



УДК 574.9:528.9(571.5)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.38.3>

Ландшафтно-картографический анализ изменения таксономического разнообразия зооценозов почв Байкальского региона

Е. П. Бессолицына

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

Аннотация. Осуществлен ландшафтно-экологический анализ структуры мезонаселения геосистем Байкальского региона. Рассмотрены закономерности изменения количественных характеристик и таксономического разнообразия сообществ беспозвоночных в ландшафтно-экологическом диапазоне под воздействием природных и антропогенных факторов на разных уровнях организации географического пространства. Данные получены в результате детального изучения количественных характеристик сообществ беспозвоночных на ключевых полигонах таежных, горно-таежных и степных геосистем бассейна оз. Байкал. Проанализированы многочисленные картографические материалы, сведения о почвенном покрове и состоянии растительности, учтены данные о теплообеспеченности и влагообеспеченности почв. Главной тенденцией изменения разнообразия сообществ педобионтов является уменьшение количества видов в градиенте нарастания аридности климата, усиления гипотермальности и антропогенного прессинга. На основе полученных данных представлена карта «Таксономическое разнообразие почвенно-биотических сообществ в геосистемах бассейна озера Байкал».

Ключевые слова: картографирование, структура сообществ почвообитающих беспозвоночных, таксономическое разнообразие, экологические факторы.

Для цитирования: Бессолицына Е. П. Ландшафтно-картографический анализ изменения таксономического разнообразия зооценозов почв Байкальского региона // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2021. Т. 38. С. 3–12. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.38.3>

Введение

Ландшафтно-экологическая концепция сохранения биоразнообразия предполагает научно обоснованные формы человеческой деятельности, направленные на сбережение и воспроизводство социально-экологических функций ландшафта и его биотического потенциала путем ограничения негативного воздействия на основе регламентации и нормирования отдельных форм хозяйственной деятельности, а также на оптимизацию и дальнейшее развитие системы охраняемых территорий [Сочава, 1978].

Структура мезонаселения, 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 [Biodiversity and Ecosystem ... , 2002].

Разнообразие видов и характер их распространения являются одним из показателей устойчивости к изменению экологических факторов. На определенных стадиях антропогенной дигрессии наблюдается упрощение пространственной структуры биотических сообществ [Biodiversity Loss: Ecological ... , 1995]. Это проявляется в сходстве физиономических, флористических, фаунистических и структурных свойств ценозов и обусловлено широкой эколого-ценотической амплитудой эвритопных и космополитных видов.

Изучение зооценозов почв с целью картографирования связано с рядом трудностей, которые заключаются в определении взаимных связей отдельных компонентов и пространственной сопряженности географических явлений, а также в выяснении доминирующих и индикационных элементов в зоокомплексах и отражении последних на карте.

Структура зооценозов настолько сложна и многообразна, что ее изучение на видовом уровне под силу только коллективу, включающему специалистов по разным группам беспозвоночных. С другой стороны, составление картосхем распределения педобионтов имеет некоторые методические преимущества, вытекающие из возможности более точного определения величины зоомассы на единицу площади (в связи с более низкой по сравнению с обитателями наземных ярусов биогеоценозов миграционной способностью почвенных беспозвоночных) и последующего анализа связей педобионтов с факторами среды.

Важным аспектом географии биоразнообразия и его картографирования является представление об уровнях пространственной размерности геосистем [Сочава, 1978; Tilman, 1999]. Представление о размерности относится к фундаментальным свойствам организации биосферы. Уровни размерности – планетарный, региональный, топологический (локальный) – взаимосвязаны, при этом на каждом из них сообщества характеризуются своими временными и пространственными закономерностями, экологическими и динамическими связями. В центре внимания должны находиться динамические характеристики природных режимов в спонтанных и антропогенных модификациях.

Целесообразно накопление информации как серии корреляционных карт, на которых отражены факторально-динамические ряды фаций в виде систематизированного целого. Карты фиксируют синтез сведений о конкретном состоянии участка земной поверхности. На основе ландшафтно-экологических карт может осуществляться также решение одной из основных методологических задач – вычленение минимальной совокупности территорий, наиболее полно отражающей региональное многообразие ландшафтной структуры.

