

# Сибирский САД КАМНЕЙ



ДУДКО Роман Юрьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории филогении и фауногенеза Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор 47 научных работ



ЛЮБЕЧАНСКИЙ Илья Игоревич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии насекомых Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор 73 научных работ



ДУБАТОЛОВ Владимир Викторович – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории филогении и фауногенеза Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор 280 научных работ



МАРУСИК Юрий Михайлович – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биоценологии Института биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан). Автор и соавтор 310 научных работ

**Ключевые слова:** петрофилы, литобионты, Южная Сибирь, эндемизм, реликты, морфологические адаптации.  
**Key words:** petrophilous animals, lithobionts, South Siberia, endemism, relics, morphological adaptations

Ученым и любителям природы хорошо известны уникальные природные сообщества пещер, тропических островов и океанических гидротермальных источников. Биологическое разнообразие таких местообитаний часто поражает даже искушенных специалистов, причем многие их жители являются эндемиками, то есть нигде в мире более не встречаются. Но мало кто знает, что на обширных территориях Сибири и Дальнего Востока встречаются не менее удивительные и своеобразные ландшафты. Там, в необычных природных условиях – в вечной темноте и сырости холодных подземных полостей и на раскаленной солнцем поверхности камней, обитает целый мир неприметных и необычных существ, в исследовании которого биологи делают лишь первые шаги

Это безымянное ледниковое озеро в высокогорьях хребта Ергак-Таргак-Тайга (Саяны, Северная Тува), окружено каменными россыпями. Добраться до него можно только на вертолете или многодневным пешим переходом



**Ж**ивотный мир планеты на сегодняшний день достаточно хорошо изучен, однако до сих пор зоологи ежегодно описывают тысячи новых видов. Конечно, большинство из этих организмов – мелкие и невзрачные, к тому же обитают они обычно в далеких тропических лесах или глубинах океана.

Так что открытие нового вида само по себе – не сенсация. Но совсем другое дело, когда новый вид удается обнаружить не в экзотических труднодоступных ландшафтах, а в прямом смысле буквально «под ногами» – там, где уже перебивало немало народу, включая туристов.



### КАК «РАСТУТ» КУРУМЫ?

Формирование каменных осыпей – результат геологического процесса выветривания. Первый фактор, способствующий образованию осыпей, – перепады температуры. Нагреваясь, разные участки каменной толщи расширяются неравномерно, в результате в них образуются трещины, сначала не шире волоса, а потом все более зияющие. Второй разрушительный фактор – влага. В холодную погоду вода, затекающая в трещины, замерзает. Расширяясь, лед действует как клин, и щели в камне начинают расти быстрее. Действие обоих факторов усиливает ветер: он увеличивает перепад температур и с силой вбивает в трещины капли дождя и снежный порошок.

В конечном счете, скалы распадаются на камни разного размера, от гравия до глыб размером с дом, формируя на склонах осыпи. При этом более крупные камни скатываются по склону дальше, образуя так называемые «языки». Образованию каменных развалов способствует и вечная мерзлота: камни, лежащие у поверхности, выталкиваются вверх подобно грибам.

Даже оторвавшись от материнской скалы, камни на осыпях не успокаиваются. Процессы эрозии продолжают, и «каменные реки» медленно текут вниз под действием силы тяжести. Курумы подвижны, обломки в местах касания с соседями крошатся, образуя мелкозем, постепенно заполняющий внутренние полости каменного языка. Большие и малые землетрясения, просадки грунта, нередкие в горах, также тревожат курумы, придавая камням новое положение

Именно такими удивительными местообитаниями оказались каменные россыпи в горах, которые в Сибири называют *курумами*. Каждый год зоологи обнаруживают здесь новые виды жуков, пауков и даже бабочек, ближайшие родственники которых иногда живут на удалении тысяч километров!

Площадь каменных россыпей увеличивается с усилением континентальности климата, т. е. с ростом суточных и сезонных перепадов температуры и влажности. Поэтому в европейских горах они обычно расположены локально, а в Сибири занимают уже тысячи квадратных километров, формируя «каменные реки», иссякающие в таежном или степном поясе. На северо-востоке Азии и в центрально-азиатских высокогорьях они образуют уже настоящие «каменные моря», а в тундровой зоне встречаются на равнине вплоть до морского побережья.

