



УДК 574.9: 591.5 (571.51)

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2019.28.21>

Закономерности распространения элатерид (Coleoptera, Elateridae) в ландшафтно-экологическом диапазоне Байкальского региона

Е. П. Бессолицына, А. С. Силаев

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

Аннотация. В результате анализа многолетних стационарных и экспедиционных материалов авторов, а также обобщения публикаций по фауне элатерид Байкальского региона зарегистрировано 92 вида из 27 родов и шести подсемейств. С учетом экологических предпочтений среди видов элатерид выделяется пять ландшафтно-экологических групп: дендроксилобионты, дендропедобионты, субксерофильные, литогидрофильные и криогидрофильные. Наиболее многочисленны первая и вторая группы: каждая из них включает более 20 видов. Это виды с достаточно широким экологическим диапазоном, своим происхождением связаны с лесными и таежными ландшафтами. Отдельные представители этих групп встречаются в почвах открытых пространств – в основном на участках, вышедших из-под леса. Впервые на широкой информационной основе представлено распространение элатерид в ландшафтно-экологическом диапазоне Байкальского региона, построена картосхема, отражающая изменение видового состава и разнообразия элатеридофауны под воздействием природных и антропогенных факторов. Главной тенденцией изменения видового разнообразия является уменьшение количества видов в градиенте нарастания аридности климата, усиления гипотермальности и антропогенного прессинга. Выявленные закономерности, позволяющие проследить изменения элатеридофауны в зонально-региональном аспекте и под воздействием антропогенных факторов, могут быть использованы для оптимизации экологического контроля в целях сохранения биоразнообразия: при выборе, с одной стороны, ключевых участков и тестовых полигонов, с другой – репрезентативных элементов биоты в качестве объектов наблюдений в различных ландшафтно-зональных условиях.

Ключевые слова: жуки-щелкуны, распространение, ландшафтно-экологический анализ, биоразнообразие, экологическая группа, картографирование.

Для цитирования: Бессолицына Е. П., Силаев А. С. Закономерности распространения элатерид (Coleoptera, Elateridae) в ландшафтно-экологическом диапазоне Байкальского региона // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2019. Т. 28. С. 21–33. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2019.28.21>

Введение

Щелкуны – одно из крупных семейств жесткокрылых. К настоящему времени в составе мировой фауны известно около 12 тыс. видов [Tarnowski, 2000], в Палеарктике обитает примерно 1 400 видов, из них на территории Российской Федерации распространено более 450 из 84 родов 8 подсемейств. Ареал представителей сем. Elateridae весьма широк, он охватывает

все основные зоогеографические области земного шара, кроме высоких широт со сплошным снежным покровом [Долин, Атамурадов, 1994]. Щелкуны встречаются во всех высотных поясах вплоть до границы постоянных снежников и ледников, в связи с чем находки щелкунов известны с высот 5 тыс. м. Достаточно обильно эта группа представлена в умеренных областях Северного полушария.

На основании палеонтологических данных [Долин, 1973; Долин, 1975; Долин, 1980] щелкуны найдены в отложениях верхней и нижней юры. Становление и развитие элатеридофауны, по-видимому, началось в лесных насаждениях в конце мелового периода или в палеоцене, когда в составе биосферы появились покрытосеменные растения, в Европе шло развитие тропической и субтропической, а в Азии – умеренной лесной флоры. Это повлекло за собой увеличение разнообразия насекомых, в том числе и жуков-щелкунов.

Представители семейства Elateridae, обитая в достаточно широком диапазоне экологических условий, являются одним из существенных компонентов населения почв, лесной подстилки и разрушающейся древесины. Большинство видов имеют многолетние циклы развития. Практически для всех личинок щелкунов (проволочников) в той или иной мере характерна многоядность: большинство из них способно питаться разлагающимися органическими веществами животного и растительного происхождения, ряд видов активно хищничает, многим свойственна мицетофагия. Фитотрофные виды могут причинять значительный вред культурным растениям и лесным насаждениям. Масштабы многогранной ценотической деятельности в значительной мере определяются видовым составом и численностью элатерид.

Данные о структуре и пространственно-временной дифференциации наиболее значимых среди беспозвоночных групп занимают ведущее место в решении как фундаментальных, так и прикладных вопросов биогеографии и экологии – оценке состояния и сохранения биологического разнообразия [Tilman, 1999], степени нарушенности экосистем и ландшафтов, а также оптимизации сети охраняемых природных территорий и реставрации трансформированных биотических сообществ [Wallwork, 1976].

Однако специальных монографических исследований, посвященных щелкунам Восточной Сибири, особенно горно-таежных районов, не проводилось. До настоящего времени остается недостаточно изученным изменение видового разнообразия под воздействием природных и антропогенных факторов и закономерностей ландшафтно-зонального распространения элатерид в Байкальском регионе.