Объект анализа – таксономическое разнообразие наземных беспозвоночных животных, образующих сообщества и обладающих системными и функциональными взаимосвязями. Основное внимание уделялось мезонаселению (надвидовой таксономический уровень) – относительно крупным беспозвоночным, обитающим в почве и на ее поверхности: дождевым червям, энхитреидам, многоножкам и другим немикроскопическим организмам. Анализ пространственного распределения таксономического разнообра-

разия сообществ беспозвоночных животных осуществлен на основе карты растительности бассейна оз. Байкал [Белов, Соколова, 2015].

Особенности современного ландшафтно-экологического изучения биоты почв базируются на представлениях о системной природе ее организации как важнейшего компонента геосистем и в своих концептуальных и методологических подходах опираются на фундаментальные работы в области географии и экологии сообществ почвообитающих организмов [Гиляров, 1949; Крауклис, 1979; Сочава, 1970, 1978 и др.].

Район и методы исследований

Резко континентальный климат и горно-котловинные условия Байкальского региона способствуют формированию ландшафтов, обладающих сложной пространственной организацией, длительной историей развития и специфическими механизмами взаимодействия. Многообразие ландшафтов обусловлено сочетанием разнообразных биоклиматических и геолого-геоморфологических факторов. Амплитуда высот между днищем и высотой хребтов составляет 1300–2300 м.

В нижних и средних частях склонов распространена горно-таежная растительность, представленная лиственничными, лиственнично-кедровыми и кедровыми лесами на горных подзолистых и дерново-подзолистых глубокопромерзающих почвах. Выше 1000 м преобладают темнохвойные, преимущественно кедровые, кедрово-лиственничные с густым моховым покровом леса, выше распространены кустарничково-зеленомошные и бадановые кедровники с участием пихты сибирской. Высокогорный пояс (выше 1700 м) характеризуется развитием субальпийских кустарников с небольшими по площади альпийскими лугами. На скалистых гребнях распространены мохово-лишайниковые тундры и каменистые пустоши.

Ельники приурочены к хорошо дренируемым участкам речных долин. Под ельниками формируются дерново-лесные и дерново-подзолистые остаточного-карбонатные почвы. В долинах рек на аллювиальных дерновых и лугово-болотных почвах распространены заболоченные луга и заросли ив, на приподнятых участках речных долин на лугово-черноземных почвах – настоящие и остепненные луга. Светлохвойные комплексы, расположенные в нижних частях склонов и речных террасах на дерновых слабоподзолистых и супесчаных почвах, представлены сосново-лиственничными и сосновыми бруснично-разнотравными с участием мелколиственных пород лесами. В межгорных понижениях развиты степные и лесостепные комплексы, представленные в основном кобрезиево-злаковыми степями. Под степями в различных экологических условиях формируются черноземы и каштановые почвы [Картографирование и районирование ... , 2007].

Климат района резко континентальный, характеризуется большими суточными и годовыми амплитудами температур, небольшим количеством годовых сумм осадков. В холодное время года здесь господствует азиатский антициклон, ему соответствует ясная, безветренная, морозная погода. Зима с отрицательными средними суточными температурами начинается в середине ноября и длится около семи месяцев. Уже в сентябре горы покрывают-

ся снегом, а сходит он только в июне. Летом преобладает циклоническая погода. Среднегодовая норма осадков на исследуемой территории минимальная по всему Восточному и Центральному Саяну и составляет 350–400 мм в долинах, в гольцах – 500–600 мм, на склонах Хамар-Дабана – до 1000 мм. При этом основная масса осадков выпадает летом, а на зимние месяцы остается 30–35 мм. Распределение снежного покрова очень неравномерно. На высоту и плотность снежного покрова значительное влияние оказывают пересеченность рельефа и перенос снега сильными западными и северо-западными ветрами. В межгорных котловинах мощность снежного покрова, как правило, не превышает 0,5 м. Ближе к границе леса она достигает 1–1,5 м. Своеобразие экологических условий способствовало развитию сложной мозаики почвенного покрова и многочисленных по составу биотических сообществ с высокой степенью разнообразия фауны.

