



УДК 911.2:550.4

Самоорганизация геосистем Южного Прибайкалья

М. А. Ноговицына

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН

Аннотация. 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. В статье приводятся результаты изучения факторов самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья, проведенного на основе методологии исследования процесса самоорганизации, полевых экспедиционных работ, дешифрирования космических снимков. Показано влияние энергонесущих элементов на формирование, развитие и современное состояние геосистем территории. Выявлено, что для Южного Прибайкалья характерно пять этапов изменения самоорганизации геосистем, каждый из которых оставил отпечаток в современной структуре геосистем.

Установлено, что в пределах районов, где фиксируются повышенные значения эндогенного тепла, сосредоточены геосистемы, имеющие в своем составе как древние (реликтовые) компоненты, так и эндемичные.

Ключевые слова: самоорганизация, геосистема, фактор, геодинамически активная область, энергонесущие элементы, эндогенное тепло.

Введение

Исследование пространственно-временной самоорганизации геосистем является одной из наиболее важных задач ландшафтоведения. Концепция самоорганизации получила свое развитие в 50–60-е гг. XX в. с возникновением нового научного направления – синергетики, в рамках которого изучались самоорганизующиеся системы, рассматривались общие закономерности развития систем любой природы. Г. Хакеном [30] было дано определение понятий организации и самоорганизации, выполнен ряд работ по этой тематике. На основе представлений о самоорганизации А. Д. Армандом [1; 2] была разработана теория географических процессов, сформулированы общие принципы развития географических систем. С именем В. Б. Сочавы [25] связано учение о геосистемах, в котором были даны основы, заложен-

ные впоследствии в понимание факторов самоорганизации геосистем. Комплексным исследованиям посвящены работы Т. И. Коноваловой [15] по самоорганизации геосистем юга Средней Сибири, а также В. И. Булатова, Д. В. Черных [31] – по организации горных территорий Алтая.

Современные направления географических исследований усложняют эту задачу в связи с необходимостью изучения геосистем, развивающихся в условиях климатических и геодинамических изменений.

Особую актуальность исследование самоорганизации геосистем приобретает в связи с расположением Южного Прибайкалья в пределах Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) и Саяно-Байкальской орогенической области. Высокая тектоническая активность, неоген-четвертичный (базальтовый) вулканизм, повышенные значения эндогенного теплового потока влияют на факторы самоорганизации геосистем, что сказывается на формировании новых рубежей, сохранении реликтовых и развитии новых компонентов геосистем. Южное Прибайкалье характеризуется большим разнообразием и контрастностью ландшафтов на близко расположенных участках, что делает район исследования уникальным полигоном для решения задач по выявлению факторов самоорганизации геосистем.

Цель, объект и методы исследования

Цель исследования – выявить особенности самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья.

Объект исследования – территория Южного Прибайкалья, которую составляют: Тункинская долина, северный и северо-восточный макросклоны хр. Хамар-Дабан, юго-восточная часть Восточного Саяна.

Исследования самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья выполнены с использованием методов комплексных физико-географических исследований, полевых маршрутных наблюдений, дешифрирования космических снимков, картографического, сравнительно-географического методов, ГИС. Наряду с этим проводился анализ литературных источников по ландшафтной структуре района, трудов по самоорганизации, картографированию, динамике и функционированию геосистем, геоботанике, тектоническому и геологическому строению; велась работа с рядом комплексных и отраслевых карт.

При анализе воздействия тепловых эндогенных потоков на геосистемы района использовались опубликованные результаты измерения температур в скважинах и определения величин геотермических градиентов. Геотермические исследования в скважинах осуществлялись сотрудниками Института физики Земли РАН, Института нефтегазовой геологии и геофизики и Института земной коры СО РАН. Температурные измерения проводились как в опорных скважинах, имеющих глубину свыше 2–3 км и расположенных во впадинах байкальского типа и в Иркутском амфитеатре, так и в поисково-разведочных скважинах глубиной 300–600 м, пробуренных на участках горных перемычек или на месторождениях термальных вод [6; 9; 10; 13; 17; 18].

Понятие о самоорганизации геосистем

В настоящее время существует множество определений понятия «самоорганизация», вместе с тем все дефиниции сводятся к представлению о том, что это процесс, который переводит открытую неравновесную систему, достигшую в своем развитии критического состояния, в новое, устойчивое состояние, с более высоким уровнем упорядоченности составных частей и взаимосвязей системы.

В отечественных географических публикациях под *самоорганизацией* понимают:

- «внутреннюю упорядоченность, согласованность, взаимодействие более или менее дифференцированных и автономных элементов целого, обусловленных его строением» [23];
- «возникновение новых структур, эволюционно более совершенных, чем предыдущие» [1];
- «образование качественно новых структур в макроскопическом масштабе, когда закономерности возникновения порядка из хаоса устанавливаются с помощью методов термодинамики неравновесных процессов» [24];
- «сложный процесс формирования, сохранения и упорядоченного преобразования целостности за счет внутренних механизмов» [15].

