

УДК 528.9:911.2(571.5)

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОСИСТЕМ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ)

Кузнецова Т.И.

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

Предложена методика создания карт геосистемного геоэкологического содержания для обоснования схем территориального планирования регионов. Разработаны принципы и методика анализа и интеграции географической информации в единую картографическую систему, обеспечивающую привязку планируемого хозяйственного объекта к местности, учет многообразия связей их элементов, всестороннее сквозное описание, оценку и картографирование возможных геоэкологических ситуаций. Геоэкологические ситуации характеризуют длительное состояние геосистем как комплекса условий, обеспечивающих или лимитирующих жизнедеятельность человека. Определяющее значение в исследовании геоэкологических ситуаций имеет не сам по себе тот или иной природный или антропогенный фактор, а их совокупность и характер проявления в конкретном месте и в конкретных обстоятельствах. Согласование междисциплинарной географической информации о геоэкологических ситуациях региона осуществлялось с использованием полигеосистемной средовой концепции картографирования. Объект исследования – геосистемы – рассматривается как территориальное единство взаимодействующих сред: экологической среды, ресурсной среды и среды жизнедеятельности человека, эмерджентные свойства которых отражают природный потребительский потенциал геосистем. Это придает проблеме комплексное содержание и приводит к необходимости специализированной типизации и геоэкологическому зонированию территории. Решалась задача разработки методических основ создания картографической информационной системы геоэкологического содержания (на примере регионов Юга Восточной Сибири) как обобщения междисциплинарных географических данных о процессе развития геосистем, характере их использования, а также прогнозирования естественного или искусственного (в случае антропогенного воздействия) изменения. В этой связи был проведен анализ фондовых литературных и картографических материалов, выявлены основные геоэкологические закономерности региона, разработаны научные концепции создания карт геосистемного геоэкологического содержания, составлены схемы инвентаризации, оценки и прогноза развития геоэкологических ситуаций, в том числе возможные природные экологические риски. Представлена структура процесса модификации географической информации и фрагменты геоэкологических карт, способных обеспечить решение прикладных практических задач.

Ключевые слова: территориальное планирование, геоэкологическое обоснование, геоэкологические ситуации, геосистемный анализ, картографирование

GEOSYSTEM MAPPING FOR INFORMATION SUPPORT OF TERRITORIAL PLANNING OF REGIONS (CASE STUDY THE SOUTH OF EAST SIBERIA)

Kuznetsova T.I.

*Federal Publicly Funded Institution of Science V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk,
e-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru*

We propose a methodology for creating maps of geosystem with geoecological content for substantiation of the schemes of territorial planning of regions. The principles and methodology for the analysis and integration of geographical information into a single mapping system were developed, providing geo-referencing link of the planned economic object to the area, taking into account the variety of connections of their elements, a comprehensive cross-cutting description, assessment and mapping of geo-ecological situations. Geoecological situations characterize the long-term state of geosystems as a complex of conditions that ensure or limit human activity. Not a natural or anthropogenic factor is decisive in the study of geoecological situations, but their combination and nature of manifestation in a particular place and in specific circumstances. We used the polygeosystem ecosystem mapping concept to coordinate interdisciplinary geographic information about the geoecological situations of the region. The objects of study are geosystems. They are considered as the territorial unity of the interacting environments: the ecological environment, the resource environment and the human environment. Their emergent properties reflect the natural consumer potential of geosystems. This gives the problem a comprehensive content and leads to the need for specialized typification and geoecological zoning of the territory. We developed methodological foundations for creating a cartographic information system of geoecological content (e.g., the regions of the South of Eastern Siberia) to generalize interdisciplinary geographical data on the development of geosystems, the nature of their use, as well as forecasting natural or artificial (in the case of anthropogenic impact) changes. To this end, we conducted an analysis of stock literary and cartographic materials, identified the main geoecological patterns of the region, developed scientific concepts for creating maps of geosystem geoecological content, made inventory schemes, assessed and predicted the development of geoecological situations, including possible natural environmental risks. In addition, the structure of the process of modifying geographic information and fragments of geo-ecological maps that can provide a solution to applied practical problems are presented.

