

УДК 528.9:911.2

ГЕОСИСТЕМНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНОВ СЕВЕРНОЙ АЗИИ)

Кузнецова Т.И.

ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru

Исследование выполнено в рамках создания регионального Атласа бассейна озера Байкал, территория которого целиком расположена в пределах внетропического пространства суши Северного полушария в границах двух суверенных государств – России и Монголии. В статье представлена методика создания ландшафтно-экологических карт для информационного обеспечения анализа факторов природного экологического риска (ЭР). Специфика исследования заключается в дальнейшем развитии геосистемного картографирования как основного варианта синтеза междисциплинарной географической информации о природной среде для получения новых знаний об объекте исследования. Рассмотрены наиболее важные аспекты решаемой проблемы: информационная база, методы картографирования, характеристики, критерии оценки факторов природного ЭР. Методология картографирования факторов природного ЭР связана с реализацией конструктивного подхода и концепции саморегулирования геосистем как сложного процесса, объединяющего все относящиеся к их стабилизирующей динамике. Данная концепция предусматривает процесс рассмотрения природных свойств конкретной территории как сложное полисистемное исследование, позволяющее отразить не только объективно существующую ситуацию, но и прогнозируемую проблемную ситуацию, а также способы ее минимизации. В качестве информационной основы прогноза природного ЭР как возможных неблагоприятных изменений природной среды, возникающих в результате спонтанного развития или внешнего, в том числе антропогенного воздействия, используются знания о свойствах геосистем исследуемого региона. Эта проблематика связана с многоаспектным и многовариантным анализом текущего и будущего состояния геосистем, разработкой общих принципов их специализированных классификаций, а также региональных геосистемных признаков-индикаторов и способов отображения природных ЭР в легендах карт.

Ключевые слова: экологический риск, геосистемные индикаторы, саморегулирование, функционирование, классификация

GEOSYSTEM MAPPING THE NATURAL ENVIRONMENTAL RISK FACTORS (AS EXEMPLIFIED BY THE NORTH ASIA REGIONS)

Kuznetsova T.I.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru

The study was carried out for creation of a regional Atlas of the Lake Baikal basin, the territory of which is entirely located within the extratropical space of the Northern Hemisphere land within the borders of two sovereign states – Russia and Mongolia. The paper presents a methodology for creating landscape-ecological maps implementing the information support for the analysis of natural environmental risk factors (ER). Specificity of the study is to develop geosystem mapping as the main variant of synthesis of interdisciplinary geographical information about the natural environment for obtaining new knowledge about the research object. The most important aspects of the solved problem are considered: information base, mapping methods, characteristics, criteria for estimating the factors of natural ER. The methodology of mapping the factors of natural ER is associated with the implementation of a constructive approach and a concept of self-regulation of geosystems, as a complex process that unites everything related to their stabilizing dynamics. This concept provides for the process of considering the natural properties of a particular territory as a complex polysystemic study that allows reflecting not only the objectively existing situation, but also the predicted problem situation, as well as ways to minimize it. As a basis for the forecast of natural ER as possible adverse changes in the natural environment arising as a result of spontaneous development or external, even anthropogenic, impact, we use knowledge of the properties of the geosystems in the region under investigation. This problem is connected with a multifaceted and multivariate analysis of the current and future state of geosystems, the development of general principles of their specialized classifications, as well as regional geosystemic indicators and methods for mapping natural ERs in the map legends.

Keywords: environmental risk, geosystem indicators, self-regulation, functioning, classification

С точки зрения природной составляющей экологический риск (ЭР) – это изменение ландшафта и его компонентов в результате внешнего, в том числе антропогенного воздействия. Обзорное картографирование факторов природного ЭР крупных регионов является актуальным в плане информационного обеспечения механизмов и рычагов межгосударственного, государственного,

регионального и подчиненного ему местного административного управления экологически сбалансированным устойчивым развитием единой территориальной системы.