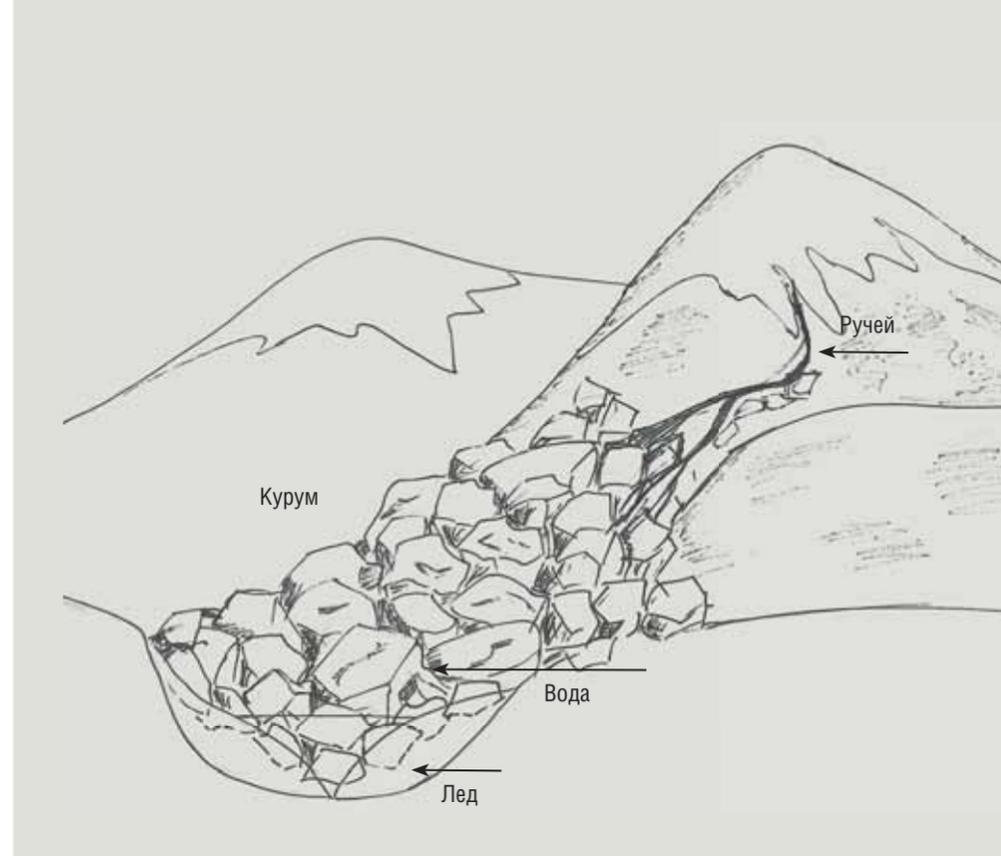
◀ Хребет Листвяга находится неподалеку от знаменитого Катунского хребта, главной вершиной которого является высочайшая гора азиатской России – Белуха (4506 м). Гребень хребта сильно разрушен и богат каменными россыпями.  
*Центральный Алтай, Казахстан*

Животное население таких «каменных рек» изучать непросто. Вручную можно собрать лишь малую часть беспозвоночных, ведь далеко не всякую глыбу можно перевернуть руками, а тяжелую технику в высокогорья не завезти. Обитатели россыпей редко попадают в ловушки, поскольку почти не выходят на поверхность и обладают развитым осязанием. К этому нужно добавить короткий период сезонной активности животных, а также труднодоступность некоторых высокогорий, куда можно добраться лишь пешком, с тяжелым рюкзаком за спиной. Поэтому неслучайно, что первые научные работы о специализированных обитателях каменных россыпей начали появляться лишь в 1980-е гг.

### Пещера «наизнанку»

В чем состоит специфика природных условий каменной россыпи по сравнению с ближайшим горным склоном? Основных отличий три: высокая влажность, холод и темнота. Подобные условия характерны и для другого типа «скрытых» местообитаний – пещер. Можно даже сказать, что каменная россыпь – это пещера, «вывернутая наизнанку». Однако наряду со сходством между ними имеются и существенные различия.

Папоротники из рода костенец (*Asplenium*) – постоянные, хотя и нечасто встречающиеся, обитатели влажных затененных поверхностей скал



Влажные курумы – каменные россыпи с текущей водой – особенно привлекательны для многих петрофильных беспозвоночных.  
*Рис. Л. Залиш (ИГА СО РАН, Новосибирск)*





### ЛИШАЙНИКИ-ПИОНЕРЫ

Первыми из растений на поверхности курумов поселяются лишайники – удивительные симбиотические организмы, «составленные» из грибов и водорослей. Их слоевища (тела) растут чрезвычайно медленно, прибавляя в диаметре считанные миллиметры за годы. Тем не менее во влажных местообитаниях старые, слабо движущиеся курумы бывают полностью покрыты коркой лишайников.

Выделяемые лишайниками кислоты разрушают поверхность камня, а слоевища отмирают, способствуя накоплению мертвого органического вещества (детрита). Таким образом в мелкозем, заполняющий постепенно тело курума, добавляется плодородный компонент.

Высшие растения, однако, не спешат заселять курумы. Хотя под слоем камней и формируется подобие почвы, колонизировать ее растениям чрезвычайно сложно. Во-первых, на ее поверхность попадает недостаточно света. Во-вторых, там холодно: солнце не заглядывает в глубокие щели, поэтому лед, намерзший за зиму, не тает годами. И это еще не все: на «живой» курумник с близлежащих скал постоянно скатываются новые камни, которые погребают под собой формирующиеся растительные сообщества.

Поэтому высшие растения встречаются либо на окраинах каменных россыпей (причем эта флора бывает очень специфичной), либо на «старых» россыпях, которые уже закончили свое формирование и основательно забили грунт

Подвижные каменные осыпи, стекая со склонов на плоскую поверхность долин, превращаются в россыпи. Они постепенно покрываются лишайниками (вверху), а во влажных условиях – мхами (справа). Долинные каменные россыпи на хребте Листвяга (Центральный Алтай, Казахстан) и в Большехехцирском заповеднике (Хабаровский край)

Атмосферные осадки, просачиваясь сквозь каменную толщу курумника, стекают вниз по склону: в горах часто можно слышать, как под «каменной речкой» журчит настоящий ручей. Однако до этой воды порой приходится пробиваться сквозь несколько метров глыбового слоя. Но даже при отсутствии осадков влага постоянно поступает в курум из воздуха, конденсируясь на холодных каменных поверхностях (именно так – с помощью сложенных в кучу камней и щебня – иногда добывают воду в засушливых местах).

Неудивительно, что воздух в полостях в глубинных частях курума, как в пещерах и в почве, часто имеет стопроцентную влажность. Но в курумах более заметны сезонные колебания температуры, поэтому зимой вся вода в них замерзает.