В данном исследовании автор придерживается понятия, что самоорганизация – сложный процесс формирования, сохранения и упорядоченного преобразования целостности за счет вещественно-энергетического обмена, внутренних взаимосвязей, резонанса процессов, взаимосвязи со средой, развития, согласованности протекающих процессов. Вещественно-энергетический обмен между геосистемами и их компонентами определяет их внутреннее единство.

Факторы самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья

Факторы самоорганизации геосистем района исследований изменяются в результате специфического воздействия Байкальской рифтовой зоны: повышенного притока эндогенного тепла, неоген-четвертичного вулканизма и высокой тектонической активности территории (рис. 1).

Согласно опубликованным данным [5; 29; 32; 33], формирование и развитие неотектонической структуры района исследований определяют три энергонесущих элемента глубинного строения Земли. Они, в свою очередь, влияют на формирование компонентов геосистем и их взаимосвязей.

К таким элементам относятся следующие.

1. Мощный астенолит – магматическое тело, которое возникло благодаря прогреву литосферы, ее термическому расширению, что вызвало его изостатическое перемещение.

Это определило формирование Монголо-Сибирского возрожденного орогенического пояса и максимальное поднятие в его пределах Восточно-Саянского мегаантиклинория. С окраиной астенолита совпадает северный макросклон Восточного Саяна, в результате чего здесь горы наиболее круто обрываются в сторону Байкала.

2. Легкие блоки земной коры, насыщенные гранитоидными интрузиями, которые испытывают длительное воздымание в форме сводовых поднятий.



Рис. 1. Процессы самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья

К одному из таких блоков приурочено Окинское плоскогорье, расположенное на высоте свыше 2000 м и окруженное высокогорными массивами. С миоценового времени (20–2,5 млн л. н.) здесь интенсивно протекала вулканическая деятельность, которая закончилась лишь в начале голоцена (10 тыс. л. н.). Свидетельством этого служат покровы базальтов, конусы вулканов, лавовые купола. Специфическое сочетание структурных и геодинамических факторов определяет плоскогорье в качестве уникального географического объекта в новейшей структуре горных областей Евразии.

3. Вертикальный канал мантии, который является особенным элементом новейшей тектонической структуры Внутренней Азии. Под его воздействием в Южном Прибайкалье фиксируется крупнейшая тепловая аномалия среди известных тепловых максимумов вне областей активного вулканизма. В Южном Прибайкалье значения теплового потока (ТП) в 4 раза выше, чем в соседних районах Сибирской платформы [17]. Величина ТП в среднем составляет $(10,5–11,3) \cdot 10^{-6}$ Дж/(см²·с), в то время как для Сибирской платформы она равняется $4,4 \cdot 10^{-6}$ Дж/(см²·с). В Тункинской котловине тепловой поток – в среднем $5,4–7,5 \cdot 10^{-6}$ Дж/(см²·с). Помимо этого, на общем повышенном термическом фоне в зонах крупных молодых разломов в пределах рифтовых впадин наблюдаются аномальные участки, что связывают с дополнительным выносом глубинного тепла. Наибольшие значения теплового потока в пределах исследуемой территории отмечаются в Тункинской котловине (районы поселков Аршан, Тунка, пойма и террасы р. Иркут), вдоль Предсаянского разлома, по прямолинейным участкам крупных речных долин и в предгорьях хр. Хамар-Дабан (реки Снежная, Хара-Мурин, Утулик, Зун-Мурин). Все эти районы сопряжены, прежде всего, с региональными разломами и наиболее крупными месторождениями горячих минеральных вод.

Воздействие энергонесущих элементов глубинного строения Земли привело к формированию в районе многообразных и контрастных форм рельефа. Это ледниково-эрозионные горы с вертикальным расчленением от

600 до 1200 м, для которых характерен крутосклонный альпинотипный рельеф с высотами до 3284 м (Тункинские гольцы); пологие среднегорные северо-западные отроги западной части хр. Хамар-Дабан, уплощенные поверхности неоген-четвертичных базальтовых покровов (Хамар-Дабан); котловинная территория (система Тункинских котловин).

Развитие альпинотипных форм рельефа послужило одной из причин формирования молодых гольцовых, подгольцовых, лиственнично-редколесных геосистем.

Сочетание горных и котловинных территорий сказывается на литолого-геоморфологических условиях и дифференциации климатических показателей. Средняя годовая температура воздуха колеблется в пределах от $-0,4$ до $-7,7$ °С, наивысшие ее значения отмечаются в прибрежной части территории (от $-0,4$ до -1 °С). Самым теплым пунктом в пределах Тункинской ветви котловин является Аршан со среднегодовым значением температуры воздуха $-1,5$ °С, что в два и более раз выше, чем в Мондах (-3 °С), Тунке ($-3,5$ °С), Кырыне ($-3,8$ °С) [26]. Распределение осадков происходит крайне неравномерно. Наименьшее их количество отмечается в Тункинской котловине: от 360 в центральной части (Монды) до 550 мм у подножия Тункинских гольцов (Аршан); наибольшее – на наветренных склонах хр. Хамар-Дабан – от 520 (Култук, Слюдянка) до 1450 мм (Снежная, Хамар-Дабан) в год [27].