Keywords: territorial planning, geoecological substantiation of projects, geoecological situation, geoecological analysis, geosystem mapping

Рекомендации по информационному сопровождению схем территориального планирования содержат длинный перечень необходимых географических материалов [1, 2].

Вместе с этим экологическое обоснование планирования развития территории не имеет смысла вне исследования сложных целостных географических систем [3, 4]. В этой

связи проблема дальнейшего усовершенствования геосистемной геоэкологической концепции картографирования крупных регионов для целей информационного обеспечения схем территориального планирования является актуальной.

Геоэкологическое картографирование – это наиболее организованная и эффективная форма информационного обеспечения реализации и осуществления региональной политики территориального планирования как совокупности принципиальных, стратегических установок в отношении природоохранного размещения производительных сил, развития территорий и всех других пространственных аспектов генеральной политической и социально-экономической стратегии. В этом плане оно выступает как процедура подготовки объективной и доступной информации о природных географических объектах для решения целевых задач и сочетает обзор, анализ, обобщение информации о природной среде и ее использовании.

Системность в территориальном планировании обеспечивает, прежде всего, рассмотрение целевых территорий в виде части сложного, создаваемого человеком объекта, базовая территориальная структура которого выступает как единая геосистема. При этом исследуется и специфика исходного состояния территории, и характер воздействия на нее планируемого хозяйственного объекта, и возможные негативные последствия, и природоохранные мероприятия. В таком многоаспектном анализе объект исследования находится в плоскости пересечения трех основных предметов исследования географии (природа, человек, хозяйство) и соответствует некоторой области интегрального междисциплинарного знания [5]. Суть такого подхода состоит не просто в умении описать бесконечное множество структурных систем с большим информационным содержанием, но прежде всего в том, чтобы выделить из этого множества конечный вариант, необходимый и достаточный для реализации целевой программы.

Цель исследования заключается в том, чтобы, определив всю совокупность необходимых для экологического обоснования территориального планирования характеристик природной среды, связать их в единую картографическую информационную систему (КИС) сбора, обработки и визуализации информации, которая обеспечит конструктивное представление об объекте

исследования и будет пригодна для однозначного и четкого выполнения рекомендательных инструкций.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются геоэкологические ситуации (ГС). Под ГС понимается длительновременное состояние геосистем как комплекса природных условий, обеспечивающих или лимитирующих жизнедеятельность человека на конкретной территории [5]. Для их исследования использовались методические и классификационные принципы геосистемного геоэкологического картографирования, усовершенствованные в свете «методологии конструктивного подхода» [6, с. 28–46]. Этот подход концептуально определил структуру данного научного исследования как процесса подготовки геосистемной информации о комплексе существующих природных условий для решения целевых задач (рис. 1). Основным акцентом исследования сосредоточен на решении двух проблем: 1 – выявление системы характеристик геосистем как о пространстве возможностей для локализации планируемого объекта; 2 – обеспечение доказательств надежности полученных результатов исследования.

Для исследования геосистем с точки зрения свойств, важных для природы и общества, применяется полифункциональный подход. В территориальном планировании одни и те же геосистемы одновременно рассматриваются и в качестве главного средства производства, и пространственного базиса хозяйственной деятельности людей, и среды жизни и отдыха человека, и источника природных ресурсов, и хранилища и источника генетического фонда флоры и фауны, и объекта научных исследований.

Процесс исследования включает следующие обязательные процедуры: 1 – определение объекта исследования и иерархического уровня его проработки; 2 – разработку программы и научной концепции картографирования, отвечающую задачам целевого назначения; 3 – разработку критериев качественной оценки состояния геосистем; 4 – разработку содержания тематических карт по программе картографирования; 5 – решение научно-практических вопросов создания карт.

Для исследования возможного изменения ГС использованы принципы и методы геосистемного картографического мониторинга [5], который объединяет следующие этапы: 1 – инвентаризационный;

2 – реинвентаризационный; 3 – прогнозный, определяющий сценарии возможного изменения ГС.