Район и методы исследований

Высокое разнообразие биотических сообществ Байкальского региона обусловлено его географическим положением и особенностями рифтовой зоны, способствовавшими образованию специфической ландшафтной структуры. Здесь наблюдается наложение ареалов представителей различных биогеографических зон, что ведет к усложнению ситуации с точки зре-

ния распространения видов и фаунистических комплексов и выделяет регион на фоне сопредельных территорий. Своеобразие ландшафтно-экологических условий создает предпосылки формирования уникальных природных объектов с большим количеством редких видов и высоким разнообразием различных групп беспозвоночных, наличие рефугиальных зон обеспечивает сохранение пустынно-степных и неморальных реликтов прошлых геологических эпох [Уникальные объекты ... , 1990]. Здесь можно наблюдать зональную смену животного населения от таежных и смешанных лесов до настоящих степей и высокогорных областей с хорошо выраженной высотной поясностью в распределении биотических сообществ.

Особенности климатических условий Байкальского региона определяются его положением в зоне действия Азиатского антициклона, а также горным рельефом, образующим барьерно-теневую и котловинный эффекты. В целом климат характеризуется как умеренно континентальный.

В районе исследований доминирует таежно-лесная растительность. Преобладают хвойные леса – темнохвойные из пихты сибирской, кедра сибирского и ели сибирской и светлохвойные, образованные лиственницей сибирской и сосной обыкновенной. Мелколиственные леса из березы и осины представляют собой преимущественно производные сообщества, развившиеся на месте хвойных лесов после рубок и лесных пожаров. Темнохвойные леса – пихтовые, кедровые и еловые, как правило, полидоминантны. Пихтово-кедровые и кедрово-пихтовые леса занимают значительные площади на Лено-Ангарском плато и в Южном Прибайкалье. Они предпочитают дерново-подзолистые почвы с повышенным увлажнением. Местобитания кедровых лесов обычно отличаются пониженной теплообеспеченностью. Еловые леса не образуют больших массивов. Как правило, узкими полосами они приурочены к хорошо увлажненным долинам рек, но встречаются и на заболоченных почвах. Сосновые леса занимают террасы рек и склоны южной экспозиции, сложенные легкими супесчаными или легкосуглинистыми отложениями. Встречаются также на каменистых склонах. Лиственничные леса распространены преимущественно на юге Лено-Ангарского плато. Луговые биогеоценозы представлены злаково-разнотравными и разнотравно-злаковыми ассоциациями на луговых суглинистых почвах; на лугово-болотных торфянистых почвах в поймах рек встречаются осоковые луга. Осоковые с ерником, местами зарастающие березой и осоково-сфагновые болота распространены на торфянистых иловато-болотных и сфагново-болотных маломощных сырых почвах [Белов, Соколова, 2015].

Степная растительность отличается относительно небольшими участками, приуроченными к межгорным или подгорным котловинам. На восточной окраине Иркутско-Черемховской подгорной равнины представлены небольшие массивы степей, по своему характеру и флористическому составу тяготеющие к степям Западной Сибири [Пешкова, 1972; Пешкова, 2001]. Здесь преобладают разнотравно-луговые степи, большая часть которых распаханна. Распределение степных и лесных биотических сообществ в лесосте-

пи в значительной степени контролируется экспозицией склонов. На южных хорошо прогреваемых склонах распространены, как правило, степные, на восточных и северных склонах – лесные сообщества.

Преобладающие почвы региона относятся к трем типам: высокогорному, горно-таежному и степному. Из высокогорных доминируют горно-тундровые и горно-луговые почвы. Горно-таежная группа представлена преимущественно подбурами, подзолистыми, дерново-подзолистыми, дерновыми и мерзлотно-таежными почвами. Среди почв степного типа более распространены степные бескарбонатные, в меньшей степени встречаются каштановые глубокопромерзающие [Почвенная карта, 1988].

К элементам равнинного рельефа и склонам приурочены подзолистые и дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности. Дерновые лесные литогенные почвы наблюдаются на вершинах трапповых останцов, занимающих весьма ограниченные площади. В днищах водосборных понижений формируются дерново-глеевые темноцветные. В заболоченных депрессиях представлены подзолисто-глеевые, торфяные, торфянисто-глеевые и перегнойно-глеевые почвы. Значительное влияние на почвообразовательные процессы таежной зоны оказывают многолетнемерзлые грунты. Серые лесные, дерново-карбонатные и луговые почвы, характерные для подтайги и лесостепи, в пределах таежных территорий распространены весьма незначительно.

В основу работы положены данные, полученные в результате обобщения разрозненных опубликованных сведений по фауне элатерид Восточной Сибири и обработки многолетних сборов авторов, проводившихся на территории Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края, а также материалов энтомологических коллекций Иркутского государственного университета, Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, собранных на территории Байкальской Сибири.

