



УДК 911.2:550.4(571.5)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.96>

Характер самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья

М. А. Ноговицына

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

Аннотация. Представлены результаты исследования характера самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья, который отражает весь комплекс проявления ее факторов, формировавшихся и преобразовывавшихся в процессе становления физико-географических условий территории. При их выявлении были учтены методологические принципы исследования самоорганизации, особенности геосистем района, характер проявления тектонических процессов, разнообразные данные по климату, почвам, петрологическому составу горных пород, мерзлоте, истории развития компонентов геосистем и сравнение ландшафтов-аналогов. Для характеристики самоорганизации геосистем района исследований было рассмотрено проявление следующих факторов: межкомпонентные взаимосвязи, взаимосвязь со средой, резонанс процессов. В качестве ключевого участка для исследования взята территория Южного Прибайкалья в пределах северного макросклона хр. Хамар-Дабан, обращенного к оз. Байкал, от р. Хара-Мурин до р. Снежная. На основе синтеза данных составлена карта ключевого участка, на которой показан характер самоорганизации геосистем, проявляющийся в трех видах. Первый отражает гармоничное развитие геосистемы, сохранение и ее восстановление после внешнего воздействия. Второй вид, для которого характерны жесткие взаимосвязи компонентов геосистем, сопряжен со стагнацией в развитии геосистемы, сохранением существующих взаимосвязей. Третий вид определяется разрушением межкомпонентных и межсистемных и формированием новых дискретных взаимосвязей геосистем. В пределах Южного Прибайкалья происходит изменение самоорганизации геосистем, сопровождаемое формированием жестких и дискретных взаимосвязей. Антропогенное воздействие усиливает сложившиеся тенденции, создавая условия для быстрых, часто необратимых преобразований геосистем.

Ключевые слова: геосистема, самоорганизация, характер самоорганизации, взаимосвязи, Южное Прибайкалье.

Для цитирования: Ноговицына М. А. Характер самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2021. Т. 35. С. 96–107. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.96>

Постановка задачи

В современных географических исследованиях изучение преобразований геосистем занимает особое место, соответствующее современному этапу развития научного знания. В основе изучения преобразования геосистем лежат особенности самоорганизации геосистем – через проявление связей и внутренних механизмов части сливаются в единое пространственно-временное целое. Знание и анализ особенностей самоорганизации гео-

систем позволяют всесторонне оценить возможные ответные реакции геосистем на те или иные воздействия. Эта задача относится к числу важнейших, решение которой необходимо для планирования и осуществления рационального природопользования.

Объект и методы исследования

Объект исследования – геосистемы Южного Прибайкалья, развивающиеся в условиях климатических и геодинамических изменений.

Южное Прибайкалье расположено в пределах Байкальской рифтовой зоны и Алтае-Саянской складчатой области. Самоорганизация геосистем района исследований формируется в условиях специфического воздействия процессов геодинамически активной области. Здесь основные факторы самоорганизации геосистем – вещественно-энергетический обмен, развитие, внутренние и внешние взаимосвязи, резонанс, устойчивость – испытывают влияние повышенного притока эндогенного тепла, неоген-четвертичного вулканизма и высокой тектонической активности территории. Формирование и развитие неотектонической структуры района исследований определяют три энергонесущих элемента глубинного строения Земли – мощный астенолит, легкие блоки земной коры и вертикальный канал мантии. Они, в свою очередь, влияют на формирование компонентов геосистем и их взаимосвязей.

Исследование характера самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья выполнено с использованием методов комплексных физико-географических исследований, полевых маршрутных наблюдений, дешифрирования космических снимков, картографического, сравнительно-географического методов, на основе анализа методологии исследования процесса самоорганизации.

Факторы, влияющие на характер самоорганизации геосистем

Для характеристики самоорганизации геосистем района исследований было рассмотрено проявление следующих факторов: межкомпонентные взаимосвязи, взаимосвязь со средой, резонанс процессов.

Межкомпонентные взаимосвязи – это отношение взаимной зависимости между компонентами геосистемы. Межкомпонентные взаимосвязи классифицируются по направленности (прямые и обратные) и характеру (положительные и отрицательные) воздействия, по характеру согласованности компонентов (гармоничные, жесткие, дискретные).