Сбор материала проводился по методикам, рекомендованным для эколого-фаунистических, почвенно-зоологических и биогеоценологических исследований [Программа и методика ... , 1974]. Для определения численности и биомассы обитателей почвы и подстилки на каждой площади с применением монолитореза размером 25×25 см в шахматном порядке брали 4–6 проб глубиной 25–40 см (в зависимости от предельной встречаемости беспозвоночных).

Для сравнительного анализа изменений структуры животного населения в горизонтальном пространстве и взаимосвязей отдельных компонентов с факторами среды были использованы широко распространенные в почвенно-зоологических исследованиях расчеты количества беспозвоночных на единицу площади земной поверхности (экз., мг, г/м²). Количественные характеристики (численность и биомасса педобионтов) представлены графически с использованием методов математической статистики [Боровиков, 1998] и пакетов программ Microsoft Excel и Photoshop CS.

Обсуждение результатов

При постановке и проведении работ использована методика почвенно-зоологических и биогеоценологических исследований с применением сравнительно-географического подхода. Поскольку территориальные группировки почвенных животных не имеют видимых границ пространственной локализации, для построения картографических моделей распределения почвенно-биотических сообществ нами использованы возможности ландшафтной индикации, в основе которой лежат теоретические представления о том, что все природные компоненты в пределах определенного генетически однородного пространства находятся в тесной связи и взаимообусловленности, образуя целостные системы. Пространственные закономерности изменения видового разнообразия в градиентах экологических факторов – высотной поясности, температурного режима и влажности почв – выявлены на наиболее хорошо изученных в Байкальском регионе модельных группах беспозвоночных – представителей семейств дождевых червей (Lumbricidae), жуужелиц (Carabidae), стафилинид (Staphylinidae), щелкунов (Elateridae).

На расширенном информационном поле рассматривается надвидовой таксономический уровень.

Для анализа изменений структуры животного населения в горизонтальном пространстве и взаимосвязей отдельных компонентов с факторами среды на локальном, сублокальном и региональном уровнях нами применялись методы крупномасштабного экологического картографирования.

Наиболее предпочтительную основу для картографирования населения почвенных беспозвоночных представляют почвенная и ландшафтная карты, а также карты растительности, объединяющие большой объем информации о состоянии всех основных компонентов географической среды. В свою очередь почвенный покров, являясь одним из основных компонентов ландшафта, может служить как индикатором его состояния, так и основой для картографирования его населения. Соответствие структуры животного населения определенному спектру эдафических условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность почвообитающих организмов, интерпретировалось нами с позиций ландшафтно-типологического подхода – сопоставление и последующая идентификация (экспериментальным путем) сообществ почвенных беспозвоночных конкретным условиям среды их обитания [Бессолицына, 2005].

В результате проведенных по единой методике исследований сообщества наземных беспозвоночных были объединены в четыре группы: высокогорные, таежные и лесные, лесостепные и степные, луговые и гидрофильные. Среди каждой группы по количеству таксономических единиц в сообществе выделено пять категорий разнообразия структуры: 1 – очень низкое разнообразие (менее 5 таксонов); 2 – низкое (6–10 таксонов); 3 – среднее (11–15 таксонов); 4 – высокое (16–20 таксонов); 5 – очень высокое (более 20 таксономических единиц) (рис.).

Сообщества с очень низким таксономическим разнообразием характерны для скальных водоразделов, обвально-осыпных склонов в гольцовом поясе, где преобладают кустарничково-лишайниковые тундры с горными аркто-тундровыми примитивными почвами, а также – для высокогорных степных участков на каменистых склонах и привершинных литоморфных поверхностях с горными степными бескарбонатными почвами. Очень низкое разнообразие наблюдается также в верховьях ручьев и распадков, на низких заболоченных водоразделах и в пониженных участках пойм с переувлажненными торфянистыми почвами олиготрофных болот в сочетании с ивняковыми зарослями.