Изучение распределения элатерид выполнено с помощью методов комплексных физико-географических исследований, полевых маршрутных наблюдений, которые проводились на ключевых участках, охватывающих регионально-зональный спектр биогеоценозов в пределах горно-таежных, южнотаежных, лесостепных и степных ландшафтов Байкальского региона. При проведении работ по учету личинок жуков-щелкунов использована методика почвенно-зоологических и биогеоценологических исследований [Бызова, Гиляров, 1987] с применением сравнительно-географического подхода.

Картосхема пространственного распространения элатерид составлена с помощью ГИС-технологий: при создании картосхемы пространственного распространения элатерид использовались растровый слой космоснимков в качестве подложки и векторные слои мест находок жуков-щелкунов и административных и государственных границ. Алгоритм составления векторных и растровых слоев картосхем с помощью ГИС-технологий и программное обеспечение подробно рассмотрены в работе И. А. Антонова и др. [Применение ГИС ... , 2015].

Результаты и их обсуждение

В Байкальском регионе зарегистрировано 92 вида жуков-щелкунов из 27 родов и 6 подсемейств, пространственное распространение которых представлено на картосхеме. Элатеридофауна по своему составу и генезису неоднородна, она включает виды, относящиеся к различным зоогеографическим группам: голарктической, транспалеарктической, европейско-сибирской, восточносибирской, южносибирской, маньчжурской. Макрогеографические закономерности распределения элатерид достаточно четко прослеживаются в пределах относительно крупных территориальных градаций – на ландшафтно-региональном уровне.

Более стабильные условия в почве по сравнению с надземными ярусами биогеоценозов, с одной стороны, и отсутствие автономии пойкилотермных организмов по отношению к свойствам почвенного субстрата, с другой, определяют довольно сложную зависимость структуры гетерогенных комплексов беспозвоночных от многих экологических факторов, совокупное воздействие которых проявляется как на макрогеографическом, так и внутриландшафтном фоне.

Для горно-таежных ландшафтов температурный режим приобретает особое биогеографическое и экологическое значение в связи с тем, что по мере роста дефицита тепла он становится основным лимитирующим фактором в распространении многих видов пойкилотермных животных. В зависимости от характера адаптаций к гидротермическим условиям среды находятся не только количественные соотношения отдельных групп беспозвоночных, но и активность их взаимодействия с другими компонентами экосистемы и участие в почвенно-биологических процессах. Относительно низкая теплообеспеченность корнеобитаемого слоя в сочетании с высокой влажностью, так же как и высокие температуры, приводящие к иссушению почвы, особенно отрицательно сказываются на состоянии популяций элатерид.

Варьирование кислотности почвы не является лимитирующим фактором для элатерид в рассматриваемом спектре биогеоценозов. Относительно невысокие показатели численности обнаружены при всех градациях pH почвенного раствора – от слабощелочной до кислой. По-видимому, главную роль в пространственном распределении элатерид играют достаточно благоприятные для основной части видов влажность и температура почвы в сочетании с большим количеством отмершего органического вещества, что наиболее свойственно таежным и подтаежным биогеоценозам, но не характерно для степных и остепненных луговых сообществ.

С учетом экологических предпочтений среди видов элатерид выделяются несколько ландшафтно-экологических групп (рис.). Первая, наиболее многочисленная группа (**дендроксилобионты**) представлена видами, развитие которых протекает под пологом леса, как правило, в древесине погибших деревьев, – более 20 видов. Типичными дендроксилобионтами являются *Danosoma conspersa* (Gyll.), *D. fasciata* (F.), *Harminius sedakowi* (Mann.), *Harminius undulatus* (Deg.), *Ampedus balteatus* (L.), *A. basalis* (Mann.), *A. cinabarinus* (Esch.), *A. gaganinus* (Cand.), *A. lepidus* (Maklin.), *A. nigrinus* (Hbst.),

A. nigror (Rtt.), *A. pallipes* (Kr.), *A. pomonae* (Steph.), *A. pomorum* (Herbst), *A. praeustus* (F.), *A. sanguineus* (L.), *A. sanguinolentus* (Schrank), *A. silvaticus* (Gur.), *A. sobrinus* (Motsch.), *Melanotus rufipes* (Herbst), *Cardiophorus ruficollis* (L.), *Denticollis linearis* (L.).