Функционирование геосистемы, приход вещества и энергии, обуславливается уровнем системной иерархии геосистемы. С понижением иерархического уровня происходит уменьшение площади, занимаемой геосистемой, а в совокупности – общей суммы эффективной радиации и объема воды. В геосистеме это вызывает модификацию внутренних связей и изменяет характер взаимодействия с внешней средой. Как результат, между геосистемами одного уровня иерархии усиливаются взаимосвязи и перераспределение вещества и энергии, вследствие чего смежные геосистемы

одного ранга зависят друг от друга намного сильнее, чем сопредельные региональные единицы воздействуют друг на друга [Крауклис, 1979].

Условия соподчинения геомеров и геохор определяются физико-географическими характеристиками, свойственными узловым геосистемам, являющимся высшими таксонами планетарного, регионального и топологического уровня. Модификация, т. е. каждое изменение функционирования, таких геосистем оказывает значительное влияние на подчиненные, в результате чего они видоизменяют направление своего развития либо приходят к состоянию хаоса. В случае частых модификаций параметров узловых систем подчиненные геосистемы теряют возможность формировать новый порядок и приходят в критическое состояние. Это способствует изменению уровня самоорганизации геосистемы и сопровождается качественными изменениями в структуре и функционировании. Естественный ход процессов самоорганизации ускоряет антропогенная деятельность. Наиболее заметно это выражается в геосистемах с крайними проявлениями согласованности компонентов (жесткие взаимосвязи) и несоответствием показателей вещественно-энергетического обмена (прежде всего поступления тепла и влаги) региональному физико-географическому фону. Воздействие на отдельные компоненты вызывает в геосистеме цепную реакцию, со временем преобразующую и другие ее компоненты [Сочава, 1978; Selforganization in Biological ... , 2001; Self-organizing systems ... , 2010].

Примером геосистем с жесткими взаимосвязями в пределах Южного Прибайкалья являются центральноазиатские сухостепные классы фаций в пределах террасированных участков р. Иркут, темнохвойно-таежные широколиственные геосистемы предгорий Хамар-Дабана, темнохвойно-таежные крупнотравные с фрагментами топольников крупных речных долин Хамар-Дабана, светлохвойно-таежные геосистемы урочища Бадар.

Жестко взаимодействующие компоненты создают условия для необратимых изменений геосистем. Эти геосистемы с недостаточным разнообразием компонентов и находящиеся в жестких взаимосвязях между собой и окружающей средой быстро достигают состояния хаоса. В том случае, если воздействие нехарактерно самоорганизации геосистемы и ее генезису, происходит модификация геосистемы. Например, при хозяйственном использовании земель (распашка, выпас скота), занимаемых сухостепными центральноазиатскими классами фаций, произойдут необратимые изменения, и данная геосистема перестанет существовать в прежнем виде. Здесь получают развитие процессы опустынивания земель – необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности земель [Nogovitsyna, 2018].

Взаимосвязь со средой. Геосистема является открытой системой и, как всякая открытая система, взаимодействует с окружающей ее средой. Взаимодействие среды и геосистемы отражается в различных комбинациях согласования геомеров и геохор, путем чего воссоздаются различные варианты самоорганизации – временные, иерархические и территориальные.

Геосистема неизбежно подвергается внешним воздействиям, которые преобразовываются ее внутренними взаимосвязанными частями, впоследствии становясь ее внутренней средой. Тем не менее не каждое воздействие внешней среды может вызвать трансформацию геосистемы. Влияние среды в естественных условиях определяет специфика функционирования геосистемы. Прежде всего это потоки влаги, тепла и минеральных веществ [Коновалова, 2012]. Воздействия, которые способны перевести систему из одного состояния в другое, именуется возмущениями [Ashby, 1947]. Если влияние среды не выходит за рамки «степени свободы», то, как правило, видимой реакции не осуществляется.

