» имеющиеся данные. Так, оказалось, что местная флора высших растений, включая мхи, насчитывает 282 вида, и это намного больше,

Лобария легочная (*Lobaria pulmonari*) – редкий вид листоватых лишайников, очень чувствительный к загрязнению атмосферы. Занесена в Красную книгу РФ. Фото Т. Черниковой





чем считалось прежде. Ранее в Васюганских болотах было отмечено свыше 240 видов высших растений (в том числе 132 сосудистых), из которых 26 относятся к редким и находящимся под угрозой исчезновения.

В низинных болотах, где близко подходят грунтовые воды, насыщенные минеральными солями, растительность обычно богата. Там растут такие болотные «гиганты», как рогоз широколистный и аир болотный, а также различные *осоки*, *тростник обыкновенный*, *зеленые мхи* и другие влаголюбивые виды. По мере накопления торфа в результате неполного разложения органики в условиях избыточной увлажненности и недостатка кислорода низинные болота постепенно превращаются в верховые – этот тип болот здесь преобладает. При этом процесс роста самих торфяных залежей невелик – в среднем около 1 мм в год.

Среди главных растений-торфообразователей – *сфагновые мхи*: *сфагнум бурый* ржаво-коричневого цвета, красный или розовый *магелланский*, зеленый *узколистный* и др. Все эти мхи образуют на поверхности торфяных залежей плотный разноцветный пушистый ковер – типичный «градообразующий» элемент ландшафтов верховых и переходных болот. А большое количество водорастворимых органических кислот и фенольных соединений, выделяемых этими мхами, увеличивает кислотность болотной почвы, снижает всхожесть семян и приостанавливает развитие микроорганизмов.

Моховой покров сфагнума состоит из отдельных маленьких растений, не прикрепленных к субстрату. Их верхняя часть постоянно отрастает, а нижняя – отмирает. Благодаря неограниченному верхушечному росту растения могут жить десятки и даже сотни лет. Листочки мха содержат мертвые пористые клетки, из-за чего сфагнумы способны поглотить воды на порядок больше собственного веса. Отсюда и их название (от греч. «сфагнос» – губка).
Фото Е. Шумкиной



Куртины пиона уклоняющегося (*Paeonia anomala*), или марьина корня, встречаются на залесенных участках и мелколесьях. Цветки достигают диаметра 10–15 см. Все части растения можно использовать с лечебной целью (внизу).
Фото Д. Кропачева

Вечнозеленый болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata*) предпочитает сфагновые болота. В листьях содержится эфирное масло с запахом хвои. Лекарственное растение народной медицины; содержит нейротоксины, вызывающие угнетение ЦНС (внизу слева).
Фото Н. Семерневой





На болотах сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) может принимать необычные жизненные формы. Эти деревья на верховом болоте имеют «форму Вилькомии». Они низкорослы, растут очень медленно, форма кроны варьирует от округлой до зонтиковидной. Причина – очень суровые условия произрастания. На болотах почвенным субстратом является торф, где большинство элементов, необходимых для питания растений, находится в связанном состоянии, а верховые болота отличаются бедностью минерального состава. Появлению именно такой формы способствует высокая обводненность, из-за которой кислород к корням почти не поступает. *Фото Т. Черниковой*

На верховых болотах в изобилии растут и многолетние ягодные кустарнички: *клюква*, *брусника* и *голубика*. Там же встречаются и *багульник болотный* – популярное в народной медицине растение с отхаркивающим эффектом, а также насекомоядная росянка, которая с помощью «нестандартного» способа питания компенсирует



характерный для болотных почв недостаток азота и минеральных веществ. Среди полусотни других лекарственных растений Васюганских болот можно отметить *сабельник болотный*, обладающий противовоспалительным и жаропонижающим эффектом, и всем известную *валериану лекарственную*.

На территориях Большого Васюганского болота сохранились и реликты ледниковых и межледниковых эпох, такие как *морозика* и *карликовая береза*. Еще один пример – *скорпиодиум скорпионовидный*, иногда доминирующий в моховом ярусе сообществ топей. Этот довольно крупный мох требователен к условиям обитания и может погибнуть от любого загрязнения, нарушения гидрологического режима или изменения кислотности воды.

Кряква обыкновенная (*Anas platyrhynchos*) предпочитает селиться возле болот и водоемов с медленным течением, где есть укрытия, такие как заросли камыша или тростника.

Фото В. Блинова



Рябчик (*Tetrastes bonasi*) – самый мелкий представитель тетеревиных, популярный охотничье-промысловый вид. На Большом Васюганском болоте скопления этих птиц можно встретить в залесенных верховьях и долинах рек. Фото В. Блинова

На залесенных участках среди болот любят селиться различные виды сибирских орхидей, и среди них занесенный в Красную книгу РФ *венерин башмачок крупноцветковый*, предпочитающий хорошо увлажненные известковые почвы. В начале лета на Васюганских болотах можно увидеть удивительно красивое и редкое зрелище – целые куртины цветущих башмачков.

Ноги и крылья

Васюганье сохранило все богатство болотной и таежно-болотной фауны, характерной для Западной Сибири. Только на модельном Верх-Тартасском участке было отмечено 162 вида наземных позвоночных животных, 20 из которых занесены в региональные Красные книги.

Всего же на территории Большого Васюганского болота обитает более 240 видов наземных позвоночных, включая 40 видов млекопитающих. При этом 41 вид занесен в Красные книги разного уровня и списки особо охраняемых видов животных. Богатая кормовая база и отсутствие угрозы со стороны человека обеспечивают высокую плотность



Бурундук сибирский (*Eutamias sibiricus*) – единственный представитель этого рода, обитающий в Евразии. Обычен для таежной зоны, при этом отличается всеядностью: в его рационе – семена деревьев и трав, в том числе осок, молодые проростки и ягоды, грибы и лишайники. Фото В. Блинова

популяций как хищников, так и травоядных. Самые «обжитые» зоны – это окраины лесоболотных комплексов с обилием речек и озер.

Фауна млекопитающих типична для южных подзон тайги. Более половины видового состава составляют насекомоядные и мелкие грызуны, среди которых преобладают сибирские и европейские виды. Для этих мест обычны *лось*, *бурый медведь*, *росомаха*, *рысь*, *колонок*, *норка*, *горноста*. По территории заповедника проходит южная граница распространения соболя, численность которого за последние годы выросла. Среди особо охраняемых видов млекопитающих – *северный олень*,

Клюква (*Oxycoccus*) – один из самых популярных дикоросов – предпочитает верховые болота.
Фото А. Тупицыной

Плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*) – древнейшее высшее растение, вид-космополит.
Фото Т. Черниковой





сибирская косуля, речная выдра, северный кожанок (из семейства гладконосых летучих мышей).

Что касается дикого северного оленя, то с ним ситуация непростая. На территории Новосибирской области он является охраняемым видом, а в Томской – охотничьим. Считается, что на верховых болотах обитает местная группировка этих животных, однако она нестабильна из-за браконьерства и влияния хищников. В дальнейшем планируется на основе детального изучения образа жизни и миграционных путей северного оленя выработать меры для восстановления его численности на исконной территории.

В 1960-х гг. на р. Тартас была сделана попытка интродуцировать легендарный вид – *русскую выхухоль*, которую называют современником мамонта. Этот насекомоядный зверек, встречающийся только в России, очень требователен к условиям обитания: ему необходимы тихие заводи, старицы и озера с постоянным уровнем воды, богатые животными и растительными кормами. Однако спустя несколько лет после выпуска в природу выхухоль более не встречалась, и о том, как сложилась судьба этого реликта на Васюганских болотах, пока неизвестно.

По сравнению с млекопитающими мир пернатых Большого Васюганского болота поражает своим разнообразием: орнитофауна насчитывает около 185 видов из 15 отрядов. Здесь останавливаются и кормятся по пути на север дикие *гуси* и *утки*, гнездятся *серый журавль* и *лебеди-кликунь*, не говоря уже о многочисленных видах *куликов*.

Среди 13 особо охраняемых видов птиц – *большой подорлик*, *беркут*, *белая сова*, *бородатая неясыть* и др. В верховьях рек и богатых рыбой озерах кормятся краснокнижные *скопа* и *орлан-белохвост*, а на пролетах был зарегистрирован *сокол-сапсан* – самый быстрый пернатый хищник с размахом крыльев около метра.

Но самый таинственный обитатель этих мест – *тонкоклювый кроншнеп*, чье изображение стало эмблемой Союза охраны птиц России. Этим куликов в дикой природе осталось не более нескольких десятков. Единственное в мире гнездование тонкоклювого кроншнепа было зарегистрировано на Большом Васюганском болоте еще в начале прошлого века. И с тех пор на зимовках лишь изредка, к тому же предположительно, встречали одиночных особей. Возможно, эта маленькая пестрая птичка до сих пор гнездится где-то в бескрайних просторах болот – подальше от человеческих глаз.

Обследование нового ключевого участка заповедника на р. Парбиг. 2021 г.
Фото Н. Семерневой

Большая часть заповедника «Васюганский» до сих пор не изучена и, скорее всего, таит в себе еще немало сюрпризов для ученых. Дальнейшие исследования позволят оценить долю регионального биоразнообразия, которую взял под свою защиту и контроль заповедник, определить местообитания и численность популяций редких и исчезающих видов. С учетом данных инвентаризации будет скорректировано зонирование заповедной территории и проложены экологические тропы для «зеленого» туризма.

Наряду с этим сотрудники заповедника будут продолжать мониторинг состояния болотных экосистем на основе климатических и гидрологических характеристик в заповедной зоне. Это позволит оценить угрозы благополучию местных биологических сообществ и способствовать оптимизации природоохранной деятельности.

Литература

Валуцкий В.И., Семенова Н.М., Кусковский В.С. и др. О необходимости охраны Большого Васюганского болота на Обь-Иртышском водоразделе // География и природные ресурсы. 2000. № 3. С. 32–38.

Вартапетов Л.Г., Адам А.М. Ландшафтно-экологические особенности формирования животного мира Большого Васюганского болота // География и природные ресурсы. 2010. № 1. С. 83–89.

Инишева Л.И. Болотоведение. Томск: Изд-во ТГПУ. 2009. 210 с.

Семенова Н.М. Охрана водно-болотных угодий в Западной Сибири // Использование и охрана природных ресурсов России. 2017. № 1. С. 45–54.

Редакция благодарит за помощь в подготовке публикации сотрудников государственного заповедника «Васюганский»: заместителя директора по научной работе Т.Ю. Черникову и начальника отдела по экологическому просвещению Е.В. Шумкину

Вулкан Тятя – второй по высоте на Курильской гряде (1819 м) – относится к числу красивейших в мире. Это стратовулкан типа Сомма-Везувий («вулкан в вулкане»). Сомма высотой 1485 м имеет правильный усеченный конус диаметром 15–18 км у основания, а выросший в ней центральный конус возвышается над дном привершинной кальдеры на 337 м. *Фото Е. Козловского*



Осколки – группа небольших скалистых островов в составе Малой Курильской гряды. Здесь находятся лежбища морских млекопитающих, включая самое южное репродуктивное лежбище сивуча, а также многочисленные колонии морских птиц. *Фото Н. Павлова*

Ключевые слова: Южные Курилы, Кунашир, Шикотан, заповедник «Курильский», заказник «Малые Курилы».