Анализ литературных и картографических источников этой тематики показывает, что до настоящего времени отсутствует единая, отвечающая современному уровню требований, концепция обзорного картогра-

фирования природных факторов ЭР. Уже имеющаяся солидная картографическая база, созданная, как правило, на основе одноуровневых ландшафтных классификаций, не согласуется ни территориально, ни концептуально, а в качестве экологических индикаторов ЭР используются характеристики различных компонентов ландшафтов. Большое разнообразие покомпонентных классификаций ЭР создает определенные трудности при сопоставлении имеющейся картографической информации.

Для решения задач, касающихся принятия определенной стратегии развития крупных регионов и географического прогноза возможных отрицательных последствий принимаемых управленческих решений, необходимо создание специализированной картографической информационной системы (КИС) комплексного геосистемного экологического содержания. Анализ природных факторов ЭР не имеет смысла вне исследования сложных целостных природных систем – геосистем, потому как целое – больше суммы его частей. В этом плане особенно важно все, имеющее отношение к динамике геосистем.

Целью исследования является разработка концепции обзорного картографирования факторов природного ЭР, а именно: 1 – создание специализированной классификации геосистем, устанавливающей общий диапазон природных признаков-индикаторов ЭР и позволяющей упорядочить их соотношение посредством геосистемных типологических общностей; 2 – разработка методики создания и содержания обзорной КИС «Факторы природного экологического риска бассейна озера Байкал» геосистемного геоэкологического содержания.

Материалы и методы исследования

Мелкомасштабное картографирование природного ЭР бассейна озера Байкал проводится с позиций конструктивного полисистемного подхода и основывается на многоуровневом многоаспектном, но в конечном счете едином исследовании ландшафтов. Новые задачи, связанные с разработкой научной концепции обзорного картографирования природного ЭР крупного региона на основе геосистемных принципов, требуют создания целереализующей специализированной классификации геосистем. Изменения геосистем, в силу их целостности, не могут быть познаны посредством суммирования результатов изменения отдельных компонентов. Поэтому необходимы природ-

ные факторы, определяющие закономерности и особенности изменения всей совокупности природных сочетаний, а именно геосистем.

Практически весь процесс исследования сосредотачивается на 1 – выявлении конкретной системы показателей свойств геосистем для индикации и качественной оценки природного ЭР; 2 – обеспечении доказательств надежности полученных результатов посредством совокупности множества используемых данных, взаимосвязанных в единую КИС «Факторы природного экологического риска бассейна озера Байкал».

Научную основу исследования составляют разработки ученых – последователей школы геосистемного картографирования академика В.Б. Сочавы: геосистемного картографирования доктора Т.И. Коноваловой [1], геоэкологического картографирования доктора А.Р. Батуева [2] и полисистемного картографирования доктора А.К. Черкашина [3].

В нашем случае используется геосистемный конструктивный подход как прикладной аспект исследования природной среды, обеспечивающий потенциальную возможность постановки задач картографирования как поиска неизвестных на данном уровне проработки географических явлений и закономерностей. Объектами исследования являются геосистемы бассейна озера Байкал регионального иерархического уровня, которые в тематическом плане с учетом биосоциальной сущности человека рассматриваются и как экологическая (природная) среда, и как среда обитания человека (биологического вида), и как ресурсная база его хозяйственной деятельности. Такой подход позволяет сформулировать новое более емкое содержание объекта исследования, которое отличается от такового в частных географических дисциплинах. Оно обеспечивает перевод ряда характеристик свойств геосистем в индикационные эколого-географические зависимости, позволяющие судить об экологических ситуациях в сравнении с географической информацией об объекте.

В геосистемных исследованиях бассейна озера Байкал природный ЭР рассматривается как «вероятность и степень опасности изменений в структуре и функционировании геосистем в результате внешнего воздействия или спонтанного развития» [4, с. 46]. Для исследования свойств геосистем – индикаторов ЭР – используется совокупность методов картографического подхода: геосистемного