Внешнее воздействие одиночного сигнала на геосистему приводит к деформации, которая может быть мягкой и упругой, а может привести к необратимым изменениям. Периодическое поступление сигналов внешней среды в геосистему сохраняет в ней свой отпечаток, который со временем фиксируется в памяти. Накапливаясь, эти изменения модифицируют геосистему в направлении большего соответствия условиям окружающей среды [Bionic Assembly System ... , 2009]. Повторяющиеся импульсы вызывают долговременную реакцию геосистемы, которая зависит от характера самоорганизации. Если самоорганизация геосистем характеризуется недостаточным разнообразием компонентов или жесткими взаимосвязями, то происходит блокирование импульсов, и усиливается роль перестройки внутренних связей с повышением уровня самоорганизации.

Между процессами могут существовать положительные и отрицательные обратные связи. В качестве примера положительной обратной связи могут служить светлохвойно-таежные геосистемы урочища Бадар, расположенные в Тункинской котловине. Данные геосистемы получили свое развитие на локальном песчаном массиве [Эоловые ландшафты ... , 1999], создающем особые условия для функционирования геосистем: температурный режим почв, влагооборот, миграция минеральных веществ. Это предопределяет благоприятные условия для формирования светлохвойно-таежных геосистем: раннее прогревание почвы, высокую влагопроницаемость и др., что обеспечивает развитие глубокой корневой системы сосны. В свою очередь, хорошо развитая корневая система сосны как доминирующей породы закрепляет песчаный субстрат, предотвращая развевание песков. Такие положительные связи между компонентами геосистемы могут увеличивать дискретность и удерживать данные геосистемы в состоянии, далеком от равновесия [Пузаченко, 2014].

В пределах района исследований представлены реликтовые компоненты геосистем, которые содержат информацию о физико-географических условиях прошлых эпох. Прежде всего они приурочены к предгорьям хр. Хамар-Дабан и развиты по долинам рек, которые приурочены к разломам земной коры. Так, в долине р. Снежной представлены пихтарники с примесью кедра и фрагментами тополельников с участием неморальных реликтов (байкальская и алтайская анемона, горный пузырник, душистый ясенник, вальдштейния тройчатая).

Анализ реликтовых компонентов геосистем позволяет установить характер развития и возможность преобразования геосистем.

Резонанс процессов. От согласованности протекания процессов, свойственных геосистемам, зависит изменение их самоорганизации. Определенный интервал, в пределах которого могут совершаться количественные вариации протекающих процессов в геосистеме, именуется «степенью свободы» [Саушкин, 1968]. «Степень свободы» показывает отсутствие жесткой взаимообусловленности между отдельными компонентами геосистем и позволяет ей изменяться в этих пределах, не нарушая самоорганизации. Этот интервал для соподчиненных таксономических подразделений определяется физико-географическими условиями, характерными для узловых геосистем. Переработка потоков вещества и энергии геосистемой в неравновесных условиях адаптации к воздействиям внешних и внутренних источников возмущения имеет динамический характер. Взаимодействие колебаний может проявляться в различных вариантах [Коновалова, 2012; Snytko, Konovalova, 2015]. Если близкие процессы пребывают в конкурентных отношениях за вещество-энергетический источник, то происходит подавляющее воздействие этих процессов друг на друга. В том случае, если к текущему процессу присоединяются другие, обостряя его, то происходит «усиление» процесса; колебания могут достигать критических значений параметров [Self-Organized Patchiness ... , 2004; Bonabeau, Dorigo, Theraulaz, 1999].

Так, например, Тункинская котловина характеризуется высокой континентальностью климата, которая усугубляется продолжающимся процессом аридизации, что предопределяет сухость воздуха. Количество осадков в центральной части котловины составляет 360 мм, максимум количества осадков выпадает в краевой части в подножии Тункинских Гольцов – чуть более 500 мм [Щетников, Уфимцев, 2004]. Специфичность климатических условий усиливает эндогенный приток тепла, о повышенных значениях которого свидетельствует большое число термальных источников на территории котловины.

Сложившийся естественный ход преобразования геосистем в совокупности с природными условиями и антропогенным воздействием (пашни, перевыпас скота, селитебные зоны, пожары, вырубки) приводит к одностороннему усилению процесса, достижению геосистемой критических параметров. В итоге происходит увеличение площадей, занимаемых светлохвойными и производными мелколиственными типами геосистем.

Таким образом, при односторонних процессах на геосистему даже незначительное воздействие извне может вызвать существенную трансформацию ее структуры и, как следствие, трансформацию среды.