Этапы самоорганизации геосистем Южного Прибайкалья

Самоорганизация геосистем Южного Прибайкалья в значительной мере происходила под воздействием фактора развития, на который оказывали влияние интенсивные эндогенные процессы. Было выделено пять этапов самоорганизации геосистем.

1-й этап. На рубеже олигоцена и миоцена в условиях умеренно теплого и влажного климата были развиты хвощевые болотные геосистемы на аллювиально-озерных низменностях и широколиственные (граб, дуб, бук и др.) травяные с плаунами геосистемы – на слабонаклоненных поверхностях водоразделов [12; 14]. Реликтом этих эпох на территории района исследования является плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*) и буроземы, которые сохранились в предгорьях Хамар-Дабана, обращенных к оз. Байкал [4; 19].

2-й этап развития геосистем района был сопряжен с активизацией в миоцене тектонических процессов. Он ознаменовался массовыми излияниями базальтов на территории Хамар-Дабана и Восточного Саяна, погружением кристаллического фундамента Тункинской котловины. Начинается формирование сухого умеренного климата [4]. С этой эпохой связано формирование пихтовых широколиственных геосистем [16]. В настоящее время реликты этого этапа встречаются в пределах речных долин в предгорьях Хамар-Дабана.

3-й этап. Интенсивные тектонические движения в позднем плиоцене обусловили поднятие горных систем вокруг Байкала и определили новый этап самоорганизации геосистем, связанный с нарастающей аридизацией климата. Формируется Байкало-Алтайский лесостепной комплекс [12]. На

крутых соляных склонах хребтов распространяются сухостепные геосистемы с остролодочником шишковидным (*Oxytropis strobilacea*), плаунками (*Selaginella*), которые сохранились до настоящего времени [4].

4-й этап наступил около 3–4 млн лет назад. Произошло поднятие восточной части Восточного Саяна, излияние лав, оледенение наиболее высоко поднятых участков, образование Тункинской котловины [3]. Окинское плоскогорье было поднято на значительную высоту. Сформировались горные тундры и подгольцовые редколесья из кедра и пихты [28]. В таежном поясе доминировали елово-кедровые багульниковые и рододендроновые склоновые группы фаций, которые сохранились до настоящего времени.

5-й этап. Около 150–200 тыс. лет назад горы достигли высот, максимальных для Восточного Саяна, стала интенсивно погружаться Тункинская котловина. Подъем хребтов вызвал очередное похолодание и аридизацию климата, что сопровождалось горно-долинным оледенением. В высокогорьях Восточного Саяна сформировались горные тундры, подгольцовые редколесья из кедра и лиственницы, ерники; в Хамар-Дабане – пихтовые редколесья и альпинотипные луга [28].

С конца олигоцена каждый этап самоорганизации геосистем оставил свои отпечатки в их современной структуре через распространение реликтовых элементов: базальтовых потоков, ледниковых форм рельефа, песчаных отложений урочища Бадар и др. В настоящее время на территории района исследований представлены геосистемы как с древними компонентами (широкотравные кедрово-пихтовые с плаунами, ложно-подгольцовые кедрово-стланиковые, центральноазиатские сухостепные), так и с более молодыми (гольцовые, лиственнично-таежные ерниковые, лугово-степные).

Обсуждение результатов исследования

Как известно, все процессы в географической оболочке происходят под воздействием солнечной энергии и внутриземных (эндогенных) источников энергии. В географическую оболочку большая часть внутриземной энергии поступает в виде теплового потока [8]. Южное Прибайкалье находится в подвижной области Земли, где наблюдается крупнейшая тепловая аномалия среди известных тепловых максимумов вне областей активного вулканизма. Суммарная солнечная радиация на данной территории составляет в среднем $4100 \text{ мДж/см}^2 \cdot \text{в год}$, или $105,3 \cdot 10^{-6} \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{с}$ [3], в то время как значения теплового потока изменяются в пределах от 4,3 до $10,5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{с}$ [17; 18]. В Южном Прибайкалье доля внутриземных источников энергии по отношению к суммарной солнечной радиации составляет 4–9 %. Сравнение этих данных показывает, что солнечная энергия в несколько раз превосходит эндогенную. Однако значение каждого вида энергии не может оцениваться только количественно, так как эффективность энергетического потока зависит не только от мощности, но и от формы поступления (концентрированно или рассеянно, к нижней или верхней границе геосферы и пр.) [8]. Таким образом, количественно небольшие потоки эндогенного происхожде-

ния являются не в меньшей степени дифференцирующим природу фактором, чем солнечная энергия [11].