Для создания целевой КИС использовались созданные ранее традиционные и электронные тематические карты, а также материалы дистанционного зондирования с аппарата «Landsat-8» разных спектральных каналов съемки с разрешением 30 м – 100 м, а также литературные данные. Для перевода многочисленной информации в необходимый для геоэкологической интерпретации вид использовалась созданная ранее базовая карта геосистем исследуемого региона [5], преобразованная с использованием программ MapInfo Professional и ENVI.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработана программа картографирования ГС крупных регионов для информационного обеспечения геоэкологического обоснования территориального планирования (рис. 1). На каждой ступени исследования геосистем определяются свои специфические критерии оценки географической информации. На первом этапе, по существу, выполняется задача информационно-поисковой инвентаризации всей совокупности исходных данных, которые вовлекаются в исследование, в то время как в блок локализации попадает лишь информация, имеющая значение для конкретного планируемого действия.

Концепция картографирования Конструктивная геосистемная		
Цель Создание картографической информационной системы (КИС)		Задачи Информационное обеспечение территориального планирования
Уровни картографирования (многоуровневое)		
Объект Геоэкологические ситуации (ГС)	Предмет Целевое использование	Подход Комплексный (средовой)
Этапы и шаги модификации информации		
Разработка базовой геоэкологической карты		
Исходная информационная система		
Процедуры		Карты и космодатаснимки
Сбор информации Создание электронной версии тематических карт. Анализ планировочно-технических материалов. Выявление конфликтных и проблемных геоэкологических ситуаций		Физико-географическое районирование. Ландшафты. Эколого-фитоценологическая. Современное использование земель. Население и расселение. Особо охраняемые природные территории. Экологическое зонирование. Эколого-географическая. Неотектоника. Сейсмическое районирование. Поверхностные и подземные воды. Животный мир. Планировочно-технические материалы. Космические фотоснимки
Система локализации информации		
Процедуры и методы		Карты
Разработка критериев отбора и оценки информации. Разработка базовой геoinформационной системы. Изучение структуры природных геосистем. Оценка их устойчивости, чувствительности и функционирования. Оценка видов и степени существующего антропогенного воздействия. Анализ планируемой региональной технической системы		Структурный анализ Функциональный анализ Территориальный анализ
		Структура геосистем. Устойчивость. Экологические функции геосистем. Хозяйственные функции геосистем. Биологическая продуктивность. Экологический потенциал геосистем. Экологически благоприятный режим использования. Комплексная геоэкологическая карта.
Конструктивная система		
Процедуры и методы		Карты
Оценка степени согласованности информации. Масштабная редукция информации. Обобщение, пространственная группировка и комплексирование информации		Чувствительность ландшафтов к техногенным нагрузкам. Надежность и безопасность функционирования. Эколого-хозяйственное зонирование. Зонирование территории по степени экологической благоприятности использования
Система поддержки принятия решения		
Процедуры		Карты
Разработка и создание вариативных моделей карт геосистем Разработка и картографирование мероприятий по рационализации использования и охране геосистем или их компонентов		Функциональное зонирование территории

Рис. 1. Процесс модификации географической информации и интеграции в целевую КИС

В качестве базовой основы для комплексной оценки исходных данных о природе исследуемой территории использована научная ландшафтная карта геосистемного содержания соответствующего масштаба проработки. Её физико-географические характеристики выступают в качестве конструктивного объекта при обосновании тех или иных хозяйственных мероприятий, определяют структурно-функциональный уровень исследования и позволяют устанавливать совокупность взаимосвязей хронологически неравнозначных факторов географической дифференциации. Ландшафтная карта также отражает компонентно-системные, межуровневые и полииерархические отношения объектов природы, дает представление о пространственно-временной организации геосистем разного порядка, их устойчивости и изменчивости. Двойственный характер классификации геосистем (по ряду геоморфов и ряду геохор) обеспечивает возможность двух подходов (регионального и типологического) к их анализу.