Key words: Southern Kuriles, Kunashir, Shikotan, Kurilsky Nature Reserve, Small Kuriles Nature Reserve



ЗАПОВЕДНИК «Курильский»: на перекрестке трех стихий

Об острове Кунашир и о Малой Курильской гряде – части Курильских островов – многие слышали лишь как о предмете территориального спора между Россией и Японией. И далеко не все знают, что на этой территории с 1984 г. существует Государственный природный заповедник «Курильский», который вместе с государственным заказником федерального значения «Малые Курилы», созданным в 1983 г., занимает исключительное место в реестре особо охраняемых территорий России. Ведь на этих относительно небольших участках планеты нашлось место уникальным вулканическим ландшафтам и горячим источникам, не уступающим лучшим в мире минеральным водам, темнохвойным лесам и пышной «южной» растительности, шумным птичьим базарам и прибрежным водам, богатым морским зверем...

Магнолия обратная/цевидная (*Magnolia obovate*, или *Magnolia hypoleuca*) – единственный представитель рода, встречающийся в диком виде на территории России. А о. Кунашир – единственное место произрастания реликта. Фото Е. Линник



Своим удивительным богатством и огромным биоразнообразием природа этого заповедного района обязана его расположением в «пересечении» трех стихий: земли, воды и огня.

Сам заповедник «Курильский», занимающий около 1% площади всей Сахалинской области, расположен на трех островах, которые окружает морская охранная зона площадью более 26 тыс. га. А к заказнику «Малые Курилы», также находящемуся в ведении заповедника, примыкает охраняемая одномильная акватория площадью более 40 тыс. га. И это закономерно, ведь Южные Курилы относятся к зонам Мирового океана с самой высокой биологической продуктивностью, и сохранить эти морские экосистемы очень важно.

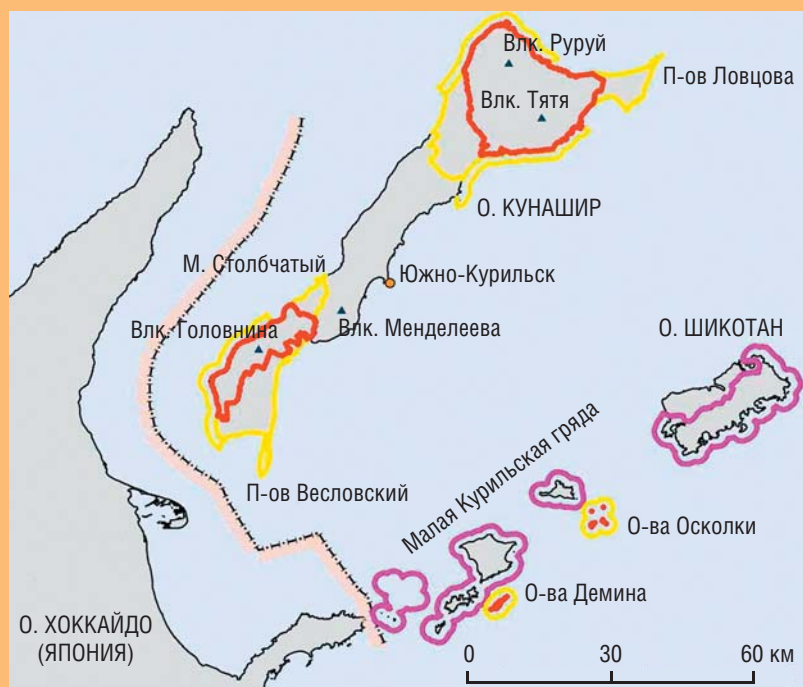
Кроме того, «Курильский» – это один из двух заповедников России с действующими вулканами. Вулканизм, в том числе выходы термальных вод, активно влияет на местные природные сообщества. Примером могут служить Нескученские источники – фумарольно-термальная зона у северо-западного подножия вулкана Руруй, которая тянется вдоль береговой полосы на протяжении 1,5 км и включает около 50 выходов горячих сернистых и сероводородных газов и термальных источников с температурой воды выше 96 °С. Благодаря местному микроклимату здесь нашли приют редкие теплолюбивые пресмыкающиеся, в том числе одна из крупнейших

Очень живописный мыс Столбчатый сложен из изверженных пород риодацитов возрастом около 4–6 млн лет, с характерной столбчатостью – результатом неравномерного остывания лавовых потоков. Популярный объект туризма в охранной зоне заповедника.

Фото Е. Линник

Сивучи (*Eumetopia sjubatus*) редко заплывают в открытое море, предпочитая держаться группами вблизи уединенных островов, где устраивают лежбища. К началу XXI в. вид был признан близким к вымиранию, но сейчас их количество постепенно восстанавливается. Включен в Красную книгу РФ.

Фото Е. Козловского



Территория заповедника «Курильский» (площадь 65861 га) включает три участка, два из которых находятся на о. Кунашир, третий – на островах Малой Курильской гряды (Демина и Осколки). К территории заповедника прилегают наземная и морская охраняемые зоны. Территория природного заказника «Малые Курилы» (площадь 67892 га) включает большую часть о. Шикотан и все остальные острова Малой Курильской гряды с прилегающей к ним одномильной акваторией

- Государственный природный заповедник «Курильский»
- Государственный природный заказник федерального значения «Малые Курилы»
- Охраняемые зоны государственного природного заповедника «Курильский»
- Государственная граница РФ





популяций «радужной ящерицы» – дальневосточного *сцинка*. На лишенных растительности кислых почвах вблизи fumarольных полей вулканов растет гриб *пизолитус бескорневой*, плодовые тела которого напоминают камень, а на склонах вулкана Тятя можно встретить эндемика Южных Курил, который так и называется – *одуванчик вулканный*.

Морское окружение проявляется в слабоконтрастном (с теплой зимой и нежарким летом) океаническом климате всех Курильских островов, наиболее мягком именно на Южных Курилах, где расположены заповедные территории. На Кунашире – последнем и самом южном острове Большой Курильской гряды с наиболее теплым климатом – успешно растут даже представители субтропической флоры. В частности, это единственное место в нашей стране, где встречается в диком виде магнолия.

Благодаря местным климатическим особенностям и географическому расположению Южные Курилы стали местом «перекрывания» охотских, маньчжурских, северояпонских и океанических флор и фаун. Так что наряду с представителями обычных для нашей страны «северных» видов растений и животных здесь можно встретить экзотов, характерных для природных сообществ Японии, Кореи и Китая. И это тоже вносит свой вклад в огромное биоразнообразие неповторимого заповедного края.

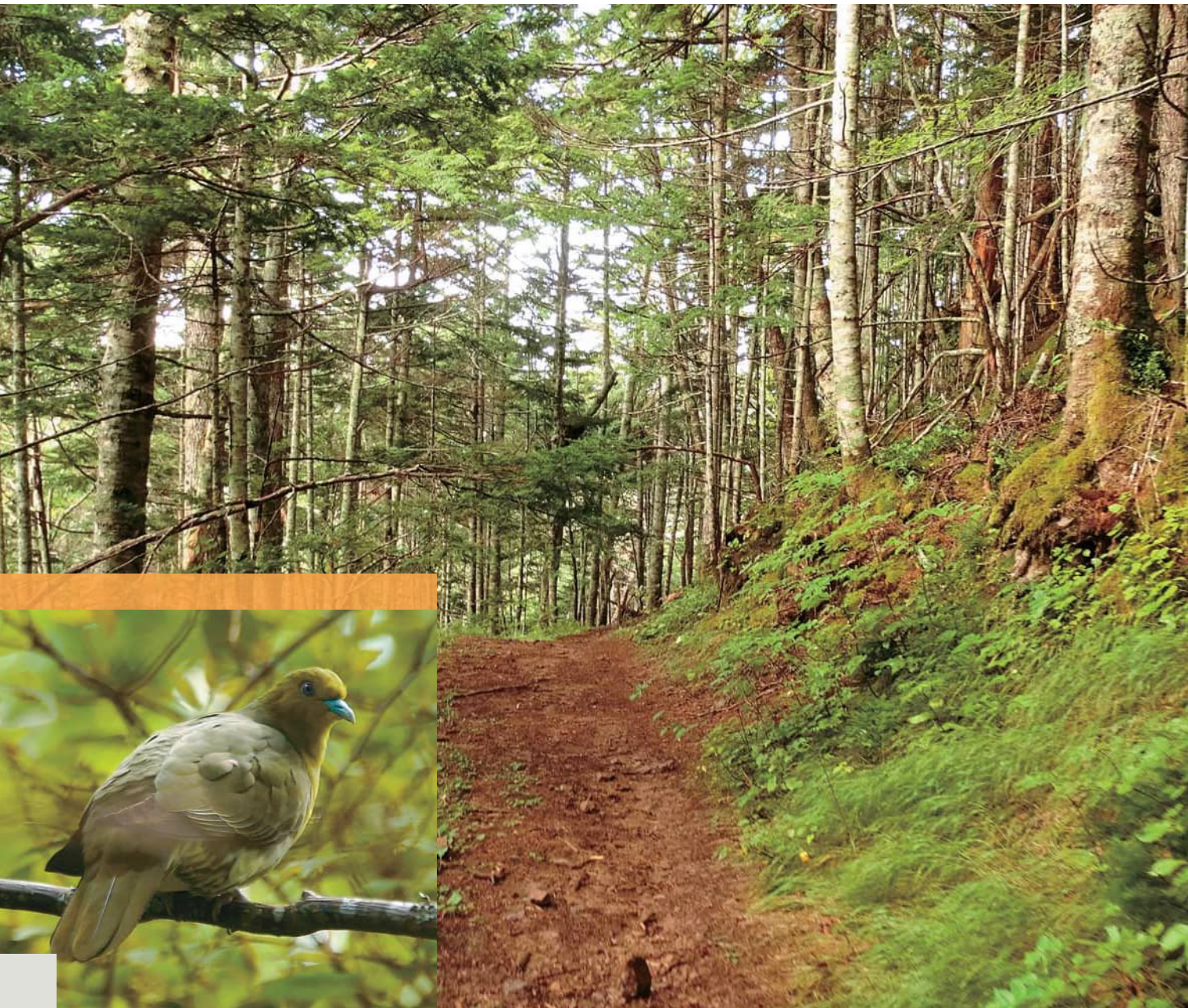


Бамбучок курильский (*Sasa kurilensis*) – травянистая форма бамбука, высота стеблей может достигать 2,5 м. Ареал охватывает Японию и Корею; в России произрастает на Сахалине и Курильских островах (до о. Кетой). На территории заповедника и заказника произрастают 12 видов этого рода, а также гибридные популяции. Бамбук быстро захватывает безлесные участки, образуя непроходимые заросли. Выполняет важную роль по укреплению почвенного покрова и предотвращению водной и ветровой эрозии, но препятствует естественному возобновлению лесов.
Фото Ю. Сундукова

Калан (*Enhydra lutris*) – представитель семейства куньих – связан с морем даже больше, чем тюлени. Эти животные способны спать на поверхности воды, рожать и выкармливать детенышей, но в сильный шторм предпочитают берег. С 1912 г. года промысел этого почти истребленного зверя был повсеместно запрещен, и сейчас популяция каланов практически восстановлена и расширяет свой ареал. Вблизи островов Малой Курильской гряды можно встретить группы каланов численностью более 100 особей.
Фото И. Бышнева