Результаты полевых исследований и изучения литературных данных по характеру эндогенного потока послужили основой для экстраполяции материалов на район изучения при помощи космической информации. Для исследования использовался космический снимок с ИСЗ «Landsat-7» с RGB 4, 6, 7 каналов (0,775–0,9; 10,4–12,5; 2,09–2,35 мкм). Сравнение результатов дешифрирования, литературных данных с топографической привязкой на территории репрезентативных районов, полевые исследования с применением GPS-приемника показали высокую сопоставимость данных (табл. 1).

Влияние эндогенного тепла особенно проявляется в самоорганизации геосистем хр. Хамар-Дабан и Тункинской котловины. Так, для котловины в пределах районов с повышенными значениями теплового потока характерно развитие реликтовых и эндемичных степных сообществ, таких как криофитные степи с овсяницей Крылова (*Festuca kryloviana*), песчаные с кострцом Короткого (*Bromopsis korotkiji*). В Мондинской котловине в пределах таких районов встречаются криоксерофильные петрофитно-разнотравные степи, уникальные для Байкальского региона. Здесь развиты незабудочник саянский (*Eritrichium sajanense*) – восточносаянский эндемичный криофитно-степной вид, перигляциальные реликты – горечавка лежачая (*Gentiana decumbens*), прострел сомнительный (*Pulsatilla ambigua*), пустынная красивая (*Eremogone formosa*) [20; 21].

Полевыми ландшафтными исследованиями установлено, что на однотипных местообитаниях террасированных участков р. Иркутка с единым петрологическим составом, на лево- и правобережье в районах с меньшими значениями эндогенного тепла распространены участки североазиатских луговых степей и подтаежных сосняков. Сравнение с литературными данными и результатами дешифрирования космических снимков показало, что там, где фиксируется больший приток эндогенного тепла, представлены центральноазиатские сухостепные геосистемы.

К речным долинам хр. Хамар-Дабан, в которых отмечаются повышенные значения теплового потока (реки Утулик, Снежная, Хара-Мурин, Зун-Мурин), приурочены тополевые леса, имеющие в своем составе третичные реликты, такие как ореоптерис горный (*Oreopteris limbosperma*), рябчик Дагана (*Fritillaria dagana*), арсеневия байкальская (*Arsenjevia baicalensis*), вальдштейния тройчатая (*Waldsteinia ternata*), подмаренник трехцветковый (*Gallium triflorum*), мятлик Иркутский (*Poa ircutica*), многорядник копьевидный (*Polystichum lonchitis*), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*) и др.

На территории исследования хорошо сохранились следы вулканической деятельности. В настоящее время они имеют остаточный характер и отмечены в Еловском отроге Тункинской котловины, у притоков Иркутка (реки Замараиха и Бол. Тайгурка), на Окинском плоскогорье (Восточный Саян), в бассейне р. Зун-Мурин и в верховьях рек Утулик, Хара-Мурин, Снежная (Хамар-Дабан).

Таблица 1

Соотношение величин тепловых потоков и групп фаций

Местоположение	Координаты*	Тепловой поток, 10^{-6} Дж/(см ² ·с)*	Группы фаций
Хамар-Дабан	51°24' 104° 38'	8,0	Пихтовые кустарниково-травяные с участием неморальных реликтов (пузырник горный, арсеньевия байкальская) долинных крупных рек на буроземах и аллювиальных почвах
	51°28' 104°23'	6,7	Пихтовые с примесью кедра с фрагментами топольников с участием неморальных реликтов (ореоптерис горный, горный пузырник, арсеньевия байкальская) долинных крупных рек на буроземах и аллювиальных почвах
	51°29' 104°11'	4,3	Кедрово-пихтовые чернично-зеленомошные склоновые на горных подзолистых и слабоподзолистых гумусово-иллювиально-железистых почвах
	51°2'8 104°21'	5,3	Еловые с кедром и пихтой разнотравно-папоротниково-вейниковый (арсеньевия байкальская и алтайская, володушка золотистая) склоновые на таежных дерново-перегнойных почвах
Тункинская впадина	51°54' 102°26'	7,5	Лиственничные с примесью сосны с участками злаковых степей на подбурях (иллювиально-гумусовых; остепненных), дерновых почвах
	51°50' 102°31'	7,5	Лиственничные с примесью сосны с участками злаковых степей на подбурях (иллювиально-гумусовых; остепненных), дерновых почвах
	51°49' 102°28'	6,3	Злаково-разнотравные лугово-степные на перегнойно-дерновых, дерновых почвах
	51°45' 102°28'	6,2	Злаково-разнотравные лугово-степные на перегнойно-дерновых, дерновых почвах
	51°40' 102°26'	10,0	Кобрезиево-типчаковые и низкотравные степные на остепненных подбурях, дерновых почвах
	51°48' 102°31'	9,9	Кобрезиево-типчаковые и низкотравные степные на остепненных подбурях, дерновых почвах
	51°46' 102°11'	6,3	Сосновые подтаежные травяно-кустарниковые с участками злаково-разнотравных луговых степей на темных железистых подбурях
	51°41' 101°40'	6,2	Сосновые подтаежные травяно-кустарниковые с участками злаково-разнотравных луговых степей на темных железистых подбурях

* По данным Лысак С. В. (1976), Любимовой Е. А. (1968).