Конструктивный блок дает представление о размещении планируемого объекта в уже существующей территориальной системе и позволяет учитывать основные факторы антропогенного воздействия на природную среду. Процесс территориального сосредоточения географической информации о геосистемах складывается из «акта локализации объекта конкретного действия и акта аргументации его конструктивного содержания» [6, с. 31]. Использование в этом деле принципов геосистемного картографирования обеспечивает смещение исследовательских аспектов с внутренних характеристик объектов в системе «природа – население – хозяйство» на системообразующие отношения между ними, что развивает потенциал картографирования географических объектов в двух основных направлениях: 1 – построение и отражение на картах изучаемой системы путем разделения на подсистемы по разным типам связей; 2 – перевод характеристик объектов в корреляционные зависимости, позволяющие судить о возможных ГС в сравнении с существующей географической информацией об объекте.

Речь идет о широком спектре исследования возможных пространственных конструкций, отражающих закономерности дифференциации компонентов геосистем и хозяйственных объектов и их взаимодействия в соотношениях «система – объект», «целое – часть», «часть – часть», «характер

воздействия – отклик», «воздействие – отклик – ущерб» и др., результаты которого оформляются в виде ситуационных карт, которые впоследствии сами становятся объектом исследования.

Главной проблемной ситуацией при планировании размещении хозяйственных объектов являются возникающие противоречия, с одной стороны, между экологическими и нормативно-правовыми ограничениями на размещение данных объектов, а с другой стороны – между использующими территорию традиционными отраслями (лесное, охотничье-промысловое хозяйство) и планируемыми к размещению новыми объектами. В этой связи в качестве основных факторов воздействия в процессе сооружения и функционирования промышленных или транспортных предприятий на окружающую среду и формирования будущей структуры региона рассматривается возможность отторжения и перераспределения характера использования геосистем; нарушение их структуры в результате прямого или косвенного воздействия. Основными критериями оценки допустимости перераспределения в использовании геосистем являются юридический статус земель, их экологические и хозяйственные функции, а также культурное и эстетическое значение.

В блоке системы принятия решений содержится информация о вариативных моделях геосистем на разных этапах их использования, а также разрабатываются основные действия и приоритетные мероприятия по охране геосистем и их компонентов в соответствии с регламентом выделенных экологических зон. Экологическая интерпретация геосистемной информации проводилась с использованием «средовой концепции» [7] по схеме: «геосистема – среда – антропогенное воздействие – изменения состояния геосистем – экологические последствия». На этапе прогнозирования изменений природной среды разрабатываются сценарии возможных вариантов развития ГС.

Разработана схема геоэкологической интерпретации геосистемных характеристик, которая имеет следующий вид: выделяются природные типы ландшафтов – определяется биологическая продуктивность – проводится качественная оценка экологического потенциала геосистем – производится оценка их чувствительности к антропогенному воздействию – устанавливаются их экологические и социально-хозяйственные функ-

ции – обосновывается тип рационального использования – разрабатывается система природоохранных мероприятий. В сокращенном варианте она представлена в таблице «Критерии оценки экологического потенциала (ЭП) геосистем» (таблица).

В программно-целевом картографировании геосистем очень важен момент определения таксономического уровня исследования. В нашем случае объектами исследования являются геосистемы регионального и планетарного таксономического уровня, которые позволяют максимально передать информацию об условиях природной среды района исследования, в том числе характеристики его иерархической и динамической структуры. Это также позволяет проводить многоступенчатый структурный анализ геосистем для решения вопросов, связанных со стадийностью экологических изысканий. На планетарном уровне исследуется общий природный фон формирования природной среды и делается предварительное заключение о районах, перспективных для освоения. На региональном уровне конкретизируются природные условия территории, подлежащие возможному освоению.

Основной таксономической единицей картографирования определены геомы, которые, по сути, объединяют группы фаций не только в новую таксономическую категорию, но и единую программно-целевую систему; проводится анализ их структур и упорядочение в целях оценки и прогноза. Регионально-типологический и типологический анализ региона на уровне геомов дает возможность использовать материалы исследования для определения степени потенциальной устойчивости в соответствии с уровнем территориального планирования. Для этих целей необходимо учитывать все возможные отклонения в структурной организации геомов (оптимальные, ограниченные, редуцированные, экстраобластные).

Разработаны критерии оценки ЭП геосистем (таблица). Основным является соотношение параметров их структуры и функционирования. Функциональные характеристики индицируют важнейшие

климатические параметры – температуру воздуха, относительную влажность, атмосферные осадки, теплообеспеченность – и биологическую продуктивность, которая рассматривается также в качестве индикатора ресурсного потенциала.