Внутренние части курума никогда не прогреваются и имеют довольно постоянную низкую температуру. В них часто имеются ледяные линзы, которые образовались из дождевых осадков и набившегося за зиму снега. Порой курумы укрывают собой, как шубой, настоящие ледники, сформировавшиеся тысячи лет назад. Вода, конденсируясь из воздуха на остывших камнях,

Для пауков, живущих на поверхности камней (пауков-волков, скакунчиков и др.), пребывание на прогреваемой солнцем осыпи позволяет намного увеличить продолжительность теплого сезона. Они могут сохранять подвижность даже при отрицательных температурах, неспроста большинство этих пауков окрашено в темные «светопоглощающие» цвета. Поэтому ареалы этих обитателей курумов продвинуты дальше к северу и выше к вершинам, чем у их ближайших непетрофильных родственников. *Справа – паук-бокоход (семейство Thomisidae) с прекрасной маскирующей окраской*



стекает в глубину, постоянно питая тело ледника. В Европе наличие вечной мерзлоты характерно только для некоторых осыпей, а на северо-востоке Азии – для всех без исключения.

Как «аккумуляторы холода» особенно эффективны крупные глыбы, их наличие – обязательное условие существования значительных ледяных массивов под осыпями. Вместе с тем поверхность крупных камней, лежащих на поверхности, – один из самых «горячих» элементов горного ландшафта: она ощутимо нагрева-

ется даже зимой, а в жаркий летний день раскаляется до 50–60 °С! В результате на расстоянии в какой-нибудь метр, – от поверхности курума до его внутренних полостей, – формируется чрезвычайно крутой градиент температуры.

Внутри курумника камни лежат неплотно, образуя замкнутые полости-пустоты, соединяющиеся между собой сетью больших и малых переходов, куда никогда не попадает солнечный свет. Размер некоторых коридоров достаточен для передвижения небольших



Ногохвостки, или коллемболы, – мелкие почвенные членистоногие, ранее причисляемые к насекомым, в длину редко превышают 1 мм. При этом плотность их скоплений иногда бывает поистине впечатляющей, достигая сотен тысяч и более особей на кв. метр (вверху). В ротовом аппарате хищного жука-жужелицы *Leistus kryzhanovskii*, специализирующегося на ловле коллембол, имеются ряды направленных ко рту щетинок-шипов, которые не дают вырваться подвижной жертве (внизу слева)

Пищухи, называемые также сеноставками, в теплое время года сушат небольшие стожки растений на прогреваемых камнях курумов и используют их в качестве зимнего провианта

млекопитающих, таких как пищухи и даже лисы, по другим же едва ли протиснется и мелкий жучок.

Множество мелких обитателей курумов проводят в этом «беспросветном» холодном лабиринте всю жизнь, почти никогда не выбираясь на поверхность. И все же в такой жизни есть определенные преимущества. Например, в россыпях не живут землеройки – суперактивные мелкие хищные млекопитающие, а также холоднокровные амфибии и рептилии. Поэтому беспозвоночные обитатели курумов избавлены от пресса хищников, которые не могут охотиться при низких температурах. Мало там и паразитических насекомых и микроорганизмов, угнетающих популяции напочвенных животных в более удобных для жизни местообитаниях. Возможно, именно поэтому в бедных и холодных, но при этом безопасных местообитаниях сохранились такие древние насекомые, как тараканосверчки.

### Кто в тереме живет?

Удивительно, но при всей суровости природных условий видовое богатство курумов весьма велико. Множество укрытий между большими и малыми камнями привлекает самых разнообразных животных, а резкий градиент температуры и влажности позволяет существовать по соседству видам с самыми разными экологическими предпочтениями.

◀ На каменистых берегах горных рек обитают виды, приспособленные к резким колебаниям уровня воды. Например, этот жук-жужелица *Nebria banksii* может провести под водой несколько часов



Особые условия среды курумов, характеризующиеся резким градиентом температуры и влажности, позволяют соседствовать видам с самыми разными экологическими предпочтениями. Крупные темные пауки-волки рода *Acantholycosa*, предпочитающие прогреваемые поверхности камней, активны днем, а реликтовый тараканосверчок *Grylloblattella pravdini* способен долгое время передвигаться по снегу. Самки бабочки-пяденицы из рода *Autotrichia* (внизу), обитающие исключительно на россыпях, имеют укороченные крылья и не способны к полету, подобно некоторым островным видам насекомых



Тараканосверчок

**Живые организмы, обитающие в каменных местообитаниях, называют ПЕТРОФИЛАМИ; тех же из них, которые не встречаются нигде, кроме каменных местообитаний, – ОБЛИГАТНЫМИ ПЕТРОФИЛАМИ или ЛИТОБИОНТАМИ**

Пищевые цепи в экосистеме курумника устроены преимущественно по детритному типу. Органические остатки – крошки слоевищ лишайников, заносимые ветром и водой тела насекомых, кусочки растений, экскременты мелких млекопитающих и птиц, попадают в щели между камнями, где служат питательным субстратом для бактерий и микроскопических грибов. Последние, в свою очередь, служат пищей мелким членистоногим – микроскопическим клещам и ногохвосткам. Этот «наземный планктон» поедается множеством



Паук-волк



более крупных хищных беспозвоночных – пауками, многоножками, муравьями и жуками.

Среди жуков имеется много петрофилов. На осыпях и в россыпях Алтае-Саянской горной системы значительным видовым богатством и высокой численностью отличаются жуки-жужелицы, причем некоторые представители родов *Nebria*, *Leistus* и др. являются исключительно литобионтами.

Среди прочих насекомых-литобионтов нужно отметить тараканосверчков – небольшой, но очень своеобразный примитивный отряд, известный с каменноугольного периода и процветавший в период от 300 до 200 млн лет назад. Большая часть тараканосверчков вымерла – до наших дней сохранилось единственное семейство (*Grylloblattidae*) с несколькими десятками видов (Стороженко, 1998). В Южной Сибири эти древние насекомые встречаются исключительно в каменных россыпях.