Результаты и их обсуждение

Характер самоорганизации геосистем отражает весь комплекс проявления ее факторов, которые формировались и преобразовывались в процессе становления физико-географических условий территории. При их выявлении были учтены методологические принципы исследования само-

организации, особенности геосистем района, характер проявления тектонических процессов, разнообразные данные по климату, почвам, петрологическому составу горных пород, мерзлоте, истории развития компонентов геосистем и сравнение ландшафтов-аналогов.

В качестве ключевого участка для исследования была взята территория Южного Прибайкалья в пределах северного макросклона хр. Хамар-Дабан, обращенного к оз. Байкал, от р. Хара-Мурин до р. Снежной (рис.).

Было установлено, что характер самоорганизации проявляется в трех видах.

Первый (1) характеризует гармоничное развитие геосистемы, сохранение и ее восстановление после внешнего воздействия. Ему свойственно значительное число составляющих геосистему подразделений (классов фаций), гармоничная согласованность их взаимосвязей (доминирование коренных состояний геосистем), соответствие «управляющим параметрам» узловой геосистемы, «степени свободы» (интервал, в пределах которого происходят динамические изменения геосистем, не нарушающие ее самоорганизации). Этот вид самоорганизации в пределах территории присущ кедровым зеленомошным и чернично-зеленомошным геосистемам; геосистемам, в составе растительности которых доминантная роль принадлежит кедровому стланнику, а также ивовому кустарниковому высокотравью.

Второй вид (2), которому свойственны жесткие взаимосвязи компонентов геосистем, связан со стагнацией в развитии геосистемы, сохранением существующих взаимосвязей. Жесткие взаимосвязи характеризует прежде всего наличие у подсистем таких динамических категорий, как серийные и мнимокоренные экстраобластные, отражающие слабую устойчивость геосистем. Вещественно-энергетический обмен, как правило, не соответствует фоновым показателям узловой геосистемы, а в факторально-динамических рядах их изменений преобладают определенные направления, например усиление гидроморфного и стагнозного состояния.

Жестко взаимодействующие компоненты создают условия для необратимых изменений геосистем. Эти геосистемы с недостаточным разнообразием компонентов и находящиеся в жестких взаимосвязях между собой и окружающей средой быстро достигают состояния хаоса. В том случае, если воздействие нехарактерно самоорганизации геосистемы и ее генезису, происходит модификация геосистемы.

Примером геосистем с жесткими взаимосвязями выступают геосистемы литоморфного и сублитоморфного рядов альпийские и щебенчато-разнотравно-лишайниковые, ерниковые, сублитоморфного и плакорных рядов темнохвойные зеленомошные, пихтовые мезофитно-разнотравные и кустарниково-травяные с участием неморальных реликтов.

Третий вид (3) определяется разрушением межкомпонентных и межсистемных и формированием новых дискретных взаимосвязей геосистем. Дискретные взаимосвязи выявляются при оценке разнородности компонентов, входящих в состав узловой геосистемы, относящихся, к примеру, к псаммофитному и гидроморфному рядам; по незначительному количеству составляющих компонентов, устойчиво-длительно-производным индексам;

несоответствию параметрам узловой геосистемы. На территории исследования это геосистемы гидроморфного ряда заболоченных водосборных понижений байкальских и речных террас.