анализа (структурного, структурно-иерархического, структурно-динамического, структурно-функционального, ценностного), геоэкологической индикации, а также методы идентификации, интерпретации и систематизации географической информации в единую картографическую информационную систему КИС. Исходную информационную базу тематических данных составляют фундаментальные картографические произведения Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Разработана система специализированных классификаций геосистем, отражающая взаимосвязи экологической среды, ресурсной среды и среды жизнедеятельности человека. Она явилась теоретической основой создания электронной КИС «Факторы природного экологического риска бассейна озера Байкал». Контур каждой выделенной геосистемы (рисунок) рассматривается как информационная ячейка сосредоточения информации о регионе, а вся тематическая нагрузка КИС представляет собой целостную проблемно-ориентированную систему формализованных легенд карт (подписи к рисунку разделы I–III), структурированных в систему таблиц. Их тематическое содержание отражает структуру геосистем и их дифференциацию по степени выраженности процесса саморегулирования как интегрального индикатора стабилизирующей динамики геосистем, свойства, зависящего от особенностей их структуры и функционирования.

Экологическая нагрузка КИС «Факторы природного экологического риска бассейна озера Байкал» является интерпретацией информации разработанной ранее базовой карты «Ландшафтно-экологические комплексы бассейна озера Байкал» [5, с. 69]. Была проведена целереализующая декомпозиция ее контурной основы и переработано тематическое содержание, что нашло свое отражение в первом разделе легенды КИС «Основные природные структуры». Согласно масштабу картографирования был установлен основной таксономический уровень исследования геосистем для индикации ЭР – подгруппы геомов, как наиболее полно отражающие экологические условия местоположений геосистем – и проведена географическая генерализация тематического научного содержания карты.

Наряду с этим в легенде производной карты имеются тематические разделы «Степень саморегулирования геосистем и его факторы», «Устойчивость геосистем», «Чувствительность геосистем», «Степень благоприятности природных условий для жизнедеятельности людей», «Предрасположенность геосистем к природному ЭР», «Рекомендуемые природоохранные режимы использования геосистем».

Система специализированных классификаций геосистем (фрагмент)

I. Основные природные структуры

A. Североазиатские аркто-бореальные.

1. Геосистемы гольцово-таежные высокогорные восточно-сибирского типа (альпинотипные, местами субальпинотипные, гольцовые, подгольцовые, редколесные). 2. Геосистемы горнотаежные и таежные лиственничные байкало-джугджурские, горнотаежные темнохвойные южносибирские, лиственничные среднесибирские, лиственничные амуро-сахалинские (лиственнично-маревые, мерзлотно-болотные). 3. Геосистемы горнотаежные и таежные лиственничные байкало-джугджурские, горнотаежные темнохвойные южносибирские, горнотаежные светлохвойные южносибирские, среднетаежные лиственничные среднесибирские. 4. Геосистемы горнотаежные и таежные лиственничные байкало-джугджурские, горнотаежные и таежные темнохвойные южно-сибирские, южнотаежные среднесибирские, южнотаежные амуро-сахалинские, горнотаежные сосновые южно-сибирские.

Б. Североазиатские семиаридные. 5. Геосистемы горные и подгорные подтаежные байкало-джугджурские, южносибирские, среднесибирские и амуро-сахалинские. 6. Геосистемы лугово-степные южно-сибирские, южнотаежные сосновые, сосновые и борových равнин среднесибирские.

В. Центрально-Азиатские аридные. 7. Геосистемы горностепные и степные разнотравно-дерновиннозлаковые и дерновинноразнотравные дауро-монгольские. 8. Геосистемы горностепные и степные дерновиннозлаковые дауро-монгольские.

II. Степень саморегулирования геосистем и его факторы. Предрасположенность геосистем к природному ЭР

1. Саморегулирование максимально низкое – ЭР максимально высокий (геосистемы экстремальных условий развития: очень холодных избыточно влажных местоположений, максимально чувствительные,