Известны и несколько родов бабочек, неотъемлемо связанные с каменными местообитаниями, например, медведицы (*Holarctia*) и пяденицы (*Autotrichia*). Гусеницы некоторых петрофильных бабочек питаются слоевищами лишайников.

Пауки, обитатели курумников, бывают очень подвижны и обычно встречаются на сухих и самых прогреваемых поверхностях. В нижних горизонтах курумов, где температура не поднимается выше +7°C, обитают холодоустойчивые арктические виды пауков.

Бродячие пауки-волки (семейство *Lycosidae*), активные днем, стремительно бросаются из темных щелей на залетевших на курумники насекомых, которых привлекли нагретые поверхности каменных глыб.

Окраска этой бабочки-пяденицы *Psodos sajana* позволяет ей хорошо маскироваться на поверхности камней, покрытых лишайниками

Пауки других семейств устраивают ловчие сети между камнями или селятся в «кустиках» лишайников.

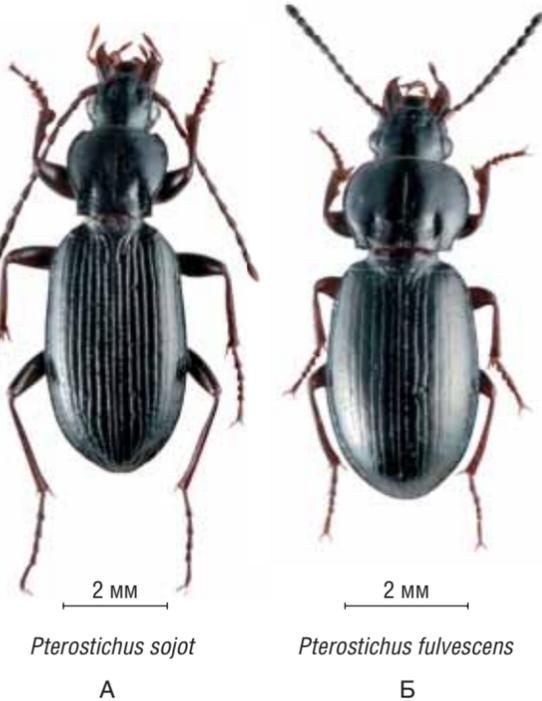
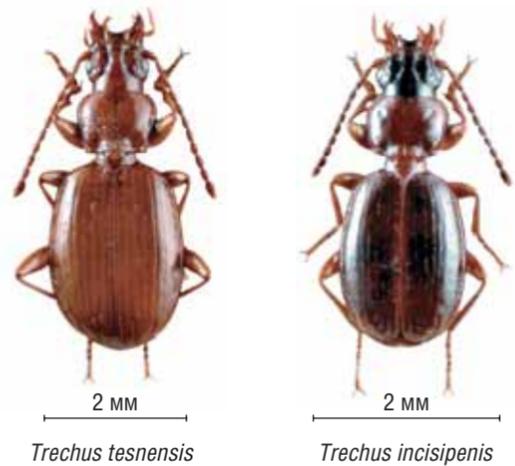
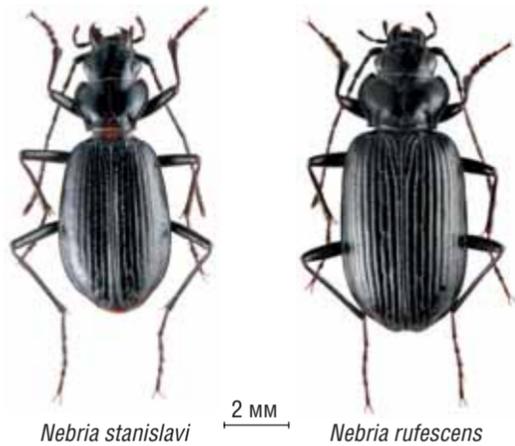
Обитают в курумах и млекопитающие: в высокогорьях в россыпях обычны снежные полевки и пищухи. Эти мелкие зверьки в россыпях находят только убежище, но не пищу: обычно они собирают растения поодаль, на поросших растительностью склонах.

### Длинные ноги и тонкая талия

Удивительно, но многие обитатели «каменных островов», несмотря на неродственное происхождение и пространственную удаленность их местообитаний, обладают поразительным сходством своей морфологии и физиологии.

Например, благодаря низким температурам, царящим в глубине каменных осыпей практически круглый год, все их жители прошли жесткий отбор на холодостойкость. При этом большинство «глубинных» петрофилов неспособно переносить сколько-нибудь длительное нагревание.

Образ жизни накладывает отчетливый отпечаток и на внешность многих обитающих в курумах беспозвоночных. Живущие в глубине курумов жуки, многоножки и прямокрылообразные насекомые обычно характеризуются длинными конечностями (ногами, усиками и т. д.). У типичных жителей подземных пустот имеется также весьма развитый набор специфических органов



Многомерный статистический анализ морфологических характеристик представителей различных видов жуков рода *Nebria* позволил выявить основные морфологические адаптации к жизни в каменистых местообитаниях. Эти характерные черты приспособления к жизни в курумах хорошо выражены у жужелицы *Nebria lyubchanskii*: уменьшенные глаза, уплощенное стройное тело с узкой перетяжкой между переднегрудью и среднегрудью, длинные ноги и усики, буроватая окраска покровов (справа)

осозания – щетинок, выполняющие у насекомых ту же функцию, что и «усы»-вибриссы у кошки. Причем чем глубже в каменной россыпи живут эти существа, тем их конечности и щетинки тоньше и длиннее – этим они напоминают жителей пещер.