Японский журавль (*Grus japonensis*) – один из самых крупных представителей журавлей – широко известен благодаря своим танцам, а также изображениям, часто встречающимся в японской и китайской культурах. Сейчас численность этого вида составляет менее 2 тыс. особей. На территории России встречается на Южных Курилах (островная популяция) и в Приморском крае.
Фото Е. Козловского





116

Японский зеленый голубь (*Treron sieboldii*) – единственный представитель тропического подсемейства зеленых голубей на территории России. Постоянный, но очень скрытный обитатель Кунашира и Шикотана, которого можно узнать по особенному мелодичному пению. Встречается в смешанных и широколиственных лесах, питается преимущественно ягодами. Фото И. Бышнева

Экологическая тропа Столбовская протяженностью 3,5 км в охранной зоне заповедника знакомит с эталонными лесными экосистемами с большим разнообразием флоры. Тропа идет до моря через молодые березняки и пихтарники, старовозрастной лес с реликтовыми магнолиями и тисами, переплетенными лианами, и долинный лиственный лес. Здесь живут заяц-беляк и соболь, лисица и бурый медведь, поют зеленые голуби и перепархивают тисовые синицы. Тропа спускается к ручью Змеиный, где находятся термальные источники «Столбовские» с местными теплолюбивыми сообществами растений и животных. Фото С. Стефанова



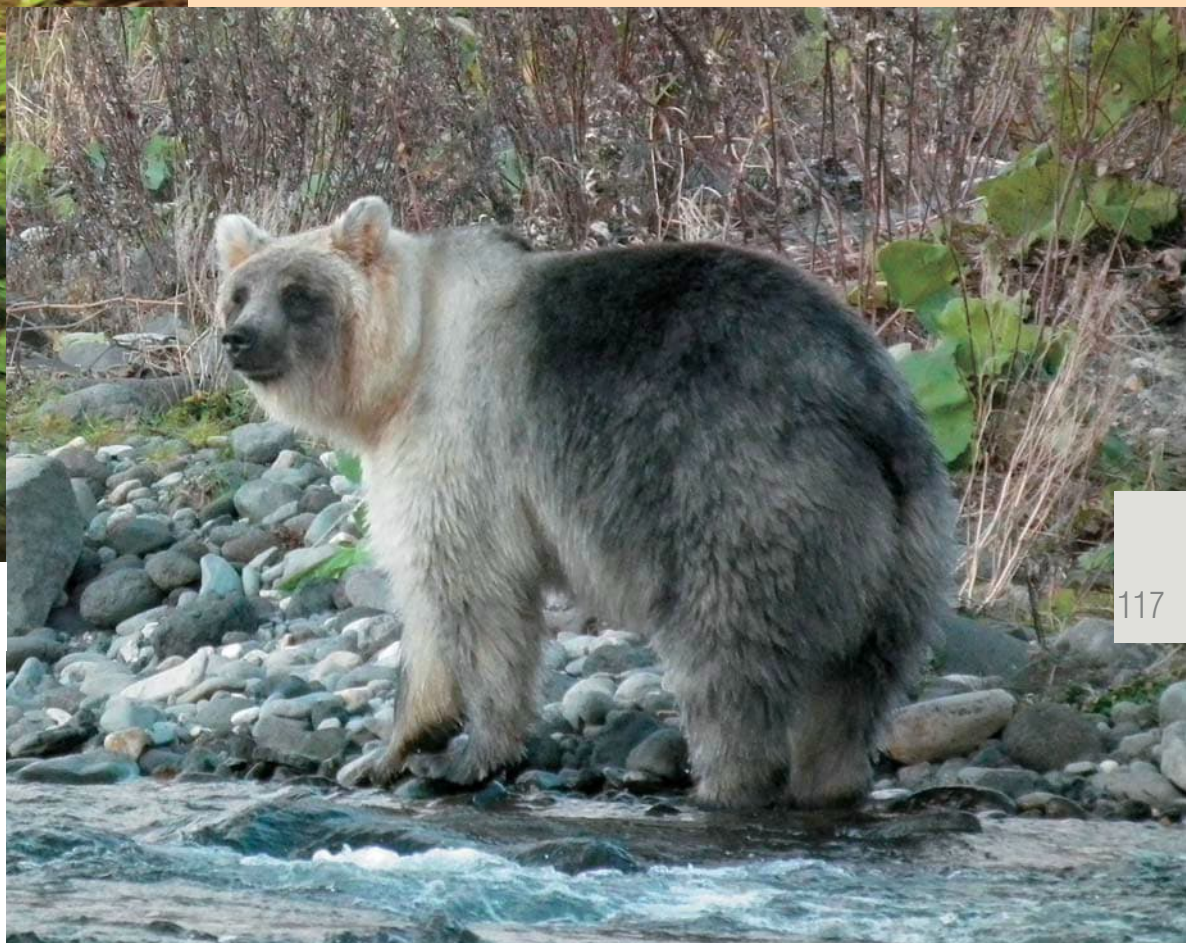
Островитяне и их «соседи»

Всего в заповеднике и заказнике Южных Курил обитают представители более 8,5 тыс. видов растений и животных.

Флора охраняемых природных территорий Южных Курил исключительно богата: в нее входит около 2 тыс. видов, причем почти половина из них – *сосудистые*, к которым относят все высшие растения за исключением мохообразных. Здесь встречаются как типично «южные» виды с восточноазиатским ареалом обитания, например листопадные деревянистые лианы, так и «северные», характерные для зон с суровым климатом, такие как пихта.

Яркий пример – уже упомянутая *магнолия обратная/цевидная*, или *снизу-белая*, листопадное дерево высотой до 17 м с пирамидальной кроной, цветущая кремово-белыми ароматными цветами диаметром до 25–30 см.

Уссурийский бурый медведь (*Ursus arctos lasiotus*) – подвид бурого медведя, обитающий в Приморском крае, на Курильских островах и в Японии. Как и все медведи, всеяден, но на Курилах в его рационе преобладают растительные корма и выброшенные на берег морские обитатели. Осенью медведи скапливаются на нерестовых реках, где питаются рыбой. Многие медведи Курил имеют светлую окраску из-за присутствия генов белых медведей. Фото А. Миличкина



Ее основной ареал располагается в Японии и Китае. В России вид находится под угрозой исчезновения, поэтому в заповеднике ведется работа по восстановлению ее популяции путем проращивания семян и высадки сеянцев в естественную природную среду.

Заповедник «Курильский», и особенно заповедная часть о. Кунашир, которая более чем на 60% покрыта лесами, служит настоящим резерватом редких для России растений. В Красные книги РФ включено 83 местных вида, в том числе 9 видов сосудистых растений, которые в нашей стране можно встретить только на этом острове. Именно здесь проходит северная граница распространения не только магнолии, но и *клена японского*, *березы Максимовича*, *хлоранта пильчатого*, *шелковицы атласной* и других «южных» видов.

На склонах сопок, скалах и в долинах рек заказника «Малые Курилы», в первую очередь на о. Шикотан, отличающегося особо мягким климатом, произрастает 45 видов редких растений, включая такие известные, как *венерин башмачок* крупноцветковый из семейства *орхидные*, *бархат сахалинский*, *родиола розовая*. А в бухте Церковная растет реликтовая роща из *лиственницы курильской*.

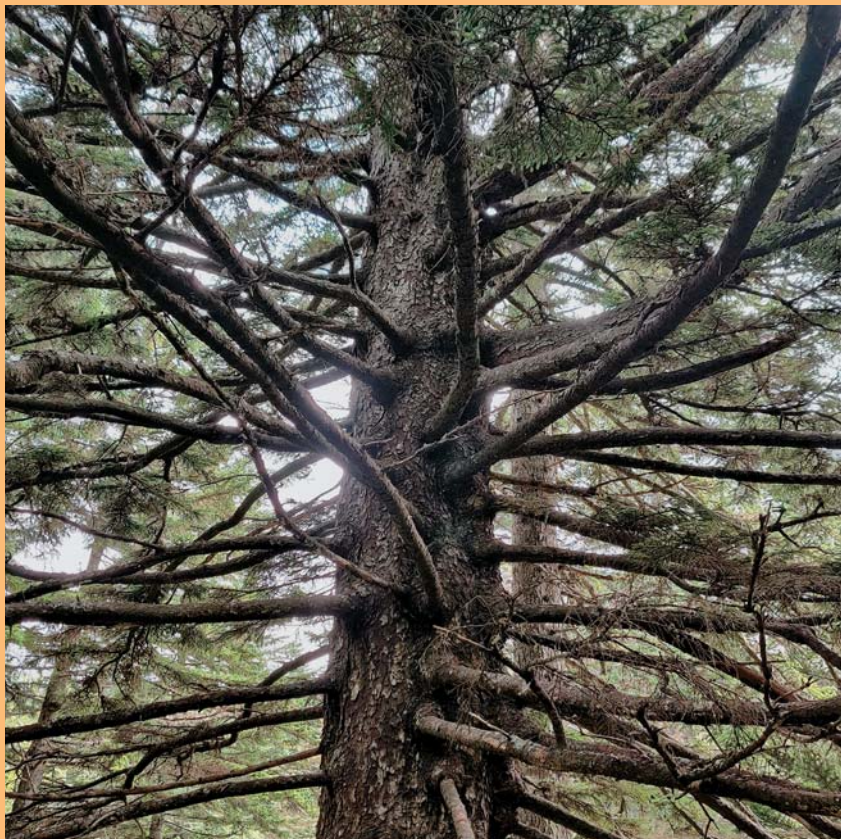
На Шикотане расположен и региональный памятник природы Сахалинской области – *феллодендроновая*, или «бархатная», роща площадью 0,14 га. Она представляет собой сообщество из 109 видов сосудистых растений, в том числе 26 видов деревьев, среди которых доминируют *бархат сахалинский* и *тис остроконечный*, диаметр стволов которого доходит до 90 см.

От флоры не отстает и фауна, в первую очередь птицы. Курильские острова лежат на одном из основных мировых путей птичьих миграций – так называемом Курильском мосту, поэтому орнитофауна заповедных территорий особенно богата и разнообразна. Только на о. Кунашире насчитывают 288 видов птиц, принадлежащих к 18 отрядам.

В период сезонных миграций, летних кочевок и на зимовках здесь можно увидеть десятки и сотни водоплавающих и морских птиц: *гагар*, *бакланов*, *чаек*, *буревестников* и многих других. На охраняемых территориях гнездятся такие редкие и находящиеся под угрозой исчезновения птицы, как *скопа*, *орлан-белохвост* и *зеленый голубь*, а *белоплечий орлан* прилетает на зимовку. На Кунашире отмечена и самая высокая плотность редчайшей птицы планеты – *рыбного филина*.