максимально неустойчивые, максимально неблагоприятные для жизнедеятельности людей). 2. Саморегулирование очень низкое – ЭР очень высокий (геосистемы редуцированных условий развития: холодных влажных местоположений, очень чувствительные, очень неустойчивые, очень неблагоприятные для жизнедеятельности людей). 3. Саморегулирование относительно низкое – ЭР относительно высокий (геосистемы редуцированных условий развития: умеренно холодных умеренно влажных местоположений, малочувствительные, относительно устойчивые, малоблагоприятные для жизнедеятельности людей). 4. Саморегулирование относительно высокое – ЭР относительно низкий (геосистемы оптимальных условий развития: теплых недостаточно влажных местоположений, малочувствительные, устойчивые, относительно благоприятные для жизнедеятельности людей). 5. Саморегулирование высокое – ЭР низкий (геосистемы оптимальных условий развития: теплых недостаточно влажных местоположений, относительно малочувствительные, относительно устойчивые, наиболее благоприятные для жизнедеятельности людей). 6. Саморегулирование относительно высокое – ЭР относительно низкий (геосистемы оптимальных условий развития: очень теплых недостаточно влажных местоположений, относительно малоустойчивые, относительно чувствительные благоприятные для жизнедеятельности людей). 7. Саморегулирование низкое – ЭР высокий (геосистемы очень теплых очень сухих местоположений, чувствительные, неустойчивые, малоблагоприятные для жизнедеятельности людей). 8. Саморегулирование очень низкое – ЭР очень высокий (геосистемы жарких и очень сухих местоположений, очень чувствительные очень неустойчивые, малоблагоприятные для жизнедеятельности людей).

III. Рекомендуемые природоохранные режимы использования геосистем

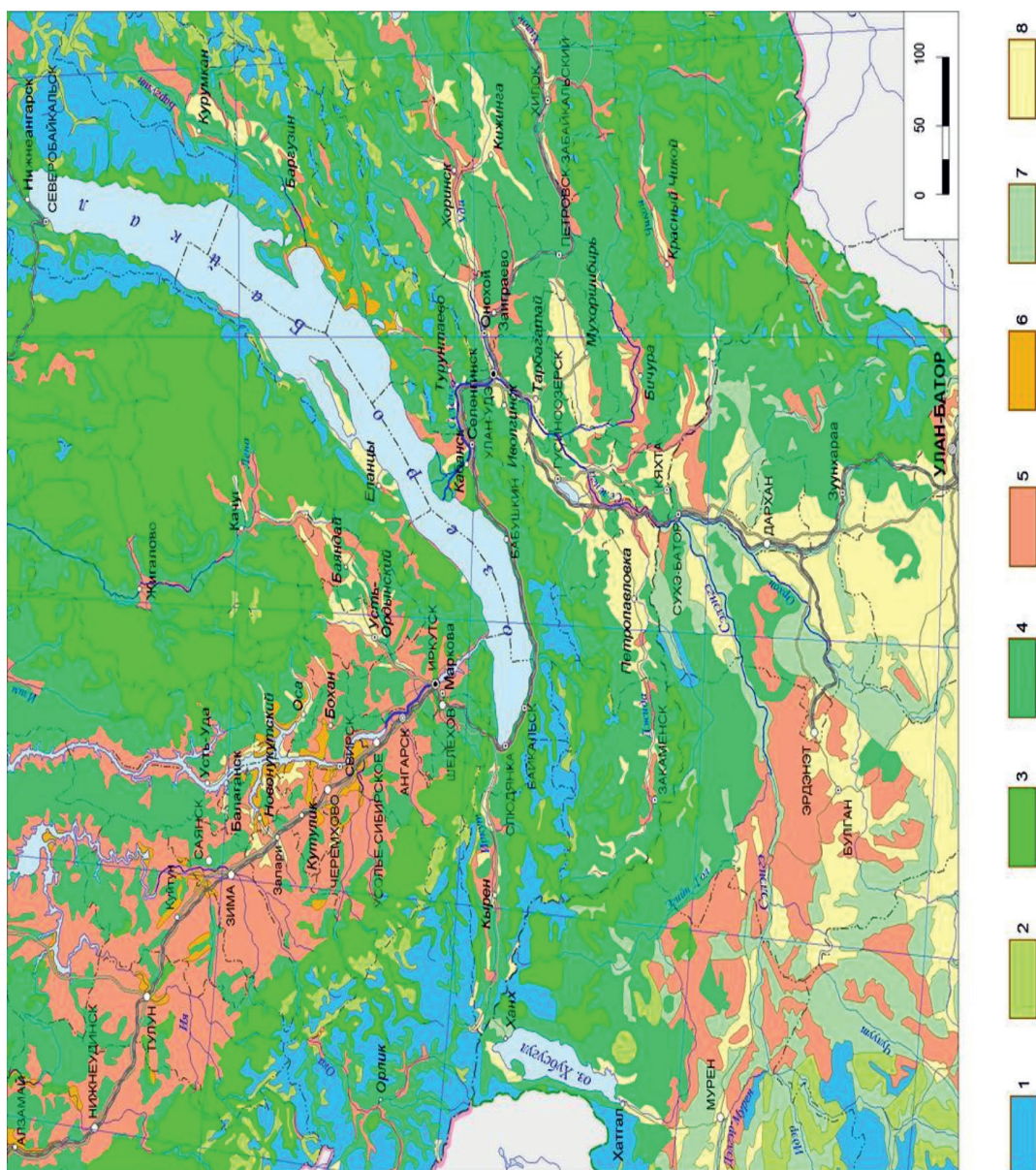
1. Строго защитный с предупреждающими природоохранными мерами в случае использования. 2. Эксплуатационно-защитный – специализированное использование с выделением защитных зон охраны природы для предупреждения возможного изменения структуры геосистем. 3. Защитно-эксплуатационный с объектно-покомпонентным использованием и последующим восстановлением используемых компонентов природы. 4. Эксплуа-