Сообщества с низким таксономическим разнообразием отмечены на крутых каменистых склонах разных экспозиций в верхних частях лесного пояса, где преобладают лиственничные, кедровые и еловые редколесья с ерником и кедровым стлаником, местами с фрагментами альпинотипных луговин и зарослями кедрового стланика в сочетании с каменистыми тундрами с горными мерзлотно-таежными, торфянисто-глеевыми и торфянисто-перегнойными длительно-мерзлотными почвами, по днищам каров и вогнутым склонам с горно-тундровыми и горно-луговыми дерново-перегнойными почвами.

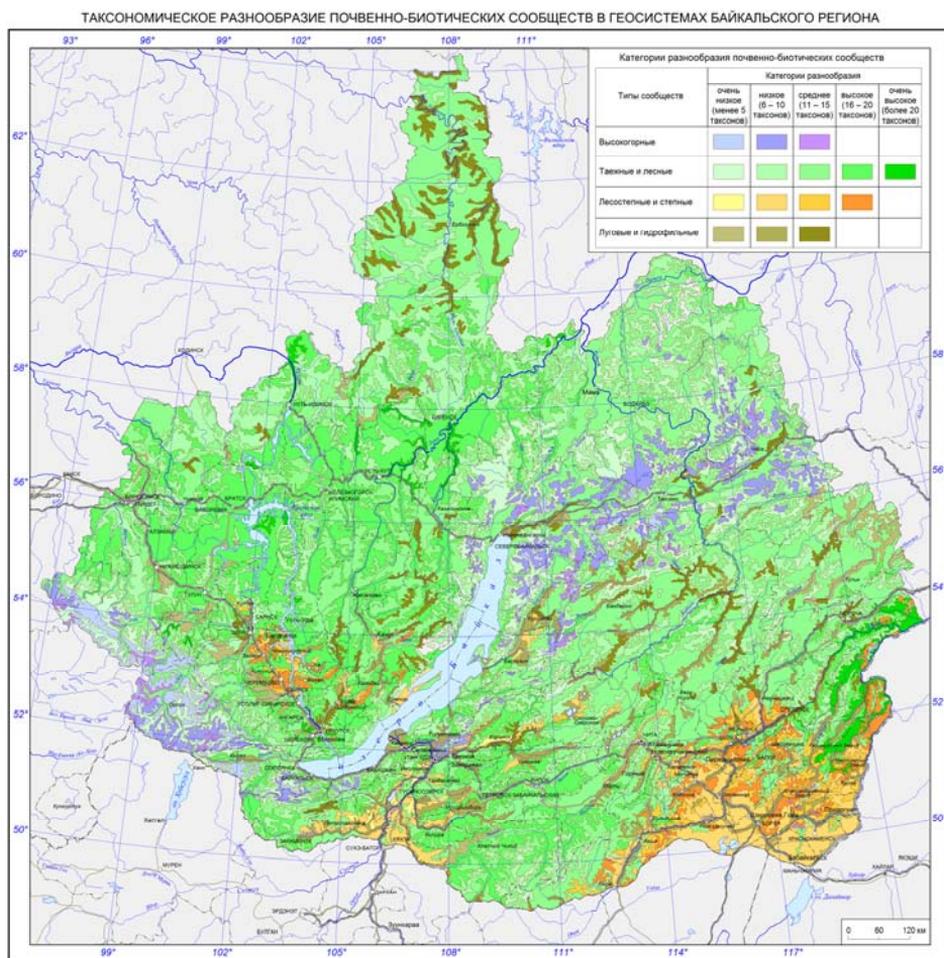


Рис. Таксономическое разнообразие почвенно-биотических сообществ в геосистемах Байкальского региона

Низкое разнообразие наблюдается в почвах заболоченных лиственничников с подлеском из ерника в средних и нижних частях пологих и вогнутых склонов, по заболоченным поймам в сочетании с зарослями ерников и травяно-моховыми болотами с торфяными сфагново-болотными маломощными сырыми почвами, а также в почвах осоково-разнотравных и разнотравно-злаковых переувлажненных лугов с мерзлотными дерново-глеевыми, торфянисто-глеевыми и лугово-болотными почвами вдоль рек и на нижних частях склонов.