На Окинском плоскогорье, преимущественно на миоценовых базальтах, развитие получили следующие группы фаций: еловые (с примесью березы и лиственницы), местами кустарниковые (*Lonicera altaica*, *Berberis sibirica*, *Ribes spicatum*, *Caragana arborescens*) с мощным мохово-лишайниковым покровом, на фрагментарных маломощных почвах. Наложение разновозрастных лав, различия их химического состава, особенности микрорельефа и микроклиматических условий обуславливают наличие здесь разновозрастных растительных группировок, что обеспечивает разнообразие ландшафтов базальтового поля [7; 22]. На открытых участках базальтового потока представлены степные геосистемы; однако на преобладающей части территории наиболее распространены участки с кладонией, цетрарией, мхами (*Aulacomnium palustre*, *Rhytidium rugosum*), тимьяном ползучим (*Thymus serpyllum*). Также здесь широко развиты кустарники и кустарнички (*Lonicera altaica*, *Berberis sibirica*, *Empetrum sibiricum*), травянистые растения (*Saxifraga oppositifolia*, *Bergenia crassifolia*, *Festuca sphagnicola*), лиственнично-еловый подрост.

В остальных районах, где не фиксируется повышенный приток эндогенного тепла, представлены геосистемы, наиболее характерные для зонального фона: кедровые в пределах Хамар-Дабана, степные (североазиатского типа) и лиственничные в Тункинской котловине.

В процессе анализа самоорганизации геосистем района с учетом природных условий и воздействия неотектонических процессов было выявлено, что в районах с повышенным притоком эндогенного тепла происходит сохранение реликтовых компонентов геосистем; в районах развития альпийно-типных форм рельефа формируются молодые гольцовые типы геосистем.

Выводы

Отличительная черта самоорганизации геосистем района исследований заключается в том, что сквозные для всех иерархических уровней критерии – вещественно-энергетический обмен и развитие – изменяются в результате специфического воздействия рифтогенных факторов: высокой тектонической активности, неоген-четвертичного вулканизма, повышенных значений эндогенного теплового потока.

Формирование и развитие неотектонической структуры Южного Прибайкалья определяют три энергонесущих элемента глубинного строения Земли: мощный астенолит; легкие блоки земной коры, насыщенные гранитоидными интрузиями; вертикальный канал (колонна) мантии. Энергонесущие элементы, в свою очередь, влияют на формирование компонентов геосистем и их взаимосвязей.

Воздействие энергонесущих элементов глубинного строения Земли привело к формированию в районе различных контрастных форм рельефа. Это ледниково-эрозионные горы с вертикальным расчленением от 600 до 1200 м, для которых характерен крутосклонный альпийно-типный рельеф с высотами до 3284 м (Тункинские гольцы); пологие среднегорные северо-западные отроги западной части хр. Хамар-Дабан, уплощенные поверхности

неоген-четвертичных базальтовых покровов (Хамар-Дабан); котловинная территория (система Тункинских котловин).

Сочетание горных и котловинных территорий сказывается на литолого-геоморфологических условиях и дифференциации климатических показателей. Дифференциация геосистем района отражает особенности формирования их компонентов, происходящих в условиях специфического воздействия эндогенных источников энергии.

Влияние эндогенного тепла особенно проявляется в самоорганизации геосистем Тункинской котловины и речных долин северного макросклона хр. Хамар-Дабан, где отмечаются наивысшие значения теплового потока. Здесь сухостепные геосистемы центральноазиатского типа, подгорные подтаежные остепненные геосистемы приурочены к районам повышенного значения эндогенного тепла. По предгорьям хр. Хамар-Дабан распространены широколиственные пихтарники, относящиеся к реликтам неморального комплекса. Прослеживается связь между пихтарниками и широколиственными хвойными лесами плиоцена. Именно в пихтарниках сохранились реликты широколиственных лесов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-05-00902.