Ель Глена (*Picea glehnii*) отличается от других видов мелкой, короткой хвоей и тонкими веточками. Основной ареал вида – в Японии; на территории РФ встречается на Сахалине и Южных Курилах (о-ва Кунашир, Шикотан и Итуруп). Предпочитает почвы с избыточным увлажнением. Дерево достигает в высоту 20 м, на территории заповедника и заказника встречаются деревья с флаговой формой кроны возрастом около 300 лет (справа). В понижениях ель образует сообщества с кустистым лишайником из рода уснея, который, как паутина, живописно окутывает еловые ветви и свисает с них (внизу).
Фото Е. Линник, Е. Гришаевой, А. Яковлева





Большой пегий зимородок (*Megaceryle lugubris*) – один из самых крупных представителей рода, встречается на Южных Курилах с 1970-х гг. Его обычный ареал – на юге и востоке Китая, в Индии и на Японских островах. Гнездится в норах на обрывистых берегах рек, питается рыбой. Фото И. Бышнева

Эта лиственничная роща в южной части Шикотана – позднеплейстоценовый реликт. Преобладающая порода – лиственница курильская (*Larix kurilensis*). Из-за сильных ветров многие деревья имеют искривленный ствол и являются низкорослыми, с удлинненными нижними ветками или флагообразной кроной. Фото Ю. Сундукова





Одна из красивейших бухт Шикотана – Церковная, она является местом обитания крупнейшей на острове популяции древесной лягушки – дальневосточной квакши (*Dryophytes japonicus*). В акватории бухты расположены два небольших острова: Айвазовского и Девятый Вал. Прибрежные воды богаты рыбой, ракообразными, моллюсками, морскими млекопитающими.

Фото Л. Сундуковой

На территории заказника, на юго-западе о. Шикотан, в бухте Дельфин находятся места гнездования и зимовки водных и околоводных птиц, в том числе японского журавля – одного из самых малочисленных журавлей в мире.

На островах Демина и Осколки расположены летние лежбища редких морских млекопитающих: сивуча и курильского тюленя (*антура*). А в акватории заказника встречается краснокнижный калан – именно здесь обитает самая южная размножающаяся группировка этого морского хищника с ценнейшим мехом. В прибрежных морских водах можно встретить многочисленных китообразных, таких как косатка, малый полосатик и северный плавун.



Прострел Тарао (*Pulsatilla taraoi*) – эндемик Курильских островов, он встречается на о. Шикотан в границах заказника. Это невысокое растение семейства лютиковых с опушенными листьями, растущее на каменистых склонах, цветет сразу после схода снега. Для роста ему нужны особые микроскопические грибы, обитающие лишь в определенных местах.
Фото С. Карпенко

Видовой состав наземных позвоночных не очень богат. Самый крупный представитель наземных млекопитающих на Кунашире – *уссурийский бурый медведь*. Многие особи этого вида на Курилах имеют светлую окраску из-за присутствия в их геноме генов белых медведей.

Здесь встречаются и другие хищники: лисица, соболь, ласка, а также представители рукокрылых и мышевидных грызунов. Среди последних – *японская мышь*, островной вид, который обитает только в Японии и на Кунашире, а также эндемик Сахалинской области – *шикотанская полевка*. Среди редких и находящихся под угрозой исчезновения наземных позвоночных есть и теплолюбивые пресмыкающиеся: *японский полоз* и уже упомянутый *сцинк дальневосточный*.

Пресноводные водоемы заповедных территорий служат местами нереста и нагула молоди тихоокеанских лососей (*горбуши, кеты, симы* и др.). При этом некоторые из них, например *мальма*, формируют не только так называемые проходные, но и местные речные популяции. Из лососевых рыб стоит отметить находящегося на грани исчезновения *сахалинского тайменя*, достигающего 2 м в длину и возраста 16 лет. В целом же пресноводная ихтиофауна Южных Курил также «смешанного» происхождения: она сформировалась за счет более «южной» ихтиофауны о. Хоккайдо и «северной» – п-ова Камчатка.

Что касается беспозвоночных, то эта фауна богата (уже известно около 5,5 тыс. видов), но до конца не изучена. Каждая научно-исследовательская

Рододендрон Чоноски (*Rhododendron tschonoskii*) – небольшой медленнорастущий теплолюбивый кустарник.

В России произрастает только на территории южного участка заповедника на о. Кунашир.

Очень декоративен как во время цветения, так и осенью.

Фото А. Яковлева

Основная часть ареала кандыка японского (*Erythronium japonicum*) – в Японии, Корее и Китае.

На Сахалине считается исчезнувшим, на Кунашире встречается на побережье, преимущественно на охотоморской стороне острова. Это эфемероидное луковичное растение страдает от вытаптывания, пожаров и массового сбора на букеты.

Фото Е. Линник

на стр. 127





Рыбный филин (*Ketupa blakistoni blakistoni*) предпочитает смешанные леса с дуплистыми деревьями вдоль незамерзающих рек и ручьев. Эти довольно крупные совы, достигающие в высоту 70 см, являются чрезвычайно редкими. На Кунашире обитает популяция островного подвида рыбного филина численностью около 30 пар. Для увеличения количества в заповеднике проводятся биотехнические мероприятия: создание искусственных гнездовых и зимняя подкормка.
Фото Е. Козловского



Дальневосточный сцинк (*Plestiodon finitimus*) за пределами РФ обитает на японских о-вах Хонсю и Хоккайдо, у нас – только на Кунашире, где предпочитает селиться вблизи термальных источников. Численность на острове достигает несколько тысяч особей. Фото Ю. Сундукова

На дне кальдеры вулкана Головнина образовались два озера: Горячее и Кипящее. Температура воды в Кипящем варьирует от 30 °С (на поверхности) до 100 °С (у фумарольных полей). В прибрежных участках озер находятся многочисленные выходы вулканических газов, термальных вод, грязевых котлов. Здесь обитают редкие виды растений и животных, такие как рододендрон Чоноски, японский полоз и дальневосточный сцинк. Фото Е. Линник



Реликтовый хлорант пильчатый (*Chloranthus serratus*) произрастает только на Кунашире, в охранной зоне заповедника вблизи горячих источников. Основной ареал – в Японии, Корее и Китае. Опыляют и распространяют семена муравьи. В заповеднике ведется мониторинг популяции хлоранта на пробных площадях, идет работа по созданию резервной популяции в искусственных условиях. Фото Е. Линник

Японский полоз (*Euprepiophis conspicillata*), в отличие от других дальневосточных полозов, не лазает по веткам. Питается грызунами, яйцами и птенцами. В РФ встречается только на Кунашире, в основном вблизи геотермальных источников, за ее пределами – в Японии, на о-вах Хонсю и Хоккайдо. Фото Ю. Сундукова





Хвостоносец Маака (*Papilio taasskii*) встречается на Южных Курилах и на материке вдоль течения Амура и в Приморье. За лето у бабочки успевают смениться два поколения. Кормовое растение гусениц – бархат сахалинский.
Фото А. Бобырь



На юго-западе о-вов Сахалин, Монерон, Итуруп и Кунашир проходит граница распространения чистоуста японского (*Osmunda japonica*) – лесного восточноазиатского папоротника высотой около 1 м. Этот вид предпочитает селиться на склоне ручьев вблизи горячих источников.
Фото Е. Линник

Косатки (*Orcinus orca*) – представители зубатых китов – встречаются практически во всех водах Мирового океана, но их общая численность оценивается всего в 50 тыс. особей. Животные из разных популяций отличаются друг от друга по поведению, способу охоты и пищевым предпочтениям.
Фото Т. Ивкович





экспедиция находит виды, которые не были описаны для этих территорий. Да и среди позвоночных новые открытия нередки.

Уникальная природа Южных Курил, их своеобразная флора и фауна требуют разумного и бережного отношения. Ведь любые островные экосистемы, изолированные от материка, особенно хрупки. Их легко нарушить, а изменения могут оказаться необратимыми.

Охранять неповторимые ландшафты и живой мир Южных Курил не единственная задача, которую решает заповедник. Заповедные территории служат настоящим научным полигоном для ученых разных специальностей: от биологов до геологов. К примеру, в 2021 г. специалисты из Москвы, Казани, Санкт-Петербурга и Владивостока изучали сообщества микроорганизмов горячих источников и пресных водоемов, наземных и водных беспозвоночных, исследовали лесные экосистемы и определяли влияние антропогенной нагрузки на заповедные экосистемы.

С 2018 г. в четыре раза выросло и число туристов, посещающих Южные Курилы. В 2021 г. более 3 тыс. человек прошли заповедными маршрутами на Кунашире. Сотрудники заповедника ведут активную эколого-просветительскую деятельность, в первую очередь в Южно-Курильском районе. Это и различные выставки в течение года, и экологические уроки для дошкольников и школьников, работа с детьми в пришкольных лагерях и детском палаточном лагере «Фрегат». А на сайте заповедника всегда можно найти свежие новости, а также интересные факты и новые сведения о неповторимой природе Южных Курил.

Действующий вулкан Руруй – второй по высоте (1485 м) на Кунашире. По его западному склону стекает несколько ручьев с каскадами высоких (до 10–12 м) водопадов. *Фото Е. Козловского*

Литература

Баркалов В. Ю., Еременко Н. А. Флора природного заповедника «Курильский» и заказника «Малые Курилы» (Сахалинская область). Владивосток: Дальнаука, 2003. 285 с.

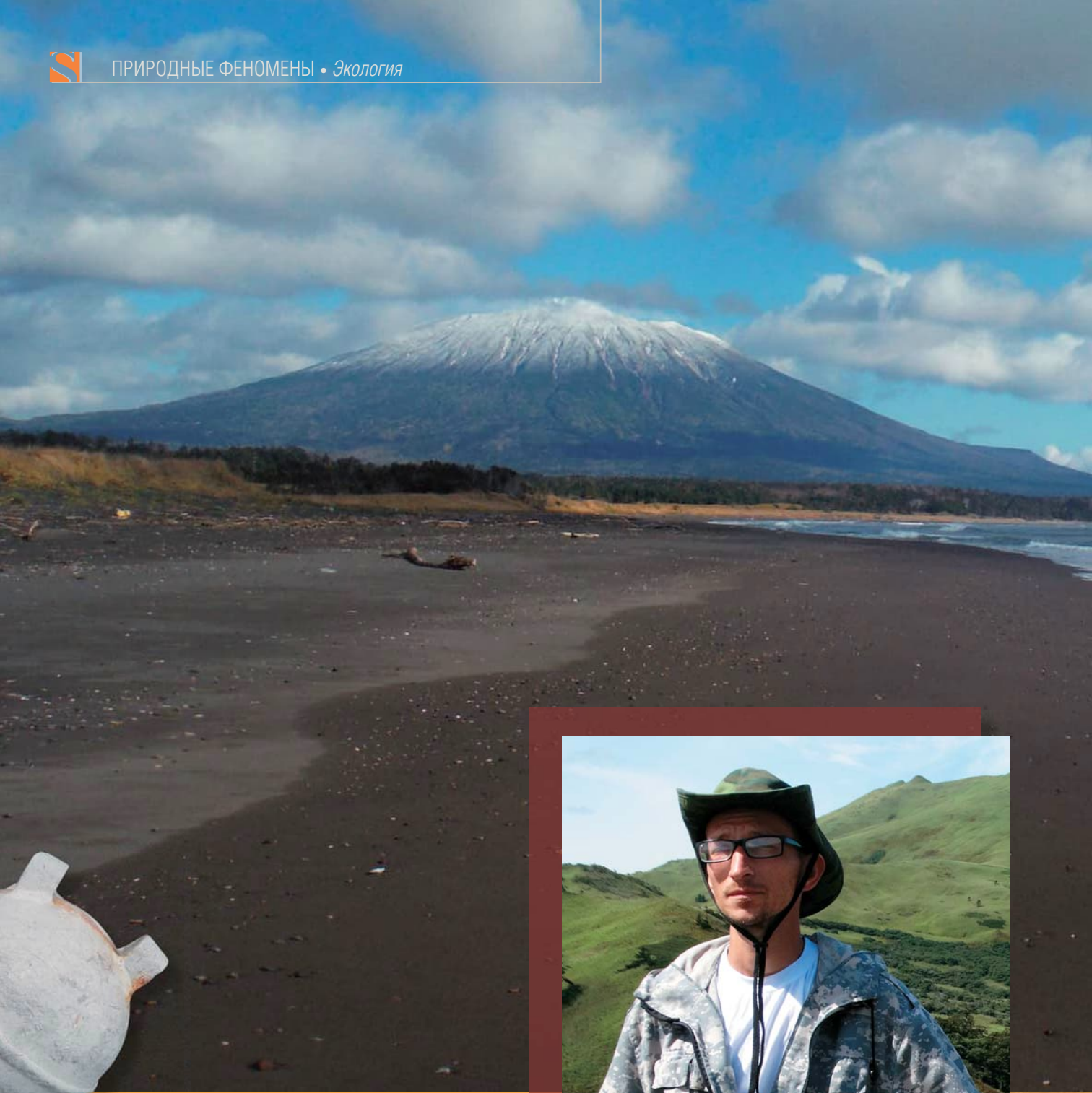
Журавлев Ю. Н. Курильский дневник. Владивосток: Дальнаука, 2001. 368 с.