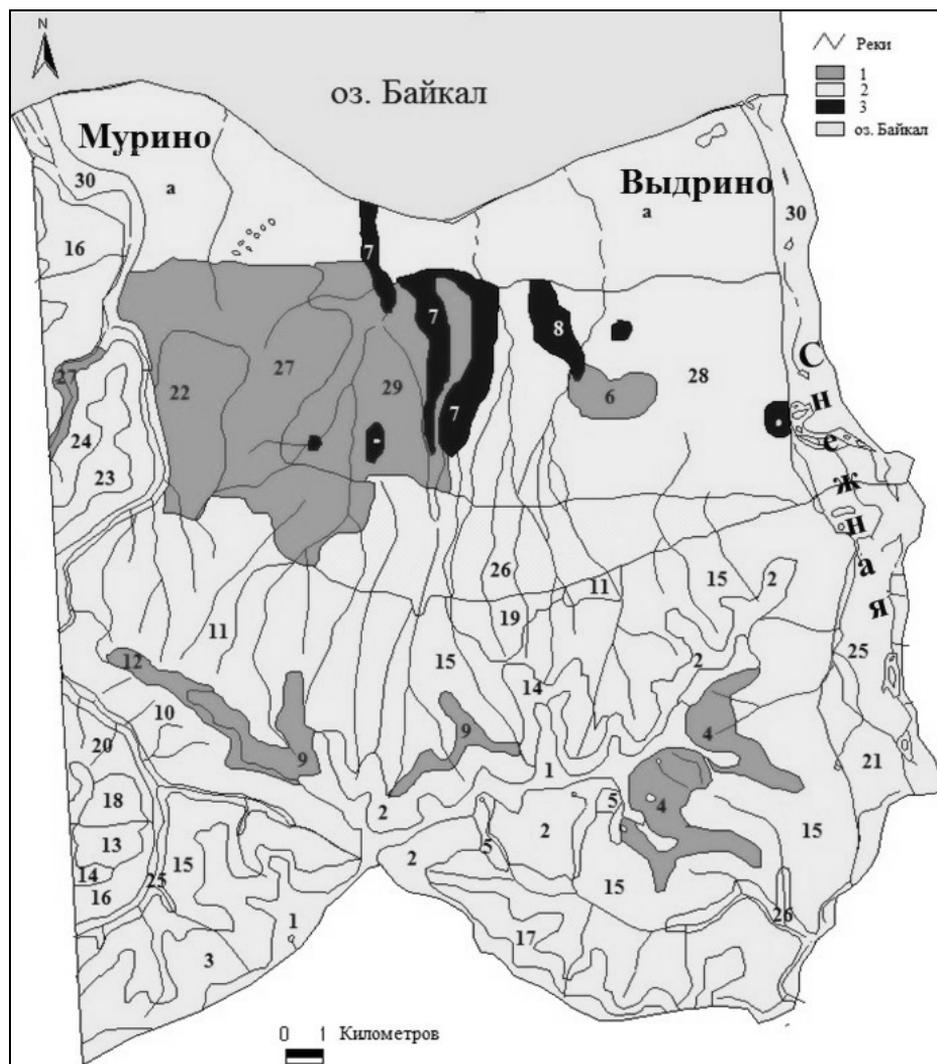


Рис. Самоорганизация геосистем Южного Прибайкалья (составлена автором)
1–3 – характер самоорганизации геосистем. Пояснения к карте приведены в тексте

Подписи на карте: а – производная растительность, 1–30 – классы фаций
1. Сублитоморфные гребней водоразделов альпийские луговые на горно-луговых почвах (С).

2. Сублитоморфные приводораздельных поверхностей щебенчато-разнотравно-лишайниковые на горно-тундровых почвах (С).

3. Литоморфные крутосклоновые кедрово-стланиковые лишайниковые с редкостойной пихтой на тундровых подбурях (С).

4. Литоморфные приводораздельных поверхностей кедрово-стланиковые зеленомошные на горных подзолистых иллювиально-гумусово-железистых почвах (М).

5. Литоморфные крутосклоновые субальпийские луговые жарково-гераниево-ливзеевые на горно-луговых щебенчатых мелкоземистых почвах (С).

6. Субгидроморфные плоских и мелкобугристых поверхностей байкальских и речных террас кедрово-стланиковые сфагновые на торфяно-перегнойной суглинистой почве (М).

7. Гидроморфные водосборных понижений байкальских и речных террас багульниково-кассандрово-сфагновые с единичными березками круглолистными на болотных почвах (УД).

8. Гидроморфные водосборных понижений байкальских и речных террас луговые осоковые заболоченные солонцеватые на торфяно-глеевых почвах (УД).

9. Сублитоморфные приводораздельных поверхностей ивовые кустарниковые высокотравные на каменистых маломощных горно-луговых почвах (М).

10. Литоморфные крутосклоновые ерниковые с ольхой разнотравно-вейниковые на горно-луговых почвах (С).

11. Сублитоморфные пологосклоновые кедрово-пихтовые чернично-зеленомошные на горных подзолистых и слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (МЭ).