Список литературы

1. Арманд А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А. Д. Арманд. – М. : Наука, 1988. – 261 с.
2. Арманд А. Д. Механизмы устойчивости геосистем / А. Д. Арманд, Н. Ф. Глазовский, Е. В. Козлова, А. Н. Кренке. – М. : Наука, 1992. – 206 с.
3. Байкал. Атлас. – М. : Федер. служба геодезии и картографии России, 1993. – 159 с.
4. Белова В. А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири / В. А. Белова. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1985. – 158 с.
5. Бугаевский Г. Н. Сейсмологические исследования неоднородностей мантии Земли / Г. Н. Бугаевский. – Киев : Наукова Думка, 1978. – 184 с.
6. Вилор Н. В. Спутниковый мониторинг инфракрасного излучения геологоструктурных элементов Саяно-байкало-патомской горной области и Байкальской рифтовой зоны / Н. В. Вилор, Н. П. Минько // Исслед. Земли из космоса – 2002. – № 4. – С. 55–61.
7. Современное состояние ландшафтов Окинской котловины (Восточный Саян) / В. Б. Выркин, А. И. Шеховцов, И. А. Белозерцева, И. Н. Алешина, В. В. Захаров, Н. В. Кичигина, А. А. Черкашина // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 98–107.
8. Геренчук К. И. Общее землеведение / К. И. Геренчук, В. А. Боков, И. Г. Черванец. – М. : Высш. шк., 1984. – 255 с.
9. Голубев В. А. Геотермия озера Байкал / В. А. Голубев. – Новосибирск : Наука, 1982. – 150 с.
10. Голубев В. А. Кондуктивный и конвективный вынос тепла в Байкальской рифтовой зоне / В. А. Голубев. – Новосибирск : Гео, 2007. – 222 с.
11. Григорьев А. А. Закономерности строения и развития географической среды / А. А. Григорьев. – М. : Мысль, 1966. – 382 с.

12. *Думитрашко Н. В.* Происхождение Байкала и оледенение Прибайкалья / Н. В. Думитрашко, Л. Г. Каманин // Тр. ин-та географии АН СССР. – 1946. – Вып. 37. – С. 21–31.
13. *Киселев А. И.* Вулканизм Байкальской рифтовой зоны и проблемы глубинного магмообразования / А. И. Киселев, М. Е. Медведев, Г. А. Головкин. – Новосибирск : Наука, 1979. – 198 с.
14. *Коновалова Т. И.* Уникальность геосистем и функциональное зонирование центральной экологической зоны оз. Байкал / Т. И. Коновалова // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2011. – Т. 4, № 2. – С. 107–120.
15. *Коновалова Т. И.* Самоорганизация геосистем юга Средней Сибири / Т. И. Коновалова. – Новосибирск : Гео, 2012. – 148 с.
16. *Крылов П. Н.* Тайга с естественноисторической точки зрения / П. Н. Крылов // Научные очерки Томского края. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1898. – 15 с.
17. *Лысак С. В.* Геотермическое поле Байкальской рифтовой зоны / С. В. Лысак, Ю. А. Зорин. – М. : Наука, 1976. – 91 с.
18. *Любимова Е. А.* Тепловая аномалия в области Байкальского рифта // Байкальский рифт / отв. ред. Н. А. Флоренсов. – М. : Наука, 1968. – С. 159–160.
19. *Мартынова А. С.* Почвы северной части Байкальского гос. заповедника / А. С. Мартынова, В. П. Мартынов // Охрана и рациональное использование почв Западного Забайкалья. – Улан-Удэ, 1980. – С. 34–46.
20. *Намзалов Б. Б.* Основные черты растительного покрова Тункинского национального парка / Б. Б. Намзалов, С. А. Холбоева // Состояние и проблемы особо охраняемых природных территорий Байкальского региона : материалы республ. совещания. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1996. – С. 81–94.
21. *Намзалов Б. Б.* Степи. Общий очерк и характеристика степных фитоценозов / Б. Б. Намзалов, С. А. Холбоева, Т. М. Гришкина // Бурятия: растительный мир. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1998. – С. 109–142.
22. *Папаев А. П.* Эколого-географические особенности вулканогенных ландшафтов Восточного Саяна (на примере долины р. Жомболок) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / А. П. Папаев. – Улан-Удэ, 2007. – 21 с.
23. *Преображенский В. С.* Организация, организованность ландшафтов / В. С. Преображенский. – М. : Ин-т географии АН СССР, 1986. – 52 с.
24. *Ретеюм А. Ю.* Земные миры / А. Ю. Ретеюм. – М. : Мысль, 1988. – 266 с.
25. *Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд., 1978. – 319 с.
26. *Справочник по климату СССР. Вып. 22, ч. 2.* Температура воздуха и почвы. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 360 с.
27. *Справочник по климату СССР. Вып. 22, ч. 4.* Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л. : Гидрометеиздат, 1968. – 280 с.
28. *Тюлина Л. Н.* Из истории растительного покрова северо-восточного побережья Байкала / Л. Н. Тюлина // Проблемы физической географии. – Сб. 15. – М. : Наука, 1950. – С. 62–67.
29. *Уфимцев Г. Ф.* Морфотектоника Байкальской рифтовой зоны / Г. Ф. Уфимцев. – Новосибирск : Наука, 1992. – 216 с.
30. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация / Г. Хакен. – М. : Мир, 1980. – 224 с.
31. *Черных Д. В.* Горные ландшафты: пространственная организация и экологическая специфика / Д. В. Черных, В. И. Булатов // ГПНТБ, ИВЭП СО РАН. Сер. Экология. Вып. 65. – Новосибирск, 2002. – 83 с.