ционный с выделением природоохранных и восстановительных кедровых зон. 5. Эксплуатационный с выделением охранных зон и восстановлением используемых компонентов природы. 6. Защитно-эксплуатационный комбинированный с выделением природоохранных зон. 7. Эксплуатационно-защитный с восстановлением используемых компонентов в целях предотвращения усиления аридизации. 8. Защитный с предупреждающими мерами охраны природы в случае использования в целях предотвращения усиления аридизации.

Примечание. В разделах классификаций II. «Саморегулирование геосистем и его факторы». «Предрасположенность геосистем к природному ЭР» и III. «Рекомендуемые природоохранные мероприятия» арабскими цифрами обозначены природные структуры, представленные в разделе I классификации «Основные природные структуры».

Интегральным геосистемным индикатором ЭР, представленным в легенде КИС «Факторы природного экологического риска бассейна озера Байкал», является саморегулирование геосистем. Известно, что при всем естественном стремлении геосистем к изменению структуры в процессе самоорганизации всегда существует стабилизирующее их начало, которое обусловлено свойством саморегулирования, способствующим сохранению структуры геосистем во времени, несмотря на многочисленные воздействия [6]. В легенде карты отражены основные факторы саморегулирования геосистем (целостность, иерархичность, функционирование, динамика), научное определение которым было дано академиком В.Б. Сочавой. Эти факторы обеспечивают экологическое равновесие природной среды, что по своей сути представляет собой простейший вид управления, осуществляемый самой природой без какого-либо участия человека.

Способность к саморегулированию определяется экологическими условиями местоположений геосистем. Редуцированные геосистемы, для которых характерен недостаток тепла или избыток влаги, а также низкая биологическая продуктивность растительности, оказываются более чувствительными; при оптимальных экологических условиях местоположений геосистемы менее чувствительны к изменениям внешней среды и более устойчивы к внешнему воздействию [4] (см. подписи к рисунку, раздел II).



Факторы природного ЭР бассейна озера Байкал (фрагмент единой пространственно-картографической основы)

Саморегулирование геосистемы осуществляется до тех пор, пока сохраняется ее инвариантная структура, потому что в инварианте геосистемы отражается природный потенциал, определяющий все ее переменные состояния, индицирующие уравнишенность ее внешней и внутренней сред. На основе анализа степени отклонения внутри- и внешнеструктурных характеристик геосистем построены структурно-геомерные модели их экологической стабильности, или экологической устойчивости (см. подписи к рисунку, раздел II). Экологическая устойчивость индицирует возможности развития и восстановления геосистемы в случае внешнего воздействия. В случае значительного воздействия при условии низкой устойчивости существенно увеличивает вероятность изменения структуры геосистемы. В качестве спусковых механизмов саморегулирования геосистем выступают особенности природных режимов геосистем, характеристики которых представлены в легенде (лиственнично-маревые, мерзлотные, мерзлотно-болотные, ерниковые и пр.) (см. подписи к рисунку, раздел I).