Вторую группу образуют виды, обитающие под пологом леса в почве и лесной подстилке (**дендропедобионты**): *Agrypnus murinus* (L.), *Selatosomus aeneus* (L.), *S. gloriosus* (Kishii), *S. melancholicus* (F.), *S. reichardti* (Den.), *Mosotalesus baeri* (Kusch.), *M. impressus* (F.), *Aplotarsus incanus* (Gyll.), *A. tibialis* (Schw.), *Denticollis borealis* (Payk.), *D. cinctus* (Cand.), *D. nigricollis* (Geb.), *D. varians* (Germ.), *Ctenicera cuprea* (F.), *C. pectinicornis* (L.), *Anostirus boeberi* (Ger.), *A. castaneus* (L.), *Liotrichus affinis* (Payk.), *Prosternon sericeum* (Geb.), *P. tessellatum* (L.), *Orithales serraticornis* (Payk.), *Eanus costalis* (Payk.), *Hypogonomorphus laevicollis* (Mann.), *Sericus brunneus* (L.), *Dalopius marginatus* (L.), *Limonius koltzei*, *L. parallelus* (Motsch.).

Третья группа (**субксерофильная**) – это виды, развивающиеся в почвах открытых пространств и приспособившиеся жить в ксероморфных условиях, населяя степные ландшафты. У этих видов отмечаются морфологические особенности, свидетельствующие об адаптации к скрытому образу жизни – в скважинах почвы, под камнями и в других укрытиях с относительно повышенной влажностью. Незначительную часть составляют виды, развитие которых может протекать как под пологом леса, так и в почвах безлесных биогеоценозов.

Фауна остепненных и степных ландшафтов относительно бедна видами. Элатериды населяют здесь преимущественно мезофитные биогеоценозы. Ведущее значение в распространении субксероморфных видов имеют не непосредственные связи с растительностью, а опосредованные через условия среды обитания – главным образом влажность почвы и ее другие физико-химические характеристики. Группа включает следующие виды: *Selatosomus latus* (F.), *S. spretus* (Mann.), *S. aeneus* (L.), *Melanotus brunnipes* (Germ.), *Cardiophorus atramentarius* (Erich.), *C. ebeninus* (Germ.), *C. vulgaris* (Motsch.), *Paracardiophorus musculus* (Erich.), *Oedostethus quadripustulatus* (F.), *Agriotes lineatus* (L.), *A. obscurus* (L.), *A. rugipennis* (Schw.), *A. sputator* (L.). Среди этих видов выделяются представители рода *Agriotes* – наиболее экологически пластичные, склонные к синантропизму, они имеют, как правило, полизональное распространение, тяготея к открытым и относительно влажным участкам. Отдельные виды размножаются в массе в почвах антропогенных луговин и обрабатываемых участков.

Обособленное место занимают обитатели приводных биотопов (четвертая группа – **литогидрофильная**), распространение которых ограничено обычно горными системами Средней и Восточной Сибири. Они населяют преимущественно пойменные и прирусловые галечники, прибрежные пионерные растительные ассоциации. Здесь прослеживается глубокая адаптивная специализация элатерид к условиям слабого развития гумусового горизонта почв, выраженная в морфоэкологических особенностях видов: отно-

нительно мелкие размеры, своеобразная пигментация покровов, наличие бескрылых форм, доминирование зоо- и некресапрофагии в питании.

Это преимущественно виды рода *Oedostethus*: *Oe. aerarius* (Reitt.), *Oe. arcticus* (Cand.), *Oe. convexus* (Tsher.), *Oe. graniger* (Tsher.), *Oe. gurjevae* Dol. et Bessol., *Oe. latissimus* (Tsher.), *Oe. mystax* (Gur.), *Oe. pulchellus* (L.), *Oe. simplicipunctatus* (Tsher.), *Oe. tenuicornis* (Germ.), *Oe. varians* (Gur.), *Oe. curticornis* (Dol. et Bessol.), *Oe. submontanus* (Dol. et Bessol.).

К настоящему времени известно около 70 видов этого рода, ежегодно описываются новые для науки представители, в том числе из северо-восточных регионов Палеарктики [Долин, Бессолицына, 1991]. Фауна Северо-Востока России в настоящее время насчитывает 13 представителей этого рода, однако вполне возможны еще находки новых видов в условиях тундровых и околородных биогеоценозов изолированных горных систем.

В прибрежной зоне таежных горных рек обитают **криогидрофильные** виды: *Hypnoidus basalis* (Motsch.), *H. canaliculatus* (Gebl.), *H. depressus* (Gebl.), *H. gibbus* (Gebl.), *H. hyperboreus* (Gyll.), *H. koltzei* (Rtt), *H. riparius* (F.), *H. rivularius* (Gyll.), *Oedostethus nubilus* (Bessol.), *Sericus brunneus* (L.), *Actenicerus sjaelandicus* (Mul.), *Hypoganomorphus laevicollis* (Mann.), *Eanus costalis* (Payk.), *D. varians* (Germ.), *Liotrichus affinis* (Payk.), составляющие пятую группу.