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

33. *Dogliani C.* Rift assimetry and continental uplift / C. Doglioni, E. Carminati // *Tectonics*. – 2003. – Vol. 22, N 3, 1024. – P. 8–11.

Self-Organization of Geosystems of the Southern Baikal Region

М. А. Nogovitsyna

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS

Abstract. Southern Baikal region is located within the Baikal rift zone and the Altai-Sayan folded area. Self-organization of geosystems of the study area accounted for is in terms of the specific impact of the processes of geodynamic active area. Here are the main factors of self-organization of geosystems – material-energy metabolism, development, internal and external relationships, resonance, and resistance are influenced by the increased influx of endogenous heat, Neogene-Quaternary volcanism and high tectonic activity areas. The formation and development of neotectonic structures of the study area is determined by three energy element of the deep structure of the Earth – a powerful actinolyte, light crustal blocks and the vertical channel of the mantle. They, in turn, affect the formation of components of geosystems and their relationships. In article results of researches of factors of self-organization of geosystems of the southern Baikal region, conducted based on the methodology of the study of the process of self-organization, field-out of field work, interpretation of space images. Shows the effect of the energy elements in the formation, development and current state of geosystems of the territory. It was revealed, that the southern Baikal region characterized by 5 stages of change self-organization of geosystems, each of which left an imprint in the modern structure of geosystems.

Found that within districts, which records high values of the endogenous heat is concentrated geosystems, having in its composition as the ancient (relict) components and endemic.

Keywords: self-organization, geosystem, factor, Baikal rift zone, the energy-carrier elements, endogenous heat.

Reference

Armand A.D. Self-organization and self-regulation in geographic systems [Samoor-ganizacija i samoregulirovanie geograficheskikh system]. M., 1988. 261 p.

Armand A.D., Glazov N.F., Kozlova E.V., Krenke A.N Mechanisms of resistance of geosystems [Mehanizmy ustojchivosti geosistem]. M., 1992. 206 p.

Baikal. Atlas [Bajkal. Atlas]. M., 1993. 159 p.

Belova V.A. Vegetation and climate of late Cenozoic in the South of Eastern Siberia [Rastitel'nost' i klimat pozdnego kajnozoja juga Vostochnoj Sibiri]. Novosibirsk, 1985. 158 p.

Bugaevskij G.N. Seismological studies of heterogeneities in the Earth's mantle [Sejsmologicheskie issledovanija neodnorodnostej mantii Zemli]. Kiev, 1978. 184 p.

Vilor N.V., Min'ko N.P. Satellite monitoring of infrared radiation of geological-structural elements of the Sayan-Baikal-patascoy mountain region and the Baikal rift zone [Sputnikovyj monitoring infrakrasnogo izluchenija geologo-strukturnyh jelementov Sa-

jano-bajkalo-patomskoj gornoj oblasti i Bajkal'skoj riftovoj zony]. *Study of Earth from space – Issledovanie Zemli iz kosmosa*, 2002, no 4, pp. 55–61.

Vyrkin V.B., Shehovcov A.I., Belozerceva I.A., Aleshina I.N., Zaharov V.V., Kichigina N.V., Cherkashina A.A. Modern condition of landscapes of the Oka basin (Eastern Sayan) [Sovremennoe sostojanie landshaftov Okinskoj kotloviny (Vostochnyj Sajan)]. *Geography and natural resources – Geografija i prirodnye resursy*, 2012, no 4, pp. 98–107.

Gerenchuk K.I., Bokov V.A., Chervanec I.G. General earth science [Obshee zemlevedenie]. M., 1984. 255 p.

Golubev V.A. Geothermal energy of lake Baikal [Geotermija ozera Bajkal]. Novosibirsk, 1982. 150 p.

Golubev V.A. Conductive and convective heat flow in the Baikal rift zone [Konduktivnyj i konvektivnyj vynos tepla v Bajkal'skoj riftovoj zone]. Novosibirsk, 2007. 222 p.

Grigor'ev A.A. Regularities of the structure and development of the geographical environment [Zakonomernosti stroenija i razvitija geograficheskoj sredy]. M., 1966. 382 p.

Dumitrashko N.V., Kamanin L.G. The origin of the Baikal lake and the ice of the Baikal region [Proishozhdenie Bajkala i oledenenie Pribajkal'ja]. M., 1946, issue 37, pp. 21–31.

Kiselev A.I., Medvedev M.E., Golovko G.A. Volcanism of the Baikal rift zone and problems of deep magma formation [Vulkanizm Bajkal'skoj riftovoj zony i problemy glubinogo magmoobrazovanija]. Novosibirsk, 1979. 198 p.

Konovalova T.I. Uniqueness of geosystems and functional zoning of the Central ecological zone of the lake. Baikal [Unikal'nost' geosistem i funkcional'noe zonirovanie central'noj jekologicheskoj zony oz. Bajkal]. News of Irkutsk state University – *Izvestija Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*. Series “Earth Sciences”, T. 4, no 2, 2011, pp. 107–120.