Заключение

В целом многоаспектная структура КИС «Факторы природного экологического риска бассейна озера Байкал» отражает последовательность многоступенчатой системы анализа геосистем. Единая специализированная система классификаций отражает расслоение геосистем по типам связей и позволяет отобразить самые разные тематические аспекты их характеристики при единой группировке пространственных данных. Подобная система классификаций обеспечивает решение практической задачи автоматизации процесса картографирования возможностями современных ГИС-технологий, так как в дальнейшем уже не требуется процедура анализа геосистем и выделения наиболее существенного из всей массы географического знания о них. Наряду с этим, КИС является необходимой информационной и теоретико-методической базой для дальнейшего совершенствования существующих и разработки новых методов анализа и оценки факторов природного ЭР крупных регионов.

Исследование выполнено в рамках тем Плана НИР Института географии

им. В.Б. Сочавы СО РАН «Геоинформационное картографирование и математическое моделирование географической среды в условиях глобализации и воздействия на природные и социально-экономические процессы в Сибири и на сопредельных территориях» (№ 0347-2016-0004).

Список литературы

1. Коновалова Т.И. Геосистемное картографирование / Т.И. Коновалова. – Новосибирск: Акад. Изд-во «ГЕО», 2010. – 186 с.
2. Батуев А.Р. Обоснование и картографирование территориальной структуры экологического каркаса региона / А.Р. Батуев, Д.А. Лопаткин // Известия Иркутского университета. Серия: Науки о Земле. – 2008. – Т. 1, № 1. – С. 56–75.
3. Черкашин А.К. Теоретическая картография и теория создания оценочных карт природных рисков / А.К. Черкашин, Н.Е. Красноштанова // Геодезия и картография. – 2011. – № 3. – С. 18–23.
4. Кузнецова Т.И. Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона / Т.И. Кузнецова, В.М. Плюснин // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 2. – С. 43–49.
5. Экологический атлас бассейна оз. Байкал / ред. А.К. Тулохонов, В.М. Плюснин, С.В. Куделя. – Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 145 с.
6. Коновалова Т.И. Самоорганизация геосистем юга Средней Сибири / Т.И. Коновалова. – Новосибирск: Акад. Изд-во «ГЕО», 2012. – 148 с.

References

1. Konovalova T.I. Geosistemnoe kartografirovaniye [Geosystems Mapping]. Novosibirsk, Akad. Izd-vo «GEO», 2010, 186.
2. Batuev A.R., Lopatkin D.A. Substantiation and Mapping of the Territorial Structure of the Ecological Framework of the Region [Obosnovaniye i kartografirovaniye territorial'noi struktury ekologicheskogo karkasa regiona]. Izvestiya Irkutskogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle – Izvestiya Irkutskogo Universiteta, Series: Earth Sciences, 2008, no. 1, pp. 56–75.
3. Cherkashin A.K., Krasnoshtanova N.E. Theoretical Cartography and Theory of Creating Estimating Maps of Natural Risks [Teoreticheskaya kartografiya i teoriya sozdaniya otsenochnykh kart prirodnnykh riskov]. Geodeziya i kartografiya – Geodesy and Cartography, 2011, no. 3, pp. 18–23.
4. Kuznetsova T.I., Plusnin V.M. Geosystem Cartographic Interpretations for Information Support of Ecological Risk Management in the Baikal Region [Geosistemnye kartograficheskie interpretatsii dlia informatsionnogo obespecheniya upravleniya ekologicheskim riskom Baikal'skogo regiona]. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti – Bezopasnost' Zhiznedeyatel'nosti, 2014, no. 2, pp. 43–49.
5. Batuev A.R., Bessolitsyna E.P., Gagarinova O.V. i dr. Ekologicheskii atlas basseina oz. Baikal [Ecological Atlas of the Lake Basin. Baikal]. Irkutsk, izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2015, 145.
6. Konovalova T.I. Samoorganizatsiia geosistem iuga Srednei Sibiri [Self-Organization of Geosystems in the South of Central Siberia]. Novosibirsk, Akad. Izd-vo «GEO», 2012, 148.