12. Сублитоморфные гребней водоразделов и приводораздельных поверхностей кедровые зеленомошные на горных подзолистых и слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (М).

13. Сублитоморфные пологосклоновые пихтовые зеленомошные с покровом из черники с примесью кедрово-кустарниковые (рябина, жимолость) на горных подзолистых и слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (МЭ).

14. Сублитоморфные гребней водоразделов кедрово-пихтовые чернично-зеленомошные на горных слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (МЭ).

15. Сублитоморфные склонов средней крутизны пихтовые чернично-зеленомошные на горных слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (МЭ).

16. Литоморфные крутосклоновые кедровые зеленомошные с покровом из черники кустарниковые (рябина, жимолость) на горных подзолистых и слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (С).

17. Сублитоморфные склонов средней крутизны пихтовые мертвопокровные (с неразвитым травяным покровом) на горных подзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (С).

18. Сублитоморфные пологосклоновые пихтовые зеленомошные с покровом из черники с примесью кедрово-кустарниковые (рябина, жимолость) на горных подзолистых и слабоподзолистых почвах (М).

19. Сублитоморфные склонов средней крутизны пихтовые чернично-зеленомошные на горных слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (С).

20. Литоморфные крутосклоновые кедровые зеленомошные с покровом из черники с примесью пихты кустарниковые (рябина, жимолость) на горных подзолистых и слабоподзолистых почвах (С).

21. Плоских и мелкобугристых поверхностей байкальских и речных террас пихтовые мезофитно-разнотравные с участием неморальных реликтов на буроземах и дерново-перегнойных почвах (МЭ) с повышенным притоком эндогенного тепла.

22. Плакорные поверхностей водоразделов кедровые чернично-зеленомошные на горных слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (К).

23. Сублитоморфные гребней водоразделов пихтовые кустарниково-травяные с участием неморальных реликтов на буроземах (МЭ) с повышенным притоком эндогенного тепла.

24. Сублитоморфные склонов средней крутизны пихтовые кустарниково-травяные с участием неморальных реликтов на буроземах с повышенным притоком эндогенного тепла (МЭ).

25. Субгидроморфные долинных пихтовые с кедром с фрагментами топольников с участием неморальных реликтов на буроземах и аллювиальных почвах (МЭ) с повышенным притоком эндогенного тепла.

26. Плакорные предгорных равнин пихтовые с примесью кедра черничные моховые на дерново-подзолистых почвах (МЭ).

27. Плакорные предгорных равнин кедровые чернично-зеленомошные на горных подзолистых и слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах (К).

28. Плакорные плоских и мелкобугристых поверхностей байкальских и речных террас пихтовые зеленомошно-разнотравные на дерново-перегнойных почвах (МЭ).

29. Плоских и мелкобугристых поверхностей байкальских и речных террас кедровые чернично-зеленомошные сфагновые на таежной торфяно-перегнойной суглинистой почве (М).

30. Субгидроморфные долинных крупных рек пихтовые с примесью кедра с фрагментами топольников с участием неморальных реликтов на буроземах и аллювиальных почвах (МЭ) с повышенным притоком эндогенного тепла.

Заключение

Согласно полученным данным, характер самоорганизации геосистем ключевого участка проявляется в трех видах. Первый характеризует гармоничное развитие геосистемы, сохранение и ее восстановление после внешнего воздействия. Второй вид, которому свойственны жесткие взаимосвязи компонентов геосистем, связан со стагнацией в развитии геосистемы, сохранением существующих взаимосвязей. Третий вид определяет

ся разрушением межкомпонентных и межсистемных и формированием новых дискретных взаимосвязей геосистем. Существенная часть геосистем Южного Прибайкалья в пределах исследуемого участка находится на этапе разрушения старых взаимосвязей и возникновения новых.

Если на геосистемы с жесткими и дискретными взаимосвязями оказывается значительное антропогенное воздействие, то возможны необратимые изменения. Разрушающее воздействие на такие компоненты геосистем, как почвы и растительность, в совокупности с несоответствием условий среды оптимальному функционированию данных типов геосистем, жесткие либо формирующиеся типы взаимосвязей компонентов вызывают необратимые изменения в структуре геосистемы.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00253 А.