Это виды с достаточно широкой экологической адаптацией. Населяют преимущественно лесные ассоциации с травяно-моховым покровом в почвах с фрагментами многолетней мерзлоты в днищах долин. Многие из них поднимаются до горно-альпийского пояса и обитают в достаточно холодных почвах и подстилке альпийских и субальпийских лугов, горных тундр, где роль представителей этого семейства в составе колеоптерофауны невелика. На севере представители Negastrinae и Hypnoiidinae, связанные с интразональными местообитаниями, наиболее далеко проникают в пределы тундровых ландшафтов – до средней части подзоны типичных тундр, а иногда – и в арктические тундры [Отряд жесткокрылых, 2014].

Большинство видов этой группы являются также типичными обитателями почв горно-таежных лесов. Поднимаясь по долинам рек высоко в горы, они образуют тундровые и лесные ландшафтно-высотные комплексы. Видовое разнообразие этих комплексов коррелирует с вертикальным температурным градиентом, который меняется в зависимости от экспозиции склона и положения над уровнем моря и в среднем составляет около 1° на 200 м высоты. Это определяет соответствующие изменения климатических условий – от жарких и умеренно теплых у подножия склонов до холодных в нивально-гляциальной зоне. Закономерно изменяются и факторы увлажнения – количество осадков, облачность, влажность воздуха, а также длительность вегетационного периода.

Экстремальными факторами горных областей, воздействующими на численность, разнообразие и сезонную активность элатерид, являются также крутизна склонов, оказывающая влияние на величину обитаемого слоя, короткий период с положительными температурами воздуха и почвы, нестабильный

гидротермический режим. Почвы и биотические сообщества в горах в зависимости от высоты могут меняться от ультрагумидных до семиаридных.

Наиболее многочисленны третья и четвертая группы: каждая из них насчитывает более 20 видов (см. рис.). Это виды с достаточно широким экологическим диапазоном, своим происхождением связаны с лесными и таежными ландшафтами. Отдельные виды встречаются в почвах открытых пространств – в основном на участках, вышедших из-под леса, некоторые по долинам рек поднимаются в горно-лесной пояс.

Изменения состава элатеридофауны от тайги к степям, так же как и от лесных биогеоценозов к пахотным землям, связаны главным образом с усилением в этих направлениях жесткости гидротермического режима почвы, изменением массы и качественного состава фитокомпонента, а соответственно, и поступающего в почву мертвого органического вещества.

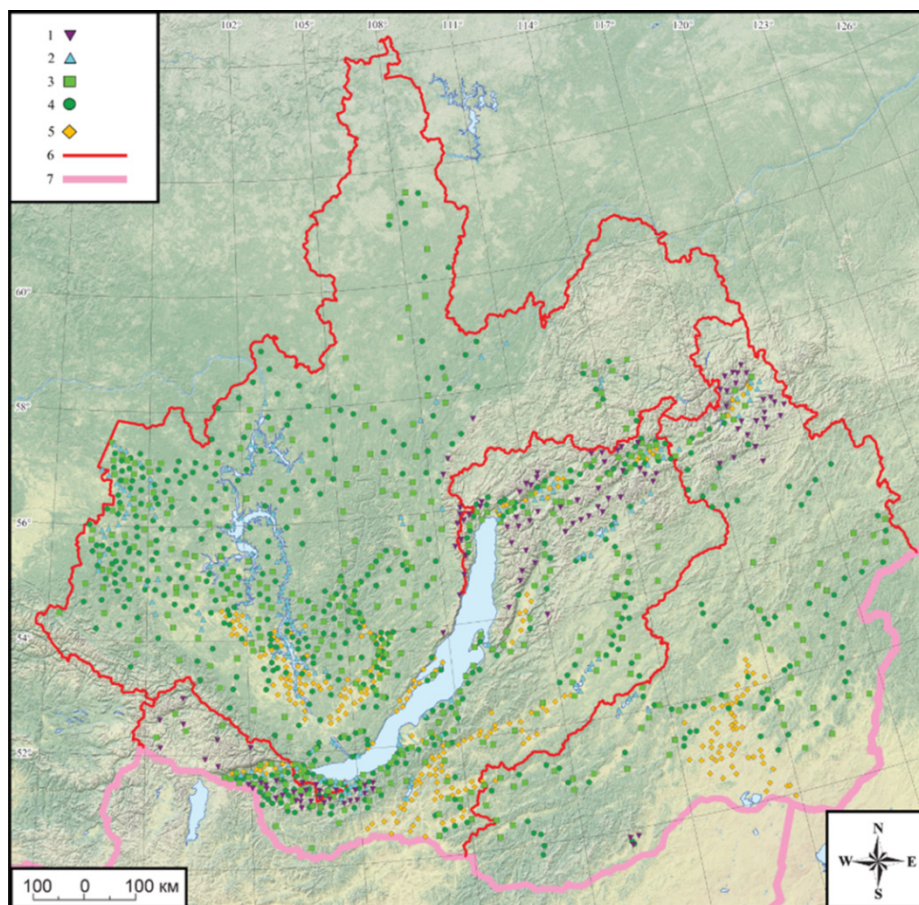


Рис. Распределение экологических групп жуков-щелкунов в Байкальском регионе. Проекция прямая коническая равноугольная

Экологические группы: 1 – криогидрофильная; 2 – литогидрофильная; 3 – дендропедобионты; 4 – дендроксилобионты; 5 – субсероморфная.