Konovalova T.I. The self-organization of geosystems of the southern Middle Siberia [Samoorganizacija geosistem juga Srednej Sibiri]. Novosibirsk, 2012. 148 p.

Krylov P.N. Taiga natural history point of view [Tajga s estestvennoistoricheskoj točki zrenija]. The Scientific essays of the Tomsk region – Nauchnye ocherki Tomskogo kraja. Tomsk, 1898. 15 p.

Lysak S.V., Zorin Ju.A. Geothermal field of the Baikal rift zone [Geotermicheskoe pole Bajkal'skoj riftovoj zony]. M., 1976. 91 p.

Ljubimova E.A. Heat anomaly in the region of the Baikal rift [Teplovaja anomalija v oblasti Bajkal'skogo rifta]. The Baikal rift – Bajkal'skij rift. M., 1968, pp. 159–160.

Martynov A.S., Martynov V.P. The Soils of the Northern part of the Baikal state reserve [Pochvy severnoj chasti Bajkal'skogo gos. zapovednika]. Protection and rational use of soils of the Western Transbaikalia – Ohrana i racional'noe ispol'zovanie pochv Zapadnogo Zabajkal'ja. Ulan-Ude, 1980, pp. 34–46.

Namzalov B.B., Holboeva S.A. Main features of the vegetation of the Tunka national Park [Osnovnye cherty rastitel'nogo pokrova Tunkinskogo nacional'nogo parka]. Materials of Republican meeting – Materialy respublikanskogo soveshhanija. Ulan-Ude, 1996, pp. 81–94.

Namzalov B.B., Holboeva S.A., Grishkina T.M. Steppe. The outline and characteristics of steppe phytocenoses [Stepi. Obshhij ocherk i harakteristika stepnyh fitocenzozov]. Buryatia: the plant world – Burjatija: rastitel'nyj mir. Ulan-Ude, 1998, pp. 109–142.

Papaev A.P. Ecological-geographical features of the volcanic landscapes of the Eastern Sayan (for example, the river valley of Zhombolok) [Jekologo-geograficheskie osobennosti vulkanogennyh landshaftov Vostochnogo Sajana (na primere doliny r. Zhom-

bolok)]. Abstract.dis. kand.geogr.sciences – Avtoref.dis. ... kand. geogr. nauk. Ulan-Ude, 2007. 21 p.

Preobrazhenskij V.S. Organization, organization of landscapes [Organizacija, organizovannost' landshaftov]. M., 1986. 52 p.

Retejum A.Ju. Earthly worlds [Zemnye miry]. M, 1988. 266 p.

Sochava V. B. Introduction to the doctrine of geosystems [Vvedenie v uchenie o geosistemah]. Novosibirsk, 1978. 319 p.

Handbook on the USSR climate [Spravochnik po klimatu SSSR]. Issue 22, part 2 – The Temperature of air and soil – Vypusk 22, chast' 2 – “Temperatura vozduha i pochvy”. Leningrad, 1966. 360 p.

Handbook on the USSR climate [Spravochnik po klimatu SSSR]. Issue 22, part 4 – Air humidity, atmospheric precipitation and snow cover – Vlazhnost' vozduha, atmosferynye osadki i snezhnyj pokrov. Leningrad, 1968. 280 p.

Tyulina L.N. From the history of the vegetation of the North-Eastern Baikal coast [Iz istorii rastitel'nogo pokrova severo-vostochnogo poberezh'ja Bajkala]. *Problems of physical geography – Problemy fizicheskoj geografii*. A collection of 15. M., 1950, pp. 62–67.

Ufimcev G.F. Morphotectonics the Baikal rift zone [Morfotektonika Bajkal'skoj riftovoj zony]. Novosibirsk, 1992, 216 p.

Haken G. Information and self-organization [Informacija i samoorganizacija]. M., 1980, 224 p.

Chernykh D.V., Bulatov V.I. Mountain landscapes: spatial arrangement and ecological specificity [Gornye landshafty: prostranstvennaja organizacija i jekologicheskaja specifika]. Ser. Ecology, issue 65. Novosibirsk, 2002, p. 83.

Shhetnikov A.A., Ufimcev G.F. The Structure of the relief and the newest tectonics of the Tunka rift (South-West Pribaikalye) [Struktura rel'efa i novejschaja tektonika Tunkinskogo rifta (jugo-zapadnoe Pribajkal'e)]. M, 2004. 160 p.

Dogliani S., Carminati E. Rift assimetry and continental uplift. *Tectonics*, 2003, vol. 22, no 3, 1024, pp. 8–11.

Ноговицына Мария Александровна

младший научный сотрудник

Институт географии им. В. Б. Сочавы

СО РАН

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

тел.: (3952) 42-63-33

Nogovitsyna Maria Aleksandrovna

Junior Research Scientist

Institute of Geography SB RAS

1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033

Tel.: (3952) 42-63-33