Список литературы

Коновалова Т. И. Самоорганизация геосистем юга Средней Сибири. Новосибирск : Акад. изд-во «Гео», 2012. 148 С.

Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск : Наука, 1979. 232 с.

Пузаченко Ю. Г. Организация ландшафта // Вопросы географии. Сб. 138. Горизонты ландшафтоведения. М. : Кодекс, 2014. С. 35–65.

Саушкин Ю. Г., Смирнов А. М. Геосистемы и геоструктуры // Вестник Московского университета. Серия 5, География. 1968. № 5. С. 7–12.

Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск : Наука, 1978. 320 с.

Щетников А. А., Уфимцев Г. Ф. Структура рельефа и новейшая тектоника Тункинского рифта (юго-западное Прибайкалье). М. : Научный мир, 2004. 160 с.

Эоловые ландшафты Тункинской долины / Г. Ф. Уфимцев, А. Джанотта, А. В. Первалов, У. Радке, В. П. Рязанова, Ю. В. Рыжов, Т. Фогт, А. А. Щетников // География и природные ресурсы. 1999. № 1. С. 65–70.

Ashby W.R. Principles of the Self-Organizing Dynamic System // J. Gen. Psychol. 1947. Vol. 37. P. 125–128.

Bionic Assembly System: Queuing, Technology Matrix And Life File / F. Berger, C. Laengauer, J. Hornung, P. Hamilton, C. Dolezal, R. Zeitlinger, P. Cesarec // Annals of DAAAM for 2009. Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium. 2009. N 20. P. 21–28.

Bonabeau E., Dorigo M., Theraulaz G. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems. New York : Oxford University Press, 1999. 120 p.

Nogovitsyna M. A. Self-organization of the geosystems of the southern Cisbaikalia / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 190 (2018) 012035, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/190/1/012035>

Selforganization in Biological Systems / S. Camazin, J.-L. Deneubourg, N. R. Franks, J. Sneyd, G. Theraulaz, E. Nobeau. Princeton University Press, 2001. 54 p.

Self-organizing systems in Nature and Technology / B. Katalinic, P. Cesarec, M. Stopper, R. Kettler // 7th International DAAAM Baltic Conference “Industrial Engineering”. Tallinn, Estonia, 2010. Pp. 74–79.

Self-Organized Patchiness and Catastrophic Shifts in Ecosystems / M. Rietkerk, S. C. Dekker, P. C. Ruiters, J. Koppel // Science. 2004. Vol. 305, N 5692. P. 1926–1929.

Snytko V. A., Konovalova T. I. Transformation mechanisms of Taiga geosystems of Cisbaikalia // Geography and Natural Resources. 2015. Vol. 36, N 2. P. 132–138.

The Nature of Self-Organization of Geosystems of the Southern Baikal Region

M. A. Nogovitsyna

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

Abstract. In modern geographical research, the study of transformations of geosystems occupies a special place, corresponding to the current stage of development of scientific knowledge. The study of the transformation of geosystems is based on the features of self-organization of geosystems – through the manifestation of connections and internal mechanisms, parts merge into a single space-time whole. The article presents the results of the study of the nature of self-organization of geosystems of the Southern Baikal region, which reflects the whole complex of its factors, that were formed and transformed in the process of formation of physical and geographical conditions of the territory. Their identification took into account the methodological principles of self-organization research, the features of geosystems of the region, the nature of tectonic processes, various data on climate, soils, petrological composition of rocks, permafrost, the history of the development of components of geosystems and comparison of similar landscapes. To characterize the self-organization of geosystems in the research area, the following factors were considered: inter-component relationships, interaction with the environment, and the resonance of processes. As a key area for the study, the territory of the Southern Baikal region was taken within the northern macrocline of Khamar-Daban, facing the lake Baikal, from the Khara-Murin river to the river Snow. On the basis of data synthesis, a map of the key site is compiled, which shows the nature of self-organization of geosystems, which manifests itself in three types. The first characterizes the harmonious development of the geosystem, its preservation and restoration after external influence. The second type, which is characterized by rigid relationships of components of geosystems, is associated with stagnation in the development of the geosystem, the preservation of existing relationships. The third type is determined by the destruction of inter-component and intersystem and the formation of new discrete relationships of geosystems. Within the Southern Baikal region, there is a change in the self-organization of geosystems, accompanied by the formation of rigid and discrete relationships. Anthropogenic impact reinforces the existing trends, creating conditions for rapid, often irreversible transformations of geosystems.