Границы: 6 – границы субъектов РФ; 7 – государственные границы

Среди элатерид отмечены также виды с неопределенным экологическим статусом: *Pseudanostirus amurensis* Jag., *Ps. ecarinatus* (Step.), *Ps. vicinus* Gur., *Liotrichus bessolitzinae* Gur., *Harminius dauricus* (Mann.), обнаруженные единично в Байкальском регионе.

Обитая в условиях высокой временной и пространственной температурной неоднородности среды, почвообитающие организмы, в частности элатериды, вырабатывали соответствующие физиологические и поведенческие адаптации, которые проявляются на всех уровнях организации сообществ в популяционной динамике, в особенностях температурных границ нормальной жизнедеятельности [Берман, Лейрих, Бессолицына, 2013] в пределах экологических условий обитания.

Заключение

В Байкальском регионе зарегистрировано 92 вида элатерид из 27 родов и 6 подсемейств: Agrypninae, Negastrinae, Hynoidinae, Dendrometrinae, Elaterinae, Cardiophaginae. Среди них выявлены редкие виды: *Pseudanostirus amurensis* Jag., *Ps. ecarinatus* (Step.), *Ps. vicinus* Gur., *Mosotalesus baeri* (Kusch.), *Liotrichus bessolitzinae* Gur., *Dalopius singeri* (Bran.) *Harminius dauricus* (Mann.). Наиболее крупный и красочный из них *Mosotalesus baeri*, ведущий открытый образ жизни, нуждается в охране и подлежит включению в Красную книгу Иркутской области.

Структура элатеридофауны, формирующаяся в соответствии со спецификой ландшафтно-климатических условий, в значительной мере определяется степенью средообразующего влияния растительности, преломляющегося через физико-химические свойства почвенного субстрата, его влажность и температуру. Общей закономерностью распределения является увеличение количества видов от хвойных лесов южнотаежного и подтаежного типов к достаточно увлажненным смешанным ассоциациям горно-лесного пояса и его уменьшение при переходе к остепненным и степным биогеоценозам.

Наибольшее видовое разнообразие элатеридофауны характерно для хвойно-мелколиственных лесов, расположенных в долинах рек с достаточно влажными почвами. Темнохвойные сообщества с длительно-мерзлотными глееватыми почвами подножий склонов и заболоченных депрессий, а также сосновые леса на супесчаных и песчаных почвах представляют пессимальные для элатерид условия – первые в силу дефицита тепла, вторые из-за недостатка влаги.

В высотном градиенте таксономическое разнообразие элатеридофауны уменьшается от пойменных светло- и темнохвойных с тополем и березой разнотравно-вейниковых лесов к горно-долинным тундрам и относительно крутым склонам с разреженной растительностью. Самое низкое таксономическое разнообразие наблюдается на скальных водоразделах и обвально-осыпных горных склонах.

Представленная картосхема распределения элатерид отражает закономерности дифференциации экологических условий, определяемых разнообразием геоморфологического строения, почвообразующих пород, локаль-

ными особенностями гидротермического режима и растительности, а также степенью освоенности территории. Главной тенденцией изменения видового состава элатеридофауны является уменьшение количества видов в градиенте нарастания аридности климата, усиления гипотермальности и антропогенного прессинга.

Проведенная инвентаризация дает представление о современном состоянии и степени изученности фауны элатерид Байкальского региона, включающего заповедные и осваиваемые территории, а также о редких и нуждающихся в охране видах. Выявленные закономерности, позволяющие проследить изменения элатеридофауны в зонально-региональном аспекте и под воздействием антропогенных факторов, могут быть использованы для оптимизации экологического контроля в целях сохранения биоразнообразия: при выборе, с одной стороны, ключевых участков и тестовых полигонов, с другой – репрезентативных элементов биоты в качестве объектов наблюдений в различных ландшафтно-зональных условиях.

Исследование выполнено в рамках работы по проекту Плана НИР «Структурное разнообразие и развитие геосистем Сибири в позднем голоцене в условиях глобальных изменений климата и антропогенного прессинга» (№ 0347-2016-0003).

Список литературы

Белов А. В., Соколова Л. П. Растительность. Карта. М 1:5 000 000 // Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 41–43.

Берман Д. И., Лейрих А. Н., Бессолицына Е. П. Три стратегии холодоустойчивости жуков-щелкунов (Coleoptera, Elateridae) // Докл. Акад. наук. 2013. № 450. С. 726–730.

Бызова Ю. Б., Гиляров, М. С. Количественные методы в почвенной зоологии. Новосибирск : Наука, 1987. 288 с.