Сообщества с низким таксономическим разнообразием отмечены также по окраинам солончаковых котловин, озер, террасам и берегам степных рек и ручьев с лугово-солончаковатыми почвами в степной и лесостепной полосе, а также на крутых склонах и вершинах, где преобладают караганные разнотравно-типчачковые на горно-степных маломощных супесчаных поверхностно-сильноскелетных почвах.

Средние значения таксономического разнообразия наблюдаются по вершинам водоразделов, на высоких террасах и склонах, где распространены кедрово-пихтовые с елью и лиственницей, лиственничные (с елью и кедром, реже пихтой) леса с дерновыми маломощными щепнистыми, подзолистыми супесчаными и легкосуглинистыми, перегнойными слабоподзоленными среднесуглинистыми и оторфованными почвами.

Сообщества со средними показателями характерны также для светлохвойных лесов: сосновых и лиственнично-сосновых на плоских вершинах низких хребтов, пологих песчаных склонах со щепнистыми маломощными почвами, на выровненных поверхностях – с дерновыми лесными, в заболоченных долинах и понижениях – с торфянисто-подзолистыми супесчаными и супесчаными почвами, а также для мелколиственных длительно-производных лесов, восстанавливающихся на гарях и вырубках (ключительные стадии сукцессий).

В группе степных и лесостепных сообществ средние значения таксономического разнообразия отмечены на пологих склонах, где наиболее распространены разнотравно-осоково-типчаковые степи на дерново-степных супесчаных поверхностно-слабо- и среднекаменистых почвах.

Высокое таксономическое разнообразие сообществ почвенных беспозвоночных характерно для лиственничных, сосновых, лиственнично-сосновых, сосново-лиственничных (иногда с примесью кедра и ели), пихтово-кедровых лесов, распространенных на вершинах и склонах высоких водоразделов, на слабо заболоченных террасах рек, по речным долинам и дренированным падям с дерново-лесными, дерново-подзолистыми, дерново-карбонатными выщелоченными суглинистыми и супесчаными почвами.

Среди остепненных и степных сообществ относительно высокое таксономическое разнообразие отмечено в лиственничных, сосново-лиственничных и березово-сосновых лесах в сочетании со степными формациями на выровненных поверхностях, в нижних частях южных склонов и террасах рек со слабоподзолистыми песчаными, лугово-лесными глубокомерзлотными и дерновыми лесными почвами. С относительно высоким разнообразием почвенно-биотические сообщества фиксируются в лугово-каштановых почвах лугово-степных биогеоценозов, расположенных в межгорных и приозерных понижениях.

Очень высокое (максимальное) таксономическое разнообразие сообществ почвенных беспозвоночных характерно для сосновых, березово-сосновых и лиственнично-сосновых лесов на выровненных поверхностях и пологих низких склонах с дерново-лесными и дерново-карбонатными почвами, а также полидоминантных (светло- и темнохвойных лесов) с чозенией и тополем, расположенных в поймах крупных рек с мощными перегнойными и дерново-подзолистыми супесчаными почвами.

На основе ландшафтно-экологической оценки состояния мезонаселения почв геосистем Прибайкалья определены категории таксономического разнообразия.

1. Высокое (максимальное) таксономическое разнообразие сообществ почвенных беспозвоночных характерно для редкостойных лиственничников на дерново-лесных почвах, расположенных на относительно покатых склонах.

2. С относительно высоким разнообразием почвенно-биотические сообщества отмечены в лугово-каштановых почвах лугово-степных биогеоценозов, расположенных в межгорных и приозерных понижениях.

3. Средние значения таксономического разнообразия наблюдаются на пологих склонах, где наиболее распространены разнотравно-осоково-типчачковые степи на дерново-степных супесчаных поверхностно-слабо- и среднекаменистых почвах.

4. Сообщества с низким таксономическим разнообразием отмечены на крутых склонах, где преобладают карагановые разнотравно-типчачковые на горно-степных маломощных супесчаных поверхностно-сильноскелетных почвах.