Keywords: geosystem, self-organization, nature of self-organization, relationships, Southern Baikal region.

For citation: Nogovitsyna M.A. The Nature of Self-Organization of Geosystems of the Southern Baikal Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2021, vol. 35, pp. 96-107. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.96> (in Russian)

References

- Konovalova T.I. *Samoorganizatsiya geosistem yuga Srednei Sibiri* [Self-organization of geosystems in the South of Central Siberia]. Novosibirsk, GEO Publ., 2012, 148 p. (in Russian)
- Krauklis A.A. *Problemy eksperimentalnogo landshaftovedeniya* [Problems of experimental landscape studies]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979, 232 p. (in Russian)
- Puzachenko Yu.G. *Organizatsiya landshafta* [Organization of the landscape]. *Voprosy geografii. Collection 138, Horizons of Landscape Studies* [Voprosy geografii. Sbornik 138: Gorizonty landshaftovedeniya]. Moscow, Codex Publ., 2014, pp. 35-65. (in Russian)
- Saushkin Yu.G., Smirnov A.M. *Geosistemy i geostruktury* [Geosystems and geostructure]. *Bulletin of Moscow University* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Series 5, Geography], 1968, no. 5, pp. 7-12. (in Russian)

Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh* [Introduction to the doctrine of geosystems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, 320 p. (in Russian)

Shchetnikov A.A., Ufimtsev. G.F. *Struktura rel'efa i noveishaya tektonika Tunkinskogo rifta (yugo-zapadnoe Pribaikalie)* [Relief structure and the newest tectonics of the Tunka rift (South-western Baikal region)]. Moscow, Scientific world Publ., 2004, 160 p. (in Russian)

Ufimtsev G.F., Dzhannota A., Perevalov A.V., Radke U., Ryazanova V.P., Ryzhov Yu.V., Vogt T., Shchetnikov A.A. Eolovye landshafty Tunkinskoi doliny [Aeolian landscapes of the Tunka Valley]. *Geography and Natural Resources* [Geografiya i prirodnye resursy], 1999, no. 1, pp. 65-70. (in Russian)

Ashby W.R. Principles of the Self-Organizing Dynamic System. *J. Gen. Psychol.*, 1947, vol. 37, pp. 125-128.

Berger F., Laengauer C., Hornung J., Hamilton P., Dolezal C., Zeitlinger R., Cesarec P. Bionic Assembly System: Queuing, Technology Matrix and Life File. *Annals of DAAAM for 2009. – Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium*, 2009, no. 20, pp. 21-28.

Bonabeau E., Dorigo M., Theraulaz G. *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems*. New York, NY, Oxford University Press, 1999, 120 p.

Nogovitsyna M.A. Self-organization of the southern Cisbaikalia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 190 (2018) 012035, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/190/1/012035>

Camazin S., Deneubourg J.-L., Franks N.R., Sneyd J., Theraulaz G., Bnobeau E. *Selforganization in Biological Systems*. Princeton University Press, 2001, 54 p.

Katalinic B., Cesarec P., Stopper M., Kettler R. Self-organizing systems in Nature and Technology. *7th International DAAAM Baltic Conference "Industrial Engineering"*, Tallinn, Estonia, 2010, pp. 74-79.

Rietkerk M., Dekker S.C., Ruiters P.C., Koppel J. Self-Organized Patchiness and Catastrophic Shifts in Ecosystems. *Science*, 2004, vol. 305, no. 5692, pp. 1926-1929.

Snytko V.A., Konovalova T.I. Transformation mechanisms of Taiga geosystems of Cisbaikalia. *Geography and Natural Resources*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 132-138.

Ноговицына Мария Александровна
кандидат географических наук,
научный сотрудник
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
e-mail: 25051204@mail.ru

Nogovitsyna Maria Aleksandrovna
Candidate of Science (Geography),
Research Scientist
V. B. Sochava Institute of Geography
SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
e-mail: 25051204@mail.ru