Долин В. Г. Ископаемые формы жуков-щелкунов (Elateridae, Coleoptera) из нижней юры Средней Азии // Фауна и биология насекомых Молдавии. Штиинца, Кишинев, 1973. С. 71–82.

Долин В. Г. К систематике мезозойских жуков-щелкунов (Coleoptera, Elateridae) // Палеонтол. журн. 1975. № 4. С. 51–62.

Долин В. Г., Панфилов Д. В., Пономаренко А. Г., Притыкина Л. Н. Ископаемые насекомые мезозоя. Киев : Наукова думка, 1980. С. 17–81.

Долин В. Г., Атамуратов Х. И. Жуки-щелкуны (Elateridae) Туркменистана. Киев : Ин-т зоологии НАН Украины, 1994. 177 с.

Долин В. Г., Бессолицына Е. П. Новые виды жуков-щелкунов рода *Hypnoidus* Steph. (Coleoptera, Elateridae) из Восточной Палеарктики // Энтомол. обозрение 1991. Вып. IXX, № 4. С. 846–851.

Отряд жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) в фауне Арктики. Сообщение 1. Состав фауны / Ю. И. Чернов [и др.] // Зоол. журн. 2014. № 93. С. 7–44.

Пешкова Г. А. Степная флора Байкальской Сибири. М. : Наука, 1972. 207 с.

Пешкова Г. А. Флорогенетический анализ степной флоры Южной Сибири. Новосибирск : Наука, Сиб. отд., 2001. 191 с.

Почвенная карта Иркутской области. М-б. 1:1 500 000. ГУГК, М., 1988.

Применение ГИС «Ландшафты Приольхонья и Ольхона» в исследовании пространственного распределения муравьев (Insecta, Hymenoptera, Formicidae) / И. А. Анто-

нов, И. А. Башалханов, Д. В. Дергачев, А. С. Силаев // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. 2015. Т. 100, № 5. С. 48–52.

Уникальные объекты живой природы Бассейна Байкала. Новосибирск, 1990. 224 с.

Tilman D. D. The ecological consequences of change in biodiversity: A search for general principles // *Ecology*. 1999. N 80. P. 1455–1474.

Tarnawski D. Sprezykowate (Coleoptera, Elateridae). 1. Agrypninae, Negastrinae, Dimiinae i Athoinae. Warszawa : Fauna Polski. 2000. N 21.

Wallwork J. A. The distribution and diversity of soil fauna. London : Acad. Press, 1976. 355 p.

Peculiarities of Elaterid Beetles (Coleoptera, Elateridae) Distribution in Landscape-Ecological Range of Baikal Region

E. P. Bessolitsyna, A. S. Silaev

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Abstract. As a result of the analysis of long-term stationary and research expedition materials of the authors, as well as generalization of publications on the fauna of elaterids in the Baikal region 92 species from 27 genera and six subfamilies were registered. Taking into account the environmental preferendums elaterid' species united in five groups: dendroxilobionts, dendropedobionts, subxerofilic, lithohydrophilic and criohydrophilic. The first is most numerous and second groups: each of them counts more than 20 species – with a wide ecological range, origin are related to the forest and of the taiga landscapes. The separate representatives of these groups meet in soils of open-space – mainly on areas going out from under the forest. For the first time on a broad information basis the distribution of elaterids in the landscape-ecological range of the Baikal region is demonstrated; and the map showing the change in species composition and diversity of elaterid' fauna under the influence of natural and anthropogenic factors is constructed. The main tendency of species diversity change is a decrease in the species number in the gradient of an increasing of climate aridity, strengthening of the hypothermia and anthropogenic pressure.

Keywords: Elaterids, distribution, landscape-ecological analysis, biodiversity, ecological group, mapping.

For citation: Bessolitsyna E.P., Silaev A.S. Peculiarities of Elaterid Beetles (Coleoptera, Elateridae) Distribution in Landscape-Ecological Range of Baikal Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2019, vol. 28, pp. 21-33. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2019.28.21> (in Russian)

References

Belov A.V., Sokolova L.P. Rastitel'nost'. Karta. M 1:5 000 000 [Vegetation. Map. S. 1:5 000 000]. *Jekologicheskij atlas bassejna ozera Bajkal* [Ecological Atlas of the Baikal Basin]. Irkutsk, Publ. of SB RAS IG, 2015, pp. 41-43. (in Russian)

Berman D.I., Lejrih A.N., Bessolicyna E.P. Tri strategii holodoustojchivosti zhukov-shhelkunov (Coleoptera, Elateridae) [Three cold resistance strategies of click beetles (Coleoptera, Elateridae)]. *Reports of Academy of Science*, 2013, no. 450, pp. 726-730. (in Russian)