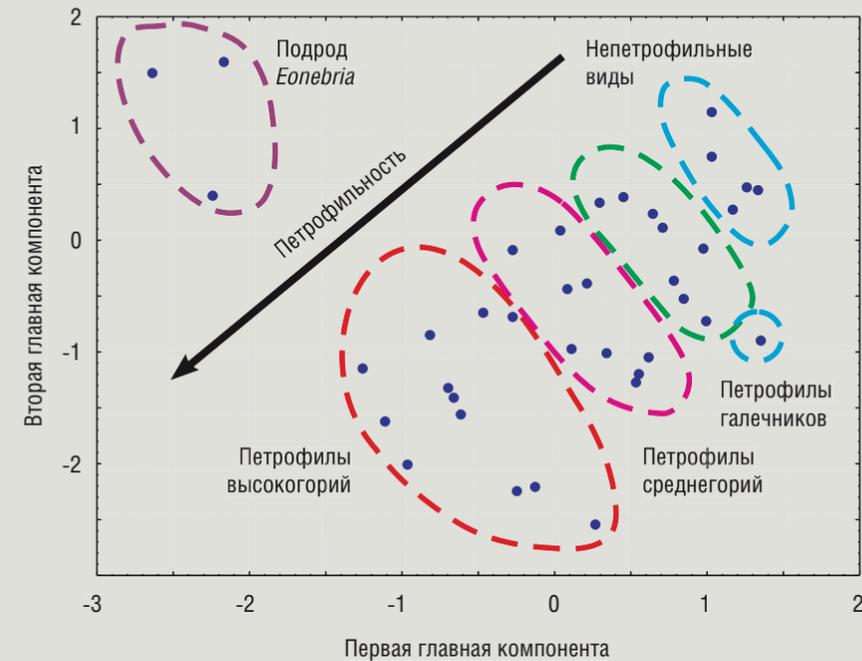
Еще одно отличие литобионтов, проводящих свою жизнь в полостях и узких проходах между камнями – уплощенное тело. Для таких жуков характерны округленные «плечи» и узкая «талия» – перетяжка между передне- и среднегрудью, которая позволяет особи изгибать тело в одной или двух плоскостях.

Жители курумов относительно недавно перешли к существованию в темноте, к тому же небольшое количество света все же проникает в верхние части каменных осыпей. Поэтому хотя настоящие обитатели пещер, никогда не выходящие на поверхность, обычно вовсе лишены зрения, большинство обитателей россыпей имеют глаза, хотя и более «мелкие» по сравнению со своими ближайшими родственниками.

Широко известно, что яркое освещение способствует формированию темных покровов тела, поэтому жители пещер часто вовсе не имеют пигментов в коже, напоминая цветом проросшие в подвале картофельные ростки. Литобионты в этом смысле занимают промежуточное положение – их окраска, как правило, немного светлее, чем у «собратьев», живущих на открытой поверхности.

Одно из следствий подкаменного образа жизни – уменьшение подвижности насекомых. Как правило, под крепкими надкрыльями у петрофильных жуков отсутствуют крылья, так же как и у тараканосверчков. Причин этому несколько. Вспомним энтомофауну океанических островов, где погибает большинство обладателей крыльев, которых ветер уносит в океан. Курумы в горах, как и острова, также окружены непригодными для жизни петрофилов областями – ледяными пусты-

Образ жизни накладывает отчетливый отпечаток на внешность многих обитающих в курумах беспозвоночных, что хорошо видно при сравнении петрофильных жужелиц (А) с родственными им непетрофильными видами (Б). У петрофилов более длинные конечности, округленные «плечи» и тонкая «талия»



### ОТ ЖУЖЕЛИЦЫ ДО... ТАКСЫ

Для изучения морфологических адаптаций к жизни в курумах у всех 38 видов рода *Nebria*, обитающих в Сибири и на Дальнем Востоке России, были измерены 15 морфологических признаков и вычислено 18 индексов с понятным биологическим смыслом. Их многомерный статистический анализ показал, что в пространстве первых главных компонент экологически сходные виды объединились в относительно компактные группы. Первую группу образовали наименее специализированные виды; вторую – малоспециализированные петрофилы, свойственные галечниковым берегам рек в предгорьях и среднегорьях, а также высокогорные виды, не связанные с камнями; третью – специализированные петрофилы, обитатели каменистых берегов рек и ручьев, свойственные в основном среднегорьям; четвертую – наиболее специализированные петрофилы, обитающие в высокогорьях, обычно на каменистых россыпях, вблизи снежников. В обособленную группу попали представители специализированного подрода *Eonebria*, обитающие под глубоко сидящими в почве камнями.

Оказалось, что увеличение «петрофильности» в первую очередь связано с уплощением тела, укрупнением головы, укорочением надкрыльев, уменьшением глаз и т.д. При этом ни один из этих показателей не является универсальным, т.к. у разных видов (в том числе специализированных) проявляется лишь часть основных адаптаций. Представители *Eonebria* продемонстрировали отклонение от основного тренда: для них характерно неуплощенное тело, относительно крупные глаза, а также очень сильно удлинённые конечности и очень суженная перетяжка.

Подобный статистический анализ был проделан и для более мелких жуков группы родов *Trechini*, также богато представленной петрофильными формами. Сравнительный анализ показал, что отношение ширины головы к основанию переднеспинки не зависит от размерного класса или систематической принадлежности и отражает лишь степень экологической специализации вида. Очевидно, что для охоты в узких подземных ходах предпочтительна большая голова с сильными челюстями, опирающимися на мощную подвижную переднюю часть тела. Подобные морфологические адаптации, только вызванные искусственным отбором, имеются у таких домашних животных, как таксы

нями либо, напротив, слишком теплыми низкогорьями. К тому же поскольку обитатели курумов редко и ненадолго покидают свою каменную обитель, такие мало используемые морфологические структуры, как крыло, с течением времени дегенерируют.