5. Сообщества с очень низким разнообразием характерны для дерновых степных слабозрелых почв с выходами горных пород, расположенных на скалистых и каменистых склонах и привершинных литоморфных поверхностях.

Заключение

Основой дифференциации природных условий, представляющих среду обитания животных, является сочетание ландшафтно-экологических ситуаций, включающих орографические, фитоценотические и почвенно-климатические характеристики, которые учитываются при выделении территориальных ландшафтных единиц. Поскольку территориальные группировки почвенных животных не имеют видимых границ пространственной локализации, для построения карт нами использованы возможности ландшафтной индикации, в основе которой лежат теоретические представления о том, что все природные компоненты в пределах определенного генетически однородного пространства находятся в тесной связи и взаимообусловленности, образуя целостные системы.

В пределах таежных и лесных ландшафтов общей закономерностью распределения почвенных беспозвоночных является увеличение количества видов от остепненных сосновых и лиственничных лесов к темнохвойным кедрово-пихтовым и смешанным достаточно увлажненным биогеоценозам горно-лесного пояса. Относительно низкая теплообеспеченность корнеобитаемого слоя в сочетании с высокой влажностью, так же как и высокие температуры, приводящие к иссушению почвы, отрицательно сказываются на таксономическом разнообразии мезонаселения.

Полученная картосхема представляет результат ландшафтно-экологического синтеза экспериментальных данных и опубликованной информации по биоразнообразию, характеризующих современное состояние почвенно-биотических сообществ геосистем Байкальского региона.

Выявленные закономерности, позволяющие проследить изменения биоты в зонально-региональном аспекте и под воздействием антропогенных факторов, могут быть использованы для создания инфраструктур пространственных данных о состоянии ландшафта, а также для оптимизации экологического контроля в целях сохранения биоразнообразия: с одной стороны, при выборе ключевых участков и тестовых полигонов, с другой – репрезентативных элементов биоты в качестве объектов наблюдений в различных ландшафтно-зональных условиях.

Сохранение биологического разнообразия рассматривается как одно из важнейших условий устойчивого развития и рационального использования природных ресурсов.

Список литературы

- Белов А. В., Соколова Л. П.* Растительность. Карта. М 1:5 000 000 // Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск : Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 41–43.
- Бессолицына Е. П.* Картографирование населения почвенных беспозвоночных // Ландшафтнo-интерпретационное картографирование. Новосибирск : Наука, 2005. С. 243–250.
- Боровиков В. П., Боровиков И. П.* Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М., 1998. 608 с.
- Гиляров М. С.* Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1949. 279 с.
- Гиляров М. С.* Зоологический метод диагностики почв. М. : Наука, 1965. 278 с.
- Картографирование и районирование геосистем / В. М. Плюснин, И. Н. Биличенко, М. В. Загорская, А. А. Сороковой // Географические исследования Сибири. Т. 1. Структура и динамика геосистем. Новосибирск : Гео, 2007. 413 с.
- Крауклис А. А.* Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск : Наука, 1979. 231 с.
- Программа и методика биогеоэкологических исследований. М. : Наука, 1974. 404 с.
- Сочава В. Б.* География и экология. Л. : Изд-во Геогр. о-ва СССР, 1970. 22 с.
- Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск : Наука, 1978. 319 с.
- Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives / eds. M. Loreau, S. Naeem, P. Inchausti. Oxford : Oxford Univ. Press, 2002. 312 p.
- Biodiversity Loss: Ecological and Economic Issues / eds. C. A. Perrings, K. G. Mäler, C. Folke, C. S. Holling, B.-O. Jansson. Cambridge (UK) : Cambridge Univ. Press., 1995. 332 p.
- Tilman D. D.* The ecological consequences of change in biodiversity: A search for general principles // Ecology. 1999. Vol. 80. P. 1455–1474.