Красная книга Сахалинской области. Животные. М.: Буки Веди, 2016. 252 с.

Красная книга Сахалинской области. Растения и грибы. Кемерово, 2019. 351 с.

Мартихин Е. К., Абдурахманов А. И. Под боком у вулкана. Южно-Сахалинск, 1990. 38 с.

Материал по природным объектам и растительному миру заповедника «Курильский» и заказника «Малые Курилы» подготовила заместитель директора по научной работе Е. В. Линник, по животному миру – инженер С. Ю. Стефанов



Дмитрий МЕТЕЛИЦА много путешествовал по России и ближнему зарубежью, работал по разным специальностям. С осени 2018 г. по август 2021 г. трудился на должности государственного инспектора в области охраны окружающей среды заповедника «Курильский» на о. Кунашир. Автор публикаций в журналах «Сибирские огни» и «Наука и жизнь»

ЗАПИСКИ МОЛОДОГО КУРИЛЬСКОГО ГОСИНСПЕКТОРА

Кордон «Саратовский» Курильского заповедника расположен в северо-восточной части о. Кунашир на берегу Южно-Курильского пролива – это, по отзывам, самый настоящий медвежий угол. С осени 2018 г. на кордоне появился новый инспектор. Приехал человек на остров как обычный турист. Сначала администрация оформила с ним волонтерское соглашение, а потом он решил устроиться на работу в заповедник госинспектором. Так Дмитрий Метелица начал нести вахту на отдаленном кордоне и делал это в течение без малого трех лет. Местные жители утверждают, что настоящим «курильцем» можно назвать только того, кто переживет хотя бы одну зиму и не сбежит. О первой зиме Дмитрия на Саратовском рассказывают страницы его дневника, который молодой инспектор вел в течение всей своей заповедной службы

Ключевые слова: Южные Курилы, охрана природы, остров Кунашир, заповедник «Курильский», кордон «Саратовский», курильская флора и фауна, рыбный филин, антур.

Key words: Southern Kuriles, nature conservation, Kunashir Island, Kurilskiy nature reserve, Saratov cordon, Kuril flora and fauna, fish owl, antur

Вулкан Тятя: 1819 м суровой красоты. Черный песок побережья – вулканического происхождения

© Д. А. Метелица, 2021



Всегда любил работу, на которую не нужно идти. Проснулся – и уже на работе.

Будний день начинается с радиосвязи. В девять утра: «Третий, ответьте Центральному!» Говорим о встречах с людьми и зверями, об уже сделанном и планах на сегодня, и о погоде, конечно. На кордоне метеосводка имеет большее значение, чем в любом населенном пункте. Если зарядит дождь, реки поднимутся, не перейти, не переехать, метель начнется – на кордон трудно будет дорогу найти... Сеанс связи закончился – начался рабочий день.

Кордон находится в 42 км от Южно-Курильска, так называемого *пгт* – поселка городского типа, но признаки цивилизации есть и здесь. Днем я хожу в магазин, самый дешевый на Кунашире, – «ОТЛИВТОРГ». Полное самообслуживание: сам себе и покупатель, и продавец, и менеджер по продажам, и генеральный директор, и владелец. Хожу по берегу, выбираю: морская капуста, стройматериалы, канаты, канистры, снасти... Что найду, то и мое. Каждое утро новый завоз, после шторма – распродажа. Плачу только своим временем.

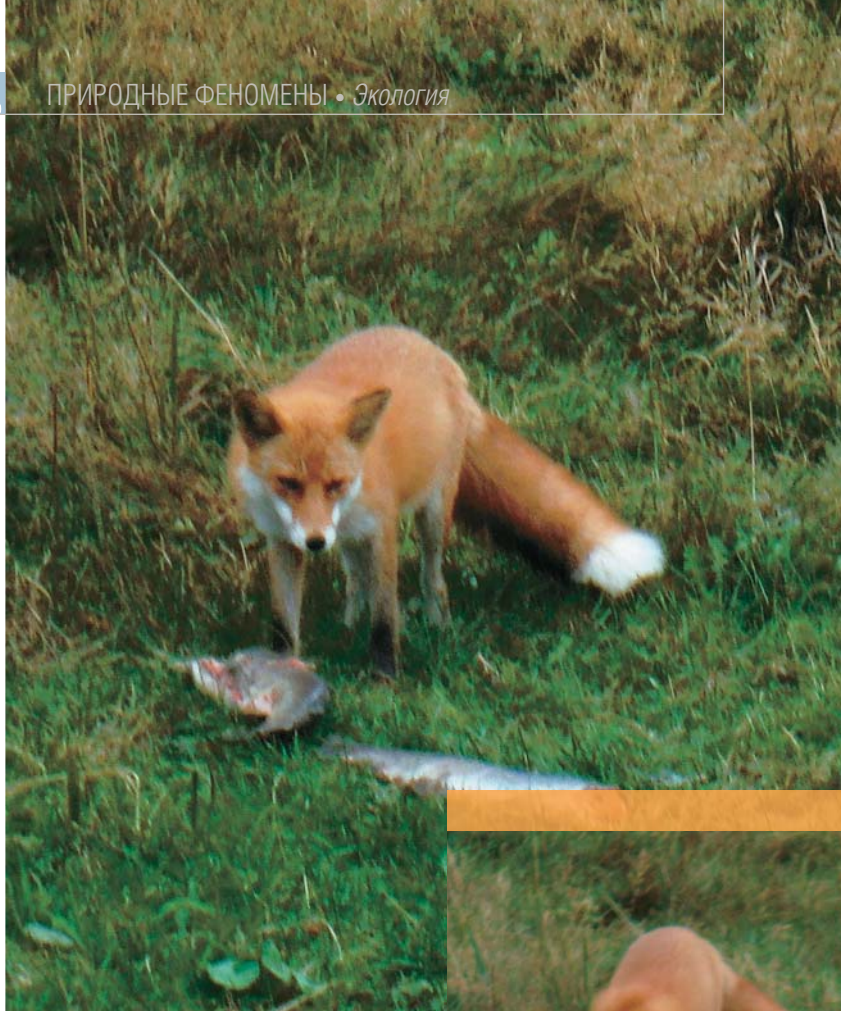
В конце октября к семи вечера уже совсем темнеет, и включается уличное освещение – луна яркой лампочкой висит над лесом. Книгу,

Из должностных обязанностей государственного инспектора в области охраны окружающей среды: госинспекторы патрулируют территорию заповедника и охранных зон, проводят биотехнические мероприятия, ведут дневник фенологических наблюдений, содержат в исправном состоянии и обеспечивают сохранность служебных и жилых строений, транспорта, средств связи, оружия, следят за сохранностью аншлагов, квартальных и других знаков, мостов, пожарных наблюдательных пунктов, участвуют в проведении заповедно-режимных и противопожарных мероприятий...



Магазин «ОТЛИВТОРГ»
работает круглосуточно





филина – он не ухает, как обычный, а «гугукает». Если гуканье тройное – значит, разговаривают две птицы. Самка обычно добавляет в заключение третье «гу»: все как у людей, последнее слово остается за женщиной. Но то ли близ кордона обитает филин-холостяк, то ли в семейной жизни данной пары царит полная гармония. Голоса супругов раздаются в унисон, больше двух «гуков» различить не удастся (а может, у меня плохо со слухом). В иные ночи вовсе ни гу-гу.

Территория кордона «Саратовский» любопытно обустроена: справа от въезда на поляну стоит высокая ель, на нижние ветви которой



Четвероногие соседи по кордону: семейка лис и кот Рыжий – курильский бобтейл, как и положено по породе, хвоста почти нет, задние ноги длиннее передних

сидя на крыльце, не прочесть, но заметить лису, крадущуюся по поляне, можно. На кордон регулярно приходят две рыжие зверушки – внуки (или правнуки) лисы Машки, жившей здесь ранее в полном согласии с прежним инспектором.

С рыжей семейкой у нас взаимовыгодное сотрудничество: они подыедают остатки съестного и в благодарность не шкодят. При желании лисы могли бы наделать разных пакостей, но Машкино потомство добро помнит. Это трудно считать прикормкой – просто особенности лесного соседства. Тут есть еще один рыжий обитатель – кот, привезенный пару лет назад с другого кордона, из урочища Рудное. Мышей не ловит, мяукает противно. Живем душа в душу.

Ночами шумит океанский прилив: звук такой, словно за лесом маневрируют железнодорожные составы. Иногда сквозь этот шум пробивается голос рыбного





повешены неожиданные вещи, вроде полуразобранного радиоприемника и различных поплавков. Это своего рода новогодняя елка, украшаемая инспекторами на свой вкус. У подножия дерева лежит скелет кита. Говорят, на самом деле он собран из нескольких китов, но по виду не скажешь, собирали старательно. Я взял за правило вешать на елку найденные на отлове интересные предметы, которым не смог найти применения.

По краям поляны и возле строений из бамбучника выглядывают большие яркие поплавки, водруженные на пни и башенки из крышек. Мобильники здесь не ловят (что безмерно радует гостей, вырвавшихся из цивилизации на природу), но принципиальная возможность телефонной связи имеется. Неподалеку растет береза, на которой доступен МТС: если надо срочно позвонить – просто лезь на дерево! И на берегу моря есть такое местечко. Там даже стульчик стоит – садись и беседуй под шум океана.

На Кунашире конец осени, дожди. Во множестве встречаются грибы, самые вкусные – опята, чешуйчатки и «свинные уши», растущие прямо на дереве. На Курилах для таких грибов прижилось словечко «акробаты», поскольку они





частенько забираются повыше, так что грибнику, чтобы достать добычу, приходится совершать акробатические трюки. Разговор в лесу: «Чего вверх смотришь?» – «Грибы ищу!» Ближе к Южно-Курильску есть бухта Космодемьянская, в народе известная как «Космос», которую нередко упоминают любители тихой охоты в рассказах о грибных местах. Поэтому от кунаширца можно услышать: «ходил по космосу и собирал акробатов».

Хотя бы раз в день стараюсь выйти к океану, а в выходные обязательно. В устье Саратовки играет рыба – то там, то сям выпрыгивает из воды, переливаясь на солнце, и плюхается обратно, выпрыгивает



Сборный скелет кита из двух северных плавунов (*Berardius bairdi*), выбросившихся на тихоокеанское побережье недалеко от устья р. Саратовки в августе 2011 г.