Относительная (резистентная, или инерционная) устойчивость геосистем, т.е. способность не меняться под внешним воздействием устанавливается на основе анализа внутрискруктурных свойств геосистем. Она, как правило, индицируется показателями соотношения тепла и влаги, а также продуктивностью геосистем. Потенциальная устойчивость геосистем как способность к восстановлению нарушенного равновесия определяется их принадлежностью определенному региональному комплексу условий (инварианту), определяющему возможности системы достигать внутрискруктурных различий, необходимых для ее развития.

Менее уязвимыми при антропогенном воздействии являются геосистемы оптимальных условий развития с высокой биологической продуктивностью, более уязвимыми – редуцированных условий развития с низкой биологической продуктивностью (рис. 2). Среднюю уязвимость имеют геосистемы ограниченных условий развития.

Заключение

Картографическое обеспечение программы геоэкологического сопровождения схем территориального планирования регионов с позиций системно-целевого подхода основано на многоаспектном, многоуровневом, но в конечном счете едином рассмотрении форм возможного воздействия будущих хозяйственных объектов на пространственные системы разного содержания и таксономического ранга. Оценка последствий вовлечения в народно-хозяйственный оборот природных ресурсов выступает как сложное многоступенчатое исследование, которое позволяет увязать будущий хозяйственный объект в особое звено уже существующих природно-хозяйственных систем, затрагиваемых освоением.

Критерии оценки экологического потенциала геосистем

ЭП геосистем	Геосистемы, категории устойчивости, уязвимости	Природные факторы, осложняющие использование геосистем		Категории условий жизнедеятельности
		Орографические, климатические, литологические	Функциональные	
1	2	3	4	5