### Terra incognita

С особенностями пространственного размещения и образа жизни петрофилов связан тот факт, что среди них имеется много *эндемичных*, т.е. свойственных только определенной географической местности, видов. Например, среди петрофильной энтомофауны Алтае-Саянской горной системы к эндемикам относятся более 70% видов насекомых! Уровень эндемизма особенно велик (достигая 85%) у облигатных обитателей каменистых россыпей, тогда как у родственных им видов из других местообитаний процент эндемиков меньше почти на порядок.

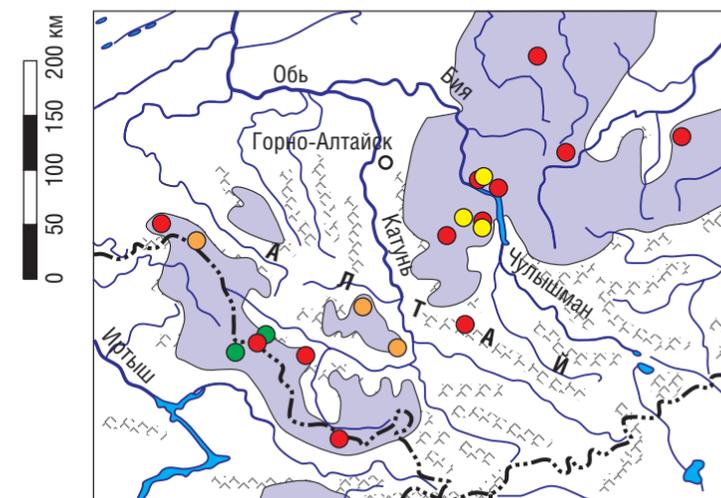
Местом обитания (*ареалом*) эндемику часто служит изолированный горный хребет, а иногда – даже отде-

льная горная вершина. Ведь бескрылые формы не могут перебраться через долины с более сухим и теплым климатом, поэтому расселяются исключительно вдоль горных склонов. Например, подвиж жужелиц *Nebria arinae zinchenkoi* (Dudko, Schilencov, 2001) обитает только на двух невысоких вершинах Западного Алтая – Сержинский и Черепановский Белок. Их местообитания исчерпываются снежниками на россыпях, расположенных на склонах этих гор, и занимают всего несколько гектаров.

Как же образовалось это видовое богатство? Причину следует искать в климатических изменениях далекого прошлого. В плейстоцене, который недаром называют «ледниковой эпохой», теплые периоды регулярно сменялись холодными ледниковыми периодами. В межледниковья холодостойкие виды изолированно обитали в высокогорных убежищах над «теплыми» долинами. При похолодании же, напротив, долинные ледники разъединяли ранее непрерывные ареалы теплолюбивых видов. В любом случае длительная географическая изоляция приводила к образованию новых видов.

- *Grylloblattella*
- *Eraphiopsis*
- *Ipelates*
- *Amerizus*
- Осадки: >800 мм/год

Места находок реликтовых родов насекомых на Алтае и Западном Саяне располагаются исключительно на территориях с большим количеством осадков (800 мм в год и более). Слева – разрушающиеся гранитные скалы на хребте Листвяга. Центральный Алтай, Казахстан

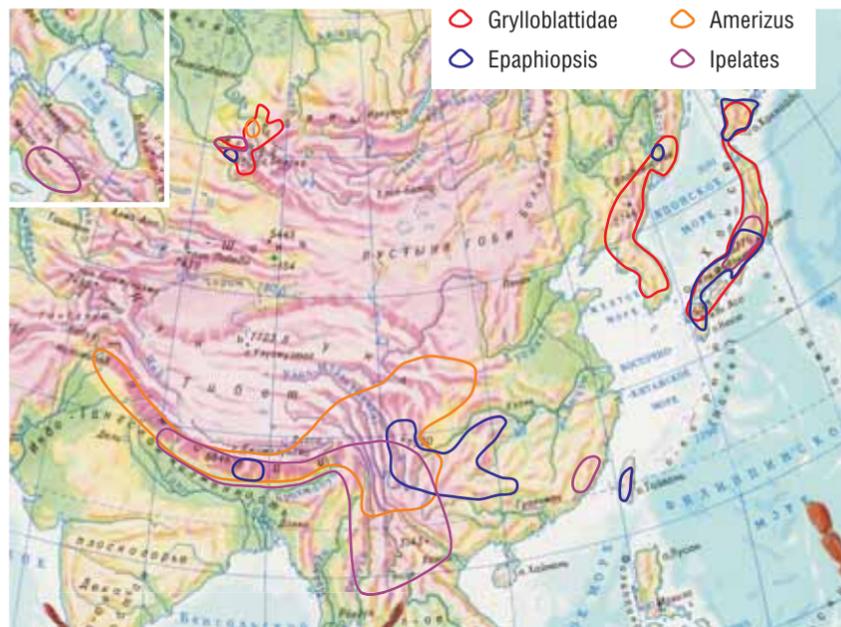


Крупная, ярко окрашенная жужелица *Pterostichus drescheri* распространена по всей Алтае-Саянской горной стране, и может служить ее своеобразной «визитной карточкой»

И сегодня многие группы петрофильных насекомых представляют собой мозаику видов и видовых групп, находящихся на разных стадиях дифференциации. Например, на Аляске группа петрофильных жужелиц рода *Nebria* обособилась от своих околородных предков около 400 тыс. лет назад, а дифференциация видов внутри этой группы проходила всего 50–15 тыс. лет назад, что подтверждается молекулярно-генетическими данными (Clarke *et al.*, 2001).