Landscape-Cartographic Analysis of Changes in the Taxonomic Diversity of Soils Zoocenoses in Baikal Region

E. P. Bessolitsyna

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

Abstract. The paper presents a landscape-ecological analysis of the mesopopulation structure of the geosystems in the Baikal region. The regularities of changes in the quantitative characteristics and taxonomic diversity of invertebrate communities in the landscape-ecological range under the influence of natural and anthropogenic factors at different levels of the organization of geographical space are considered. The data were obtained as a result of a detailed study of the quantitative characteristics of invertebrate communities in the key polygons of the taiga, mountain-taiga and steppe geosystems of the Lake Baikal basin. Numerous cartographic materials, information about the soil cover and the state of vegetation are analyzed, data on the heat supply and moisture supply of soils are taken into account. The main trend of changing the diversity of pedobiont communities is a decrease of species number in the gradient of increasing aridity of the climate, increasing hypothermia and anthropogenic pressure. Based on the data obtained, the map “Taxonomic diversity of soil-biotic communities in the geosystems of the Lake Baikal basin” is presented. Conservation of biological diversity is considered as one of the most important conditions for sustainable development and rational use of natural resources.

Keywords: mapping, community's structure of soil invertebrates, taxonomic diversity, environmental factors.

For citation: Bessolitsyna E.P. Landscape-Cartographic Analysis of Changes in the Taxonomic Diversity of Soils Zoocenoses in Baikal Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2021, vol. 38, pp. 3-12. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.38.3> (in Russian)

References

Belov A.V., Sokolova L.P. Rastitel'nost'. Karta. M 1:5 000 000 [Vegetation. Map. M 1:5,000,000]. *Ekologicheskii atlas basseina ozera Baikal* [Ecological Atlas of the Lake Baikal basin]. Irkutsk, Publishing House of the V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2015, pp. 41-43. (in Russian)

Bessolitsyna E.P. Kartografirovaniye naseleniya pochvennykh bespozvonochnykh [Mapping of the population of soil invertebrates]. *Landshaftno-interpretatsionnoye kartografirovaniye* [Landscape-interpretative mapping]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2005, pp. 243-250. (in Russian)

Borovikov V.P., Borovikov I.P. *Statisticheskij analiz i obrabotka dannykh v srede Windows* [Statistical analysis and data processing in the Windows environment]. Moscow, 1998. 608 p. (in Russian)

Gilyarov M.S. *Osobennosti pochvy kak sredy obitaniya i ee znachenie v evolyutsii nasekomykh* [Features of the soil as a habitat and its significance in the evolution of insects]. Moscow-Leningrad, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1949, 279 p. (in Russian)

Gilyarov M.S. *Zoologicheskii metod diagnostiki pochv* [Zoological method of soil diagnostics]. Moscow, Nauka Publ., 1965, 278 p. (in Russian)

Plyusnin V.M., Bilichenko I.N., Zagorskaya M.V., Sorokova A.A. Kartografirovaniye i raionirovaniye geosistem [Mapping and zoning of geosystems]. *Geograficheskie issledovaniya Sibiri* [Geographical studies of Siberia]. Novosibirsk, Academic "Geo" Publ, 2007, vol. 1, 413 p. (in Russian)

Krauklis A.A. *Problemy eksperimental'nogo landshaftovedeniya* [Problems of experimental landscape science]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979, 231 p. (in Russian)

Programma i metodika biogeocenologicheskikh issledovaniy [Program and methodology of biogeocenological research]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 404 p. (in Russian)

Sochava V.B. *Geografiya i ekologiya* [Geography and ecology]. Leningrad, Publishing House of the Geographical Society of the USSR, 1998, 606 p. (in Russian)

Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemah*. [Introduction to the doctrine of geosystems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, 319 p. (in Russian)

Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives. Eds. M. Loreau, S. Naeem, P. Inchausti. Oxford, Oxford Univ. Press., 2002. 312 p.

Biodiversity Loss: Ecological and Economic Issues. Eds. C.A. Perrings, K.G. Mäler, C. Folke, C.S. Holling, B.-O. Jansson. Cambridge (UK), Cambridge Univ. Press, 1995, 332 p.

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

Бессолицына Екатерина Прокопьевна
доктор географических наук, ведущий
научный сотрудник
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1
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
e-mail: bessol@irigs.irk.ru

Код научной специальности: 25.00.23

Дата поступления: 10.06.2021