и плюхается... и так целый день. Побывай Есенин в этих краях, он мог бы написать: «Как рыбы от радости прыгают в море, как цикады от восторга поют на солнце...», а не про мышей в поле и лягушек в колодце.

В ясную погоду впечатляет вулкан Тятя: 1819 м суровой красоты вулканического происхождения. Облака царапаются о вершину второго купола, а по склону первого ползут их тени. Если в небе движется облако, похожее на пушистого слона, то ниже идет его двойник темной расцветки. В этом году Тятя украсился белой шапкой 19 октября. А на следующий день мы вместе с участковым инспектором Сашей Микаевой отправляемся в очередной рейд в местечко под названием Роцца.

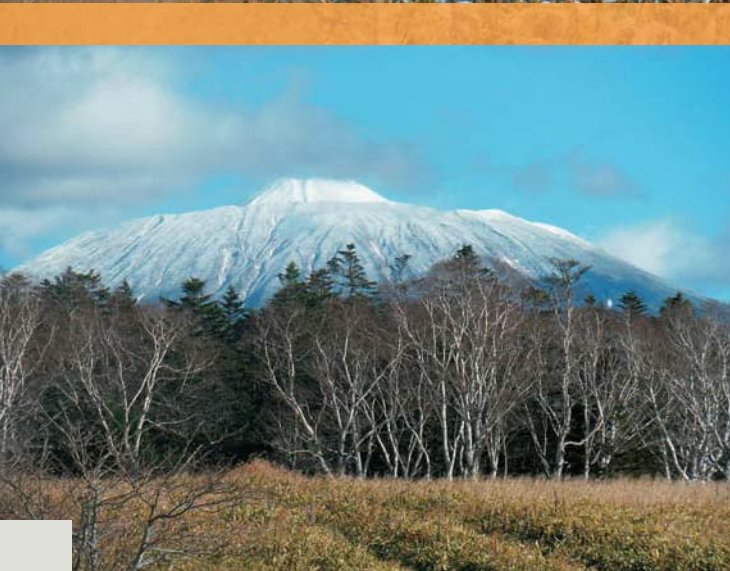
Едем на квадроцикле по отливу: волны облизывают песок под колесами, чайки взмывают и кружат с пронзительными криками, запах прелых водорослей смешивается с океанской свежестью. Когда едешь посуху, лицо покалывают песчинки, навевая детское воспоминание. Похожее ощущение: когда из любопытства приближал физиономию к экрану лампового телевизора и кожу щипало электричество.

Пересекли Тятинку (реку Тятина), заехали в здешний стационар (здание осталось еще от японцев), добрались до реки Ночка. В этом районе сотрудниками заповедника было сооружено гнездо для рыбного филина. У «краснокнижной» птицы туго с жилплощадью естественного происхождения: не всякое дупло дерева подойдет для новоселья. Гнездо на Ночке было специально заказано в Японии, но инспекторы часто сами мастерят гнезда из бочек и кухтылей – шаров-поплавков в веревочной оплетке, которыми отмечают место расположения рыболовной сети в море. Такие поплавки находят на берегу или выменивают у рыбаков. Если увидите где-нибудь бесхозный поплавок длиной около 1 м, сообщите в заповедник, и при случае рыбный филин гукукнет вам «спасибо» в ночи.

К Роцце прибыли без происшествий. Денек выдался погожий: на просторах океана ясно виднелись очертания Шикотана, по другую сторону от нас возвышался Тятя, еще более внушительный при приближении. Столько отъехали от Саратовки, а как были меж вулканом и океаном, так и остались!

Есть практика путешествий по времени – с четко заданными сроками, приуроченными к купленным билетам. А в путешествии по Курилам сроки назначают погода и воля случая. К примеру, однодневный тур с материка на Кунашир – с целью посетить мыс Столбчатый – технически маловероятен. Шансы на то, что все сложится, меньше 50%.

Шансы приехать из Южно-Курильска на кордон «Саратовский» и тем же вечером благополучно вернуться



в поселок тоже далеки от 100%. Вот и в этот раз подоспевший циклон не разделял оптимизма прибывших: обрушился ливень, Саратовка разлилась и чуть не поглотила один экипаж. Гости вернулись на кордон вымокшие до нитки, утопив часть вещей и документов.

Заночевали и уехали в воскресный полдень по раннему отливу. На то утро у всех имелись иные планы, но это же Кунашир. Есть такое выражение: «Когда ты строишь планы, Бог смеется!» Наверное, в тот день он пару раз улыбнулся.

С каждым днем снежная шапка на Тяте увеличивается, сдвигаясь все ниже, – зима приближается на глазах.

За тайфуном наступила пасмурная неделя, дождливые дни, грозовые ночи. На материке я считал секунды между вспышкой молнии и рокотом грома, чтобы примерно определить расстояние до эпицентра грозы. А здесь молния бьет чуть ли не в меня, и гром незамедлительно обрушивается следом.

Стою на крыльце, луч налобного фонарика высвечивает в дождливой темноте маленькие блестящие зеленые глаза. Это кот. Поворачиваюсь к лесу, из-за полуголых осенних кустов крупно горят желтые глаза лисы. Переглядываемся в ночи. Лиса и кот часто смотрят друг на друга, изучая...

Выходя к океану, заметил орлана, сидящего на берегу реки. Тот, к сожалению, тоже меня заметил, тяжело подпрыгнул и, мелькая белым хвостом, улетел на северо-запад. Ну и туша! Как только в воздухе держится?

С детства люблю лазать по деревьям, но никогда не думал, что это увлечение пригодится в работе. В конце месяца приехали участковый Саша Микава и старший инспектор Дима Соков. Втроем мы отправились на один из лесных ручьев, чтобы переместить в более удобное место гнездо рыбного филина, установленное больше десяти лет назад. Птицы по каким-то причинам

его забраковали и не заселялись туда. Надо было отыскать гнездо, снять с дерева, перетащить и закрепить на новом месте, которое еще требовалось найти.

Место выбирали по нескольким критериям: рядом должен быть ельник, где филин может прятаться, а также ручей с мальмой (арктическим гольцом), которую он будет ловить, и болото, где птенец сможет поймать лягушку, пока не научится охотиться за рыбой. Предпочтительное дерево – береза, крепкая, с такими ветвями, чтобы гнездо было обращено входом на юг.

С собой брали GPS, но он не понадобился. Саша всякий раз выводил прямо на точку, умудряясь по дороге отметить звериные и человеческие следы разной степени давности. Нашли, сняли, переустановили. И следующие полтора дня занимались той же задачей по переноске еще двух гнезд на других речках. На последней повстречали двух белоплечих орланов – белый у них не только хвост, как ясно из названия, а клюв желтый.

С гнездами закончили: по весне сотрудники научного отдела проверят, понравились ли филинам новые жилищные условия.

4 ноября снег на южном склоне первого купола Тяти растаял. Зима словно сделала шаг назад. Говорят, что на Кунашире не было снежных зим уже два года. Посмотрим, как будет в этом сезоне, лопаты я приготвил.

В ночь на 5 ноября грянуло землетрясение или, как говорят местные, «землетрус». Насчитали около 6 баллов. Неслабо... Малоприятные ощущения, когда комната, в которой спишь, трясется. Вот почему на Кунашире не строят зданий выше трех этажей. Очнувшись, я не мог сразу понять, где нахожусь.



Рыбный филин (*Ketupa blakistoni blakistoni*) сегодня находится под угрозой исчезновения. В заповеднике принимаются активные меры по увеличению численности этого очень редкого вида: развешиваются искусственные гнездовья, а зимой птиц подкармливают.
Фото А. Кислейко.

137



Хребет Докучаева. Начало ноября

Спросонок пригрезилось, будто медведь забрался на крышу и раскачивает дом...

Полдня бродил по окрестностям в поисках актинидии – лианы с продолговатыми или округлыми зелеными плодами. Здесь ее называют «кишмиш» (или «кыш,мышь»? – на слух не определишь). На Кунашире произрастают два разных вида: *Aktinidia kolomikta* и *A. arguta*. Плоды съедобные, по вкусу похожи на киви. Увидев цены на картошку в магазинах Южно-Курильска, на киви я и смотреть не захотел. А оно, оказывается, здесь прямо в лесу растет!

Отправился искать кишмиш. Нашел лиану, схожую по описанию, но без плодов: то ли сезон уже кончился, то ли эта лиана – «самец».

Чем дальше забираешься от центральной России, тем сильнее удивляет природа. На Кунашире даже рябина есть не горькая, как обычная, – другой вид. Осталось найти растения с плодами, похожими по вкусу на картошку (а также на тушенку и сгущенку), и по магазинам можно будет не ходить.

...Второй раз вместо привычного тьяканья лис слышу ночью собачий лай. На прошлой неделе под утро видел сквозь окно три собачьи тени, рыскавшие в сумерках на месте вчерашней лисьей трапезы. Сначала подумал – волки! Потом вспомнил, что я на Кунашире, где волков нет. Саша Микава говорил, что видел двух диких собак на Тятинке. Быть может, это те самые, прихватив товарку, перекочевали сюда? А я гадал, чего мне не хватает для полной экзотики? Стаи диких собак, очевидно.

Если громко гаркнуть возле устья Саратовки, то из океанских вод, метрах в двадцати, иногда показывается любопытный тюлень, который кормится на входе в реку.

Подхожу к устью, воплю во все горло – на волне появляется темная башка. Машу ему рукой – вроде как здороваемся. Впрочем, этот прием срабатывает не каждый раз. Раньше я бы принял это животное за сивуча, но коллеги из научного отдела объяснили разницу. Оказывается, безухие тюлени на Кунашире бывают двух видов: антуры и ларги. Первые – темной расцветки с пятнами, похожими на цветки (антура еще называют «тюлень-цветок»), вторые – светлые. А сивучи – это вообще ушастые тюлени.

Теперь, если замечаю в воде нечто тюленеобразное, рассматриваю в оптику: есть уши или нет? Жаль, пятна на шкуре почти никогда не видны. Но знакомец с устья Саратовки – темный.

Прежде, выходя на побережье, всегда наблюдал цепочки медвежьих следов. Теперь, в ноябре, они встречаются редко: звери вслед за рыбой (проходным лососем) ушли в верховья.

В лесу медвежьих следов еще полно. На днях прямо возле ручья, из которого беру питьевую воду, наткнулся на остатки ужина (или завтрака по графику ночной жизни медведей) и разрытую землю. За день до этого там лежали огрызки корневищ лизихитона камчатского. Это курильское растение, похожее на огромные каллы, цветки которых торчат прямо из земли.

Тятя вновь, не торопясь, одевается в белое. К середине ноября деревья совершенно оголились, только хвойные по-прежнему зеленеют вокруг. Ночами сквозь ветви просвечивают звезды, как елочные игрушки. Не пытаюсь превзойти природу, украшаю свою дворовую ель чем придется: к стволу прикрепил циферблат найденных на отливе часов – стрелки замерли, показывая тринадцать с половиной минут пятого. На ветвях повисли разномастные кухтыли, в том числе серый, обросший ракушками, – его привез старший госинспектор Дима Соков из рейда к Тятинке.