Неудивительно поэтому, что в таких крупных горных системах, как Алтае-Саянская горная страна, Кавказ и Альпы – центрах разнообразия петрофильных видов, постоянно находят неизвестные ранее виды членистоногих. Например, из известных на сегодня 120 видов облигатных петрофилов (жуков, бабочек и тараканосверчков), обитающих на Алтае и в Саянах, примерно пятая часть представляет собой новые для науки и еще не имеющие названий либо определенные предварительно виды; а еще 45 видов были описаны лишь в течение последних 25 лет.





При изменениях климата ареал некоторых видов сильно сокращается или смещается, в результате чего они могут сохраняться лишь на небольших территориях. Такие виды называют реликтами. Современные ареалы реликтовых представителей сем. тараканосверчков (*Grylloblattidae*) и субтропических родов жуков *Epaphiopsis*, *Ipelates* и *Amerizus* в Евразии представляют собой отдельные фрагменты. В Сибири и на Дальнем Востоке виды этих родов являются петрофилами – обитателями каменистых россыпей, своеобразные условия которых помогли им пережить неблагоприятные климатические условия плейстоцена



*Epaphiopsis (Epaphiama) jacobson*



*Amerizus teles*

1 мм



*Ipelates altaicus*

1 мм

### Свидетели былого

Горные системы являются не только центрами видообразования: такие специфические местообитания, как курумники, стали своего рода «островками», где сохранились *реликты* – древние, некогда широко распространенные обитатели планеты.

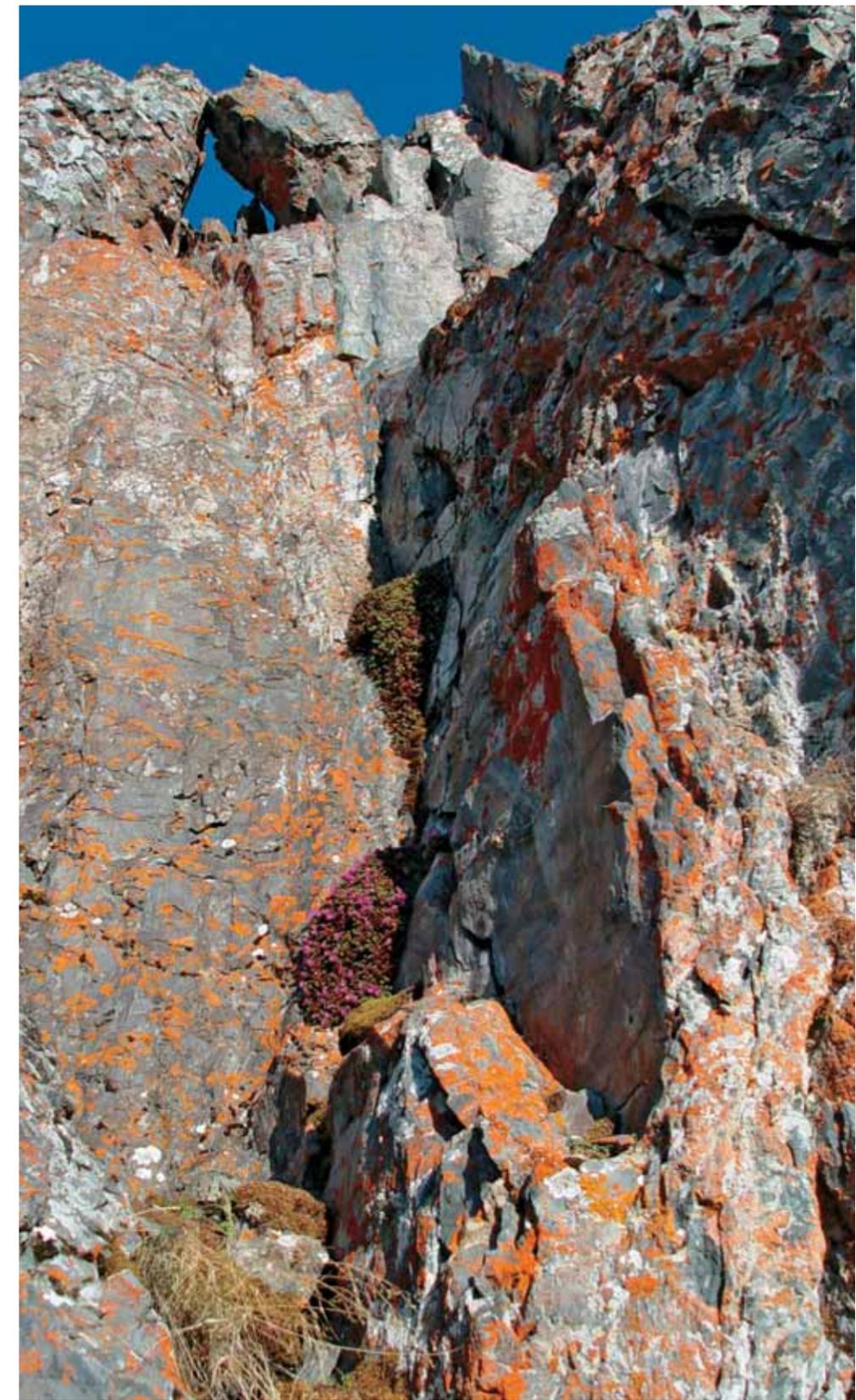
Яркий пример – уже упомянутые тараканосверчки. Современный ареал этого семейства разорван на три фрагмента, расположенных на расстоянии нескольких тысяч километров друг от друга: на Алтае, в Восточной Азии и на западе Северной Америки (Стороженко, 1998).

Похожие разрывы в ареалах имеются и у реликтовых представителей трех родов жуков – *Epaphiopsis*, *Ipelates* и *Amerizus*. Обитающие на Алтае виды этих родов являются локальными эндемиками с буквально точечными ареалами, к тому же все они обитают исключительно в подземных пустотах каменистых россыпей и обладают хорошо выраженными чертами приспособленности к этим необычным условиям.