Byzova Ju.B., Giljarov M.S. *Kolichestvennye metody v pochvennoj zoologii* [Quantitative methods in soil zoology]. Novosibirsk, Science Publ., 1987, 288 p. (in Russian)

Dolin V.G. Iskopaemye formy zhukov-shhelkunov (Elateridae, Coleoptera) iz nizhnej jury Srednej Azii [Fossil forms of click beetles (Elateridae, Coleoptera) from the Lower Jurassic

of Central Asia]. *Fauna and biology of Moldova*. Shtiinca, Kishinev, 1973, pp. 71-82. (in Russian)

Dolin V.G. K sistematike mezozojskih zhukov-shhelkunov (*Coleoptera, Elateridae*) [To the systematics of Mesozoic click beetles (*Coleoptera, Elateridae*)]. *Paleontological Journal*, 1975, vol. 4, pp. 51-62. (in Russian)

Dolin V.G., Panfilov D.V., Ponomarenko A.G., Pritykina L.H. Zhuki-shhelkunuy (Coleoptera, Elateridae) iz verhnej jury Karatau [Click Beetles (*Coleoptera, Elateridae*) from the Upper Jurassic Karatau]. *Mesozoic fossil insects*. Kiev, Scientific thought Publ., 1980, pp. 17-81. (in Russian)

Dolin V.G., Atamuradov H.I. Zhuki-shhelkunuy (*Elateridae*) Turkmenistana [Turkmenistan's (*Elateridae*) click beetles]. Institute of Zoology NAS of Ukraine, Kiev, 1994, 177 p. (in Russian)

Dolin V.G., Bessolitsyna E.P. Novye vidy zhukov-shhelkunov roda Hypnoidus Steph. (*Coleoptera, Elateridae*) iz Vostochnoj Palearktiki [New species of click beetles of the genus Hypnoidus Steph. (*Coleoptera, Elateridae*) from the Eastern Palaearctic.]. *Entomological Review*, 1991, vol. 19, no. 4, pp. 846-851. (in Russian)

Chernov Ju.I. [i dr.] Otrjad zhestkokrylyh (Insecta, Coleoptera) v faune Arktiki. Soobshhenie 1. Sostav fauny [Cockroach (Insecta, Coleoptera) in the Arctic fauna. Message 1. The composition of the fauna]. *Zoological journal*, 2014, vol. 93, pp. 7-44. (in Russian)

Peshkova G.A. *Stepnaja flora Bajkal'skoj Sibiri* [Steppe flora of Baikal Siberia]. Moscow, Science Publ., 1972, 207 p. (in Russian)

Peshkova G.A. *Florogeneticheskij analiz stepnoj flory Juzhnoj Sibiri* [Florogenetic analysis of the steppe flora of Southern Siberia]. Novosibirsk, Science Publ., 2001, 191 p. (in Russian)

Pochvennaja karta Irkutskoj oblasti. M. 1:1 500 000 [Soil map of the Irkutsk region. S. 1:1 500 000]. Moscow, GUGK Publ., 1988. (in Russian)

Antonov I.A., Bashlanov I.A., Dergachjov D.V., Silaev A.S. Primenenie GIS «Landscape Priolhonja i Olhona» v issledovanii prostranstvennogo raspredelenija murav'ev (Insecta, Hymenoptera, Formicidae) [Application of the GIS «Landscapes of the Olkhonside and Olkhon» in the study of the spatial distribution of ants (Insecta, Hymenoptera, Formicidae)]. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. Irkutsk, Irkut. National Research Technical University Publ., 2015, vol. 100, no. 5, pp. 48-52. (in Russian)

Unikalnye objekty zhivoj prirody Bassejna Bajkala [Unique objects of wildlife of the Baikal basin]. Novosibirsk, 1990, 224 p. (in Russian)

Tilman D.D. The ecological consequences of change in biodiversity: A search for general principles. *Ecology*, 1999, vol. 80, pp. 1455-1474.

Tarnawski D. *Sprezykowate (Coleoptera, Elateridae). 1. Agrypninae, Negastrinae, Dimiinae i Athoinae*. Warszawa, Fauna Polski, 2000, vol. 21.

Wallwork J. A. *The distribution and diversity of soil fauna*. London, Acad. Press., 1976, 355 p.

Бессолицына Екатерина Прокопьевна

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник

Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

тел.: 8(3952)42-70-95

e-mail: bessol@irigs.irk.ru

Bessolitsyna Ekaterina Prokopievna

Doctor of Science (Geography)

Leading Scientist

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,

Russian Federation

tel.: (3952) 42-70-95

e-mail: bessol@irigs.irk.ru

Силаев Алексей Сергеевич
аспирант
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, Россия, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
тел.: 8(3952)42-70-95
e-mail: alex-3952@mail.ru

Silaev Alexey Sergeevich
Postgraduate
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
tel.: 8(3952) 42-70-95
e-mail: alex-3952@mail.ru