В этом рейде нарушителей мы не встретили. Да и вообще никого, кроме орланов, крохалей, бакланов и, конечно, чаек. Забавная птица – баклан. Как-то я пытался представить себе букву зю и, увидев эту птицу, сидящую на камне, сразу понял, что это она и есть.

Река в устье прилично обмелела, но рыбы было не видно. Зато в верховьях кета скакала вовсю. Дима



У одного вида актинидии (*Actinidia kolomikta*) ягоды более круглые и крупные (вверху), у другого (*A. arguta*) – более мелкие и вытянутые (в центре). Для последнего характерна пестролистность: когда цветет, кончики листочков белеют, когда плодоносит – стыдливо краснеют. Фото Е. Линник и Ю. Сундукова

Тюлень Стейнегера, или антур (*Phoca vitulina stejnegeri*), – редкий подвид обыкновенного тюленя. Встречается возле Курильских островов и по восточному побережью Камчатки. Береговые лежбища, как правило, немногочисленные (до нескольких десятков особей), располагаются на мелких островках и в защищенных скалами бухтах. Детеныши появляются на берегу в конце апреля – начале мая. *Филатовское лежбище о. Кунашир. Фото Е. Козловского*



Так выглядит тюлень в воде, если смотреть с берега



вернулся позже и привез груду любопытных вещей: японскую бутылку с новым клеймом, осколок тарелки с изображением Фудзиямы и журавлей, медвежью челюсть и тот самый кухтыль. Из всего перечисленного я видел на берегу лишь кухтыль, но с собой унес только его фотографию – оригинал был много тяжелее. Видимо, для человека с зоркими глазами ассортимент «ОТЛИВТОРГа» не ограничен.

Через пару дней практически в той же компании, но с ботаником



Клен японский (*Acer japonicum*) произрастает в РФ только на Кунашире, где встречается исключительно на территории заповедника в количестве не более 50 штук.
Фото Ю. Сундукова

«Новогоднюю» ель на кордоне обвивает древовидная лиана – гортензия черешчатая (*Hydrangea petiolaris*)



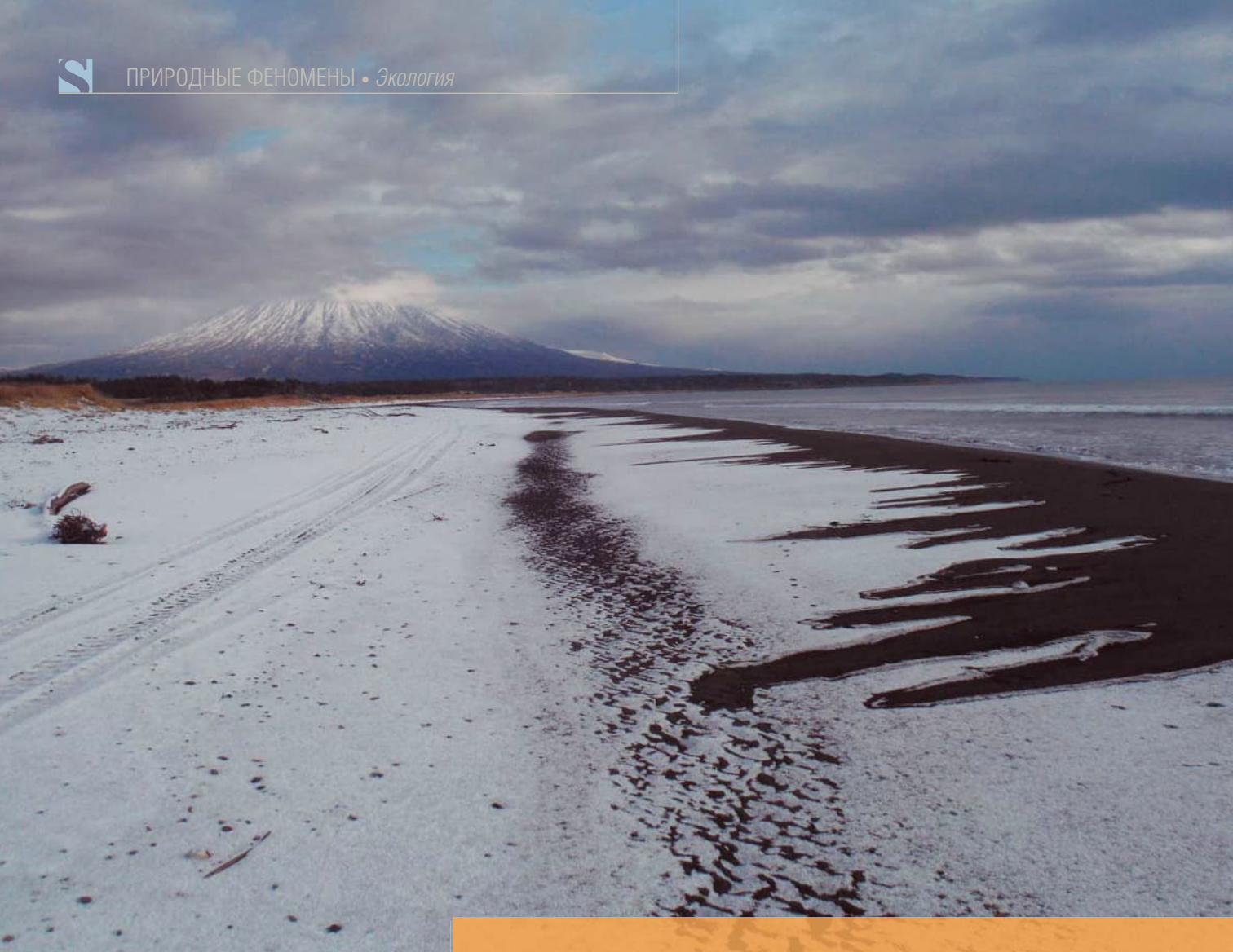
Леной Линник и водителем Сашей Яковлевым мы прокладываем возле кордона фенологический маршрут. Все фазы жизни растительности заповедника – от завязи листочков до оголения веток – попадают в фенологический отчет, а затем в статистику «Летописи природы заповедника».

На Кунашире имеется несколько феномаршрутов, но все они были проложены в южной части острова. Теперь можно будет проследить разницу в жизни флоры юга и севера Кунашира. Правда, непосредственно заниматься этим уже не время – сезон закончился.

Целый день ходили и приветственно пожимали лапки-листочки растениям. Большинство было мне

Вскрытостенка гортензиевидная (*Schizophragma hydrangeoides*) – листопадная деревянистая лиана длиной до 10 м, поднимающаяся по деревьям с помощью воздушных корней. Единственный представитель этого рода, произрастающий в России.
Фото Е. Линник





незнакомо, и Лена представляла нас друг другу. Весной пообщаемся!

Основная часть видов растений, которые мы видели, – фоновые, произрастающие во множестве, но были и редкие. Выяснилось, например, что «новогоднюю» ель, по которой я лазал изо дня в день, обвивает гортензия черешчатая – «краснокнижная» лиана. А неподалеку расположились несколько ее собратьев (или сосестр?).

Многие здешние растения хотя и выглядят знакомо, представляют собой местные разновидности: ели иезские, березы каменные и даже подорожник не обыкновенный, а камчатский да лапландский (по каким дорогам его сюда занесли?).



С Леной и Сашей Яковлевым мне уже довелось ходить на феномаршрут на юге – в кальдере вулкана Головнина и оттуда к берегу Охотского моря. Шли как на праздник: с задорными криками и гудением дудки (знакомой футбольным болельщикам) – чтобы предупредить медведей, если вдруг они окажутся поблизости, о нашем приближении. На кордоне «Саратовский» эта схема дала сбой: поскольку прогноз обещал дождь с подъемом уровня воды, то финальную часть маршрута отправились доделывать спозаранку. Кричать не понадобилось – лесных обитателей отпугивали громкие зевки. Фенологический маршрут пройден. К сожалению, актинидию так и не нашли...

Не зря мне говорили, что здесь так не бывает, чтоб снег лег и остался до весны. Нет, он десять раз еще растает, размокнет под дождем, смешается с грязью...

Так и происходит. По первому снегу 21 ноября сходил до Тятинки. Медвежьи следы вновь появились на берегу – некрупный мишка, похоже трехлетка. На обратном пути нашел старый металлический кухтыль и насобирал веревок в «ОТЛИВТОРге» – пригодятся.

На выходные пришлось полнолуние, заснеженная поляна отражала свет, будто бы на Кунашире наступили белые ночи. К концу ноября небо прояснилось, стали видны системы созвездий во всей полноте. Ясные ночи теперь выдавались изредка, небо было затянуто тучами и туманом. Усиливались ветры: в ненастный день деревья будто плясали вокруг, размахивая ветвями.

До 7 декабря снегопад стабильно сменялся потеплением каждую неделю. То и дело сыпал так называемый ливневый снег, по сути – замерзший дождь, ледяная крупка, как крошенный пенопласт. Если находишься в доме, а крупка падает на крышу и летит в окна, то звук такой, словно по второму этажу с топотом носятся стаи мышей.

Ко второй декабрьской неделе погода, кажется, закрепилась на зимних позициях: намело сантиметров на двадцать, траву целиком скрыло, и только верхушки бамбучника непокорно торчат из-под снега.

Количество хозработ предельно сократилось – все замело. Еще и бензопила сломалась. Чищу снег, колю дрова, убираюсь в доме. Для разнообразия можно разве что порядок действий менять: дрова – дом – снег; дом – снег – дрова. В окрестностях снег улегся плотно, но в наст еще не превратился – хожу, проваливаюсь. В такую погоду в обход не пойдешь, не разгуляешься...

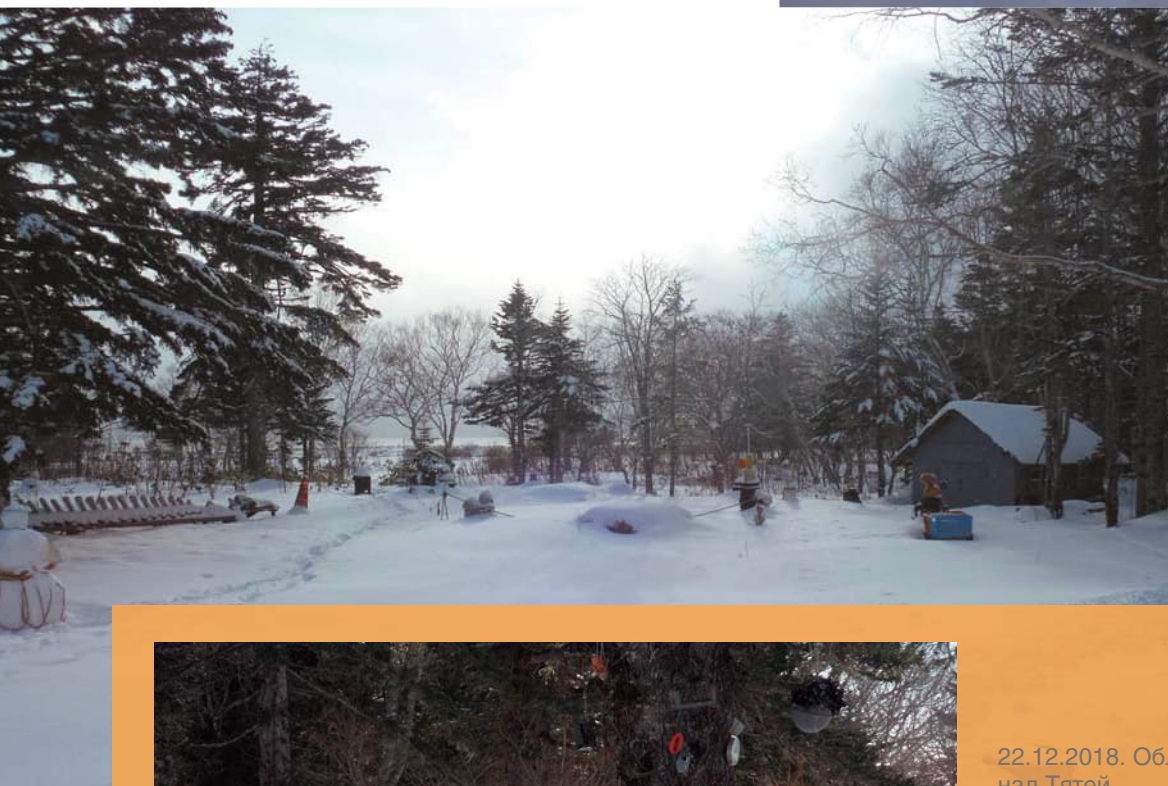
Вечерами жду токования филина, но пока молчит почему-то. С началом токования отправлюсь слушать



Здесь прошел соболь.
Слева – следы некрупного
медведя

выше по течению реки – сохранилась ли тамошняя пара? Собачьего лая тоже больше не слышал. И лисы не тьякают. Тишина...