Обнаружены эти эндемики были совсем недавно (Стороженко, 1998; Belousov, Dudko, 2010; Дудко, 2011). Так, например, первый алтайский вид тараканосверчка *Grylloblattella pravdini* был открыт только в 1984 г., а скрытноживущий жук *Ipelates altaicus* был описан в 2002 г. на основе находки одной (!) особи на Теректинском хребте (с тех пор удалось обнаружить еще только два экземпляра этого вида). Наконец, жук-жужелица *Amerizus teles* стал известен науке только в 2010 г.

Как же могли образоваться такие ограниченные и разорванные ареалы реликтов? Известно, что третичный период, характеризующийся теплым и влажным климатом, завершился 1,8 млн лет назад серией сухих и холодных ледниковых периодов. Во время оледенений почти вся тепло- и влаголюбивая фауна Сибири была уничтожена или отступила далеко на юг. Однако виды, адаптированные к обитанию в подземных пустотах в условиях относительно постоянной влажности и температуры, смогли пережить даже самое сильное оледенение.

Подушковидные формы растений-петрофитов, хорошо приспособленные к высыханию и ветрам, занимают малейшие углубления в скалах, вертикальные поверхности которых покрыты накипными лишайниками. Такие ландшафты встречаются в высокогорьях Западной Тувы





**К**аменные россыпи в горах Южной Сибири, населенные своеобразными животными, по сути являются «сухопутными островами» подобно пещерам, бессточным озерам или океаническим «черным курильщикам». Курумы как местообитания обладают уникальным сочетанием контрастных экологических условий, что способствует формированию множества параллельных морфологических и физиологических адаптаций у их обитателей. Изоляция этих «островов» наряду с климатическими колебаниями ускоряет видообразование. Поэтому каменные россыпи представляют собой удобный полигон для изучения эволюционных процессов, идущих буквально на наших глазах в ходе эксперимента, поставленного самой природой в пределах горного хребта или даже одной горной вершины.

Глубины этих серых и неприметных местообитаний хранят еще немало тайн и загадок – как и на настоящих островах, здесь находят себе убежище не только недавно образовавшиеся, еще неизвестные науке виды, но и живые свидетели минувших эпох.

Уникальность живого мира каменных осыпей делает их потенциальными объектами специальных природоохранных мероприятий, которые уже ведутся в странах Западной Европы. Ведь подобные редкие группы организмов можно чрезвычайно легко уничтожить, к примеру, начав разработку полезных ископаемых в горах; они также могут пострадать случайным образом в результате действия природных катастроф. Уничтожение же любого вида и даже одной изолированной популяции ведет к необратимой потере генетического разнообразия живого мира планеты.

#### Литература

Дудко Р.Ю. О реликтовых жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae, Agyrtidae) с алтайско-восточноазиатским дизъюнктивным ареалом // Евразийский энтомологический журнал. 2011. Т. 10. Вып. 3. С. 349–360.

Стороженко С.Ю. Систематика филогения и эволюция гриллоблаттидовых насекомых (Insecta: Grylloblattida). Владивосток: Дальнаука. 1998. 207 с.

Belousov I., Dudko R. The first record of the genus *Amerizus* Chaudoir, 1868 (Coleoptera, Carabidae, Bembidiini) from Russia. *Amerizus teles* n.sp., a high altitude species from the Altai Mountains // Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer. 2010. Bd. 106. S. 63–72.

Clarke T.E., Levin D.B., Kavanaugh D.H., Reimchen T.E. Rapid evolution in the *Nebria gregaria* group (Coleoptera: Carabidae) and the paleogeography of the Queen Charlotte Islands // Evolution. 2001. Vol. 55. No. 7. P. 1408–1418.

Dudko R. Yu., Shilenkov V.G. A review of the Palaearctic species of the subgenus *Catonebria* Shilenkov (Coleoptera, Carabidae, *Nebria*). 1. *Nebria mellyi* Gebler group // Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. 2001. T. 71. P. 63–82.

Подобные небольшие территории с благоприятными условиями обитания, по-видимому, располагались в самых влажных районах – на Западном и Северо-Восточном Алтае, т. е. именно там, где и были найдены реликты.

Есть мнение, что переход к «подземному» образу жизни имеет однонаправленный характер. Этот процесс образно называют «путем к вымиранию», поскольку такие специализированные виды теряют эволюционный потенциал и становятся тупиковыми ветвями. Однако в нашем случае только благодаря такой специализации тараканосверчки и представи-

тели «субтропических» родов жуков смогли пережить неблагоприятные условия и сохраниться до наших дней. И сейчас они являются живыми «осколками» фауны, которая процветала на Алтае миллионы лет назад.

Заметим, что все реликты имеют узкую экологическую мобильность и приурочены к строго определенным типам местообитаний, что, в сочетании с локальностью ареалов, делает их крайне уязвимыми. Смогут ли эти удивительные создания, пережившие ледниковый период, справиться с антропогенной нагрузкой, которая усиливается с каждым годом?

Каменные осыпи на вершинах влажных туманных хребтов Северо-Западного Алтая – местообитания реликтового жука *Ipelates altaicus* из маленького семейства Agyrtidae, близкого к мертвоедам. Фото Р. Дудко

В публикации использованы фото И. Любечанского (ландшафты, животные и растения в природе) и Р. Дудко (микрофотографии жуков)

Авторы благодарят к. б. н. С. В. Василенко, д. б. н. А. А. Легалова (Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск), к. б. н. И. А. Белоусова (Всероссийский институт защиты растений, Санкт-Петербург) за информацию по ряду групп петрофильных насекомых