Здесь всегда хорошая слышимость – можно различить приближение квадроцикла за километр. Если на кордоне есть люди и вдруг раздается гул, все замирают, прислушиваются: самолет? Самолеты здесь самые частые гости. Еще иногда тишину нарушает стук движка шхуны, доносящийся с океана. В сравнении с судами и авиацией квадроцикл – редкий зверь, появляется



22.12.2018. Облака, как дым, над Тятей

раз в неделю или реже. Впрочем, для колесной техники уже не сезон, приходит пора снегоходов. Но пока ни один не добрался. Да и вообще с 5 декабря по 4 января ни одного человека я не видел.

Облака над Тятей нависли, как дым. Снег на берегу подтаял, но сойти не успел. К ночи подморозило,



и в последние дни перед Новым годом начались снегопады с сильнейшим ветром.

Под порывами ветров дом гудел и поскрипывал. Снега намело выше 30 см. Утром тропинки почистил, днем – будто бы и не брался за лопату. Порадовался, что повалил сухие деревья на территории кордона, иначе неизвестно, куда бы повалило их ветром. А в печную трубу задувало так, что дымом обдавало лицо при растопке. Все, что не было прибито-привинчено, со двора улетело.

В последний день уходящего года отняли немало времени генеральная уборка, праздничный стол и растопка бани, но на отлив сходить успел. Вернувшись, наблюдал, как лис грызет сухарь: зажимает его лапами перпендикулярно земле и кладет голову на снег, чтобы хлеб попал на клыки. Разгрызает с хрустом. Лис некрупный, видимо молодой. А взрослой лисе, по-видимому, кто-то на днях ободрал хвост, или она заболела чумкой: теперь похожа на бобтейла. Позже я найду ее под домом уже мертвой.



1 января день был ясный и даже солнечный, с плюсовой температурой. Заснеженные пейзажи на берегу радовали глаз. Фотоаппарат я, конечно, забыл взять. Реку затащило льдом. В ста метрах выше по течению на дереве сидел белохвостый орлан, а на следующий день на том же дереве – белоплечий.

В ночь подморозило до минус десяти, и в дом полезли мыши. Махонькая мышь пролезает в полусантиметровую щель – если бы своими глазами не видел, не поверил бы. Я притащил в дом Рыжего, он залез ко мне на спальник и уснул как ни в чем не бывало. Ночью просыпаюсь от шороха (Рыжий спит), толкаю кота – иди, мол, работай! Кот, не торопясь, спрыгнул... Мышь затаилась. Кот обратно на спальник. Через час я снова просыпаюсь – мышь шуршит, а Рыжий спит! Снова толкаю кота, он начинает гонять мышь по комнате... и в итоге поймал ее я! Спрашивается, зачем нужен кот?

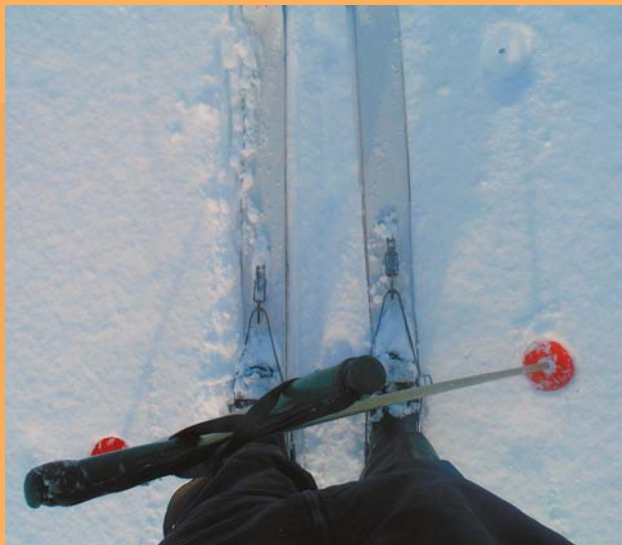


В новогоднем меню доминировала картошка: жареная с тушенкой (отличающаяся от будничной количеством последней), чебуреки с картошкой и пирожные «Картошка»





Зимние каменные березы



4 января приехал Саша Микава с военными на двух ГТ-Т (гусеничный транспортер-тягач) – первые люди за месяц. Любопытно, сколько пройдет времени до следующего визита? Погода вносит свои коррективы: наст еще не встал, лед на реке не окреп, снег местами рыхлый, но на лыжах уже нормально, ну и на ГТ-Т. Из научного отдела по радиации сообщили, что фенологический подсеzon «Глубокая зима» до сих пор не начался. В последние годы на Кунашире январь – все еще предзимье.

В феврале станет гораздо красивее. Впрочем, каждый месяц, впервые прожитый на Кунашире, будет отличен по-своему.

Сейчас, показывая друзьям фотографии, сделанные за время работы в заповеднике, я перечисляю «обыкновенным» голосом: вот это осьминог, выброшенный морем; это медведь ест гречиху сахалинскую; вот японские горы в дымке за проливом; вот горбуша бурлит в нерестовом ручье... Будни, в общем!

Но когда я говорю про Курилы, то называю их «концентрированной Россией», ведь все, что на Большой земле можно найти на расстоянии тысяч километров друг от друга, поразительно сконцентрировалось на нескольких «кочках» посреди океана. И на каждом острове своя жизнь, похожая и в то же время совершенно непохожая на жизнь соотечественников на материке. За три года можно исходить остров, на котором обитаешь, вдоль и поперек, но, чтобы рассказать о нем, книги не хватит, не то что дневника.

...За первой зимой пришла вторая и третья, а также весна, и лето, и осень, и новые впечатления, и новые истории. Спустя три года новизна восприятия немного поблекла, но, комментируя кунаширские фото словом «будни», я, конечно, лукавлю: это время забыть невозможно.



Литература

Баркалов В.Ю. *Флора Курильских островов*. Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.

Зиновьев Н. *Рыбный филин: важная птица* // *National Geographic Россия*. 15 апреля 2014. URL: <https://nat-geo.ru/nature/rybnuyu-filin-vazhnaya-ptitsa/>

Метелица Д.А. *ЗМУ на Курилах, или зимний танец госинспектора* // *Наука и жизнь*. 14 марта 2021. URL: https://www.nkj.ru/special/mir/40990/?sphrase_id=4835007.

Растительный и животный мир Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2002. 150 с.

ПОДПИСКА

На сайте журнала «НАУКА из первых рук» www.scfh.ru Вы можете:

● **Оформить подписку на печатную версию журнала**

3 номера печатной версии журнала, первое полугодие 2021 г. – 1110 руб. второе полугодие 2021 г. – 1110 руб.

В стоимость подписки включена доставка журнала заказной бандеролью.

Оригиналы бухгалтерских документов для юридических лиц (договор, счет-фактура и накладная) будут высланы Вам почтой

● **Купить отдельные выпуски печатной версии журнала «НАУКА из первых рук»**

Печатные выпуски журнала доставляются по почте

● **Способы оплаты**

Электронные платежи: через систему приема платежей Робокасса (банковскими картами, с помощью сервисов мобильной коммерции – МТС, Мегафон, Билайн, через интернет-банк ведущих банков РФ, через банкоматы и т. д.)

С помощью квитанции: после оформления заказа Вам будет выслана квитанция ПД-4 для оплаты заказа в ближайшем отделении Вашего Банка

По адресу <https://scfh.ru/en/> Вы можете получить бесплатный электронный доступ к англоязычной версии журнала SCIENCE First Hand

● **По всем вопросам обращаться:**

Тел.: 8 (383) 238-37-20
Факс: 8 (383) 238-37-20
e-mail: zakaz@info-press.ru

● **Платежные реквизиты:**

ООО «ИНФОЛИО»
ИНН 5408148073, КПП 540801001
Р/счет 407 02 810 523 120 001 110
в Филиале «Новосибирский»
АО «АЛЬФА-БАНК»,
г. Новосибирск
Кор/счет 30101810600000000774
БИК 045004774

● **Оформить подписку на электронную версию журнала (PDF)**

3 номера электронной версии журнала (PDF), первое полугодие 2021 г. – 350 руб. второе полугодие 2021 г. – 350 руб.

6 номеров электронной версии журнала (PDF), 2021 г. – 700 руб.

Оплаченный номер электронной версии журнала (PDF) Вы получаете сразу после выхода очередного номера на указанный Вами адрес электронной почты

● **Купить отдельные выпуски электронной версии журнала «НАУКА из первых рук» (PDF)**

● **Получить электронный доступ**

к статье за 50 руб.,
ко всем статьям на сайте журнала:
на 1 мес. за 1000 руб.

При покупке электронного доступа Вы получаете возможность читать статьи сразу после успешной оплаты

Стоимость подписки печатной версии журнала на 2021 г. – 2220 руб. (6 номеров)

● **Подписаться на электронную версию и купить отдельные номера журнала Вы можете также:**

ЛитРес: www.litres.ru

Научная электронная библиотека:
www.e-library.ru

Пресса.ру: www.pressa.ru

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-
информационный
журнал

www.sci-ru.org

№ 10, 11, 12 2021



Невидимая Вселенная

Несоответствие между теорией и экспериментом, когда речь идет о мюонах, указывает на возможность существования новых частиц и сил природы.

Снять заклятие с Венеры

Три новые космические миссии возобновят исследования, главная цель которых — обнаружить, как и почему Венера стала «злым близнецом» Земли.

Почему животные играют

Резвясь, животные совершенствуют физическую форму и когнитивные способности, развивая навыки, необходимые для выживания и размножения.



www.scfh.ru



Прибрежные воды Южных Курил богаты морским зверем. На фото, сделанном недалеко от о. Близкий, видны светлые головы тюленей, относящихся к виду ларга, или пестрая нерпа. Животные с более темной окраской – это антуры, или тюлени Стейнегера, редкий подвид обыкновенного тюленя, включенный в Красную книгу РФ. Фото Д. Метелицы

ISSN 18-10-3960



771810396003 92