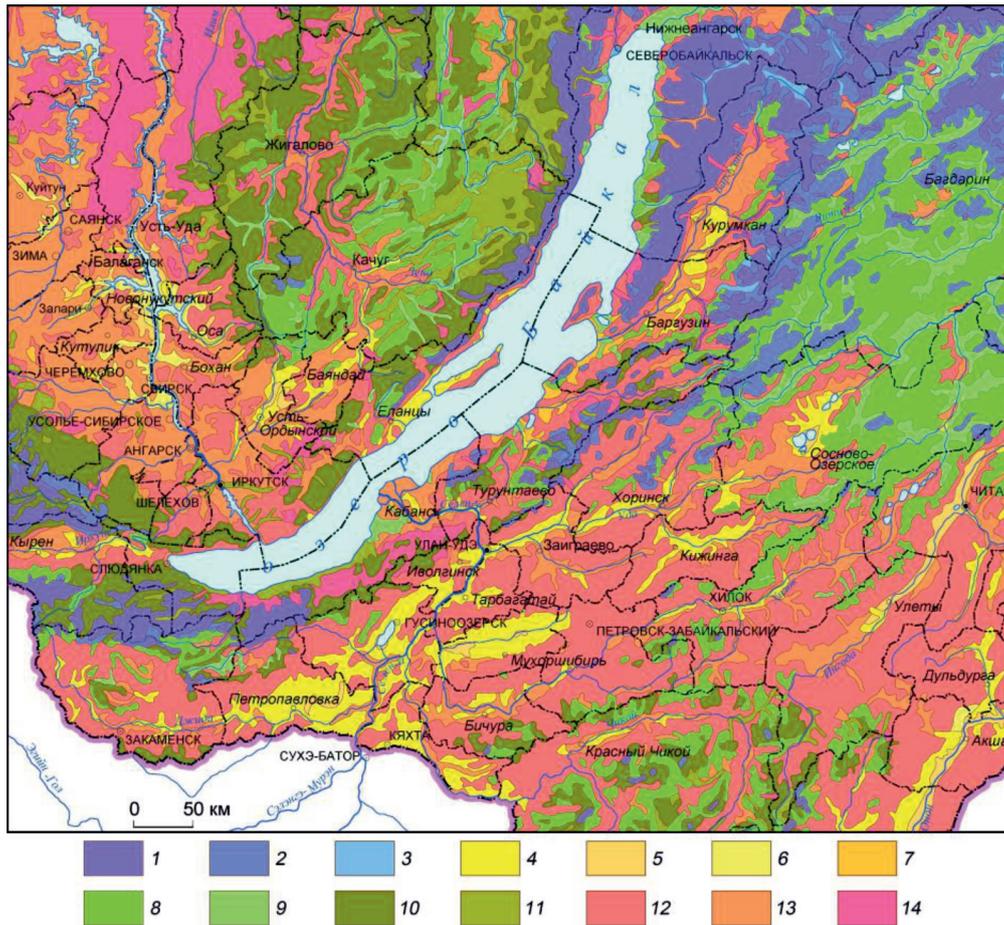


Рис. 2. Геоэкологическое зонирование территории. (М 1:5000 000)

Основные природные структуры: 1 – гольцово-верхнетаежные редуцированных условий развития; 2 – горнотаежные светлехвойные редуцированных условий развития; 3 – таежные светлехвойные редуцированных условий; 4 – сухостепные; 5 – степные (мерзлотные, литофильные и пр.); 6 – лугоостепные; 7 – сосновые и боровых равнин; 8 – горнотаежные светлехвойные ограниченных условий развития; 9 – таежные светлехвойные ограниченных условий развития; 10 – горнотаежные темнохвойные ограниченных условий развития; 11 – таежные темнохвойные ограниченных условий развития; 12 – горнотаежные лиственничные оптимальных условий развития; 13 – подгорные подтаежные; 14 – горнотаежные темнохвойные оптимальных условий развития [5].

Категории уязвимости геосистем: I – наиболее высокая (1); II – очень высокая (2–3); III – высокая (4); IV – относительно высокая (5); V – относительно низкая (6–7); VI – низкая (8–11); VII – очень низкая (12, 13); VIII – наиболее низкая (14)

Системно-целевой подход геоэкологического картографирования обеспечил развертывание методологии географического синтеза научного знания о геосистемах посредством поэтапной интеграции информации и акцентирования внимания на их структурных и целевых функциях в разные моменты времени. В целом исследование является своеобразной процедурой научной подготовки информации о географическом объекте для решения целевых народнохозяйственных задач. Вся используемая со-

вокупность разрозненных данных связана в схему, пригодную для однозначного и четкого выполнения инструкций, т.е. превращена в алгоритм территориального планирования.

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 / References

1. Иванов Н.И., Фомкин И.В., Соловьев А.И. Прогнозирование, планирование и организация территории административно-территориальных образований: методические указания и задания для РГР. М., 2009. 160 с.
Ivanov N.I., Fomkin I.V., Soloviev A.I. Prediction, planning and organization of the territory of administrative-territorial formations: guidelines and tasks for the RGR. M., 2009. 160 p. (in Russian).
2. Заиканов В.Г. Методические основы геоэкологической оценки территории. М.: Наука, 2008. 81 с.
Zaikhanov V.G. Methodical Bases of Geoecological Assessment of the Territory. M.: Nauka, 2008. 81 p. (in Russian).
3. Хорошев А.В. Географическая концепция ландшафтного планирования // Известия РАН. Серия географическая. 2012. № 4. С. 103–112.
Khoroshev A.V. Geographical Concept of Landscape Planning // Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya. 2012. № 4. P. 103–112 (in Russian).
4. Семенов Ю.М., Лысанова Г.И. Картографирование геосистем для ландшафтного планирования районов Республики Алтай // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 66–75. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-4(66-75).
Semenov Yu.M., Lysanova G.I. Mapping of geosystems for landscape planning of areas in the Altai Republic. Geography and Natural Resources. 2016. T. 37. № 4. P. 329–337. DOI: 10.1134/S1875372816040077.
5. Кузнецова Т.И. Основы геоинформационного картографирования развития геоэкологических ситуаций Байкальского региона // Геодезия и картография. 2010. № 8. С. 24–32.
Kuznetsova T.I. Basics of geoinformation mapping of geoeological situations development in Baikal region // Geodesy and cartography. 2010. № 8. P. 24–32 (in Russian).
6. Михеев В.С. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. 205 с.
Mikheev V.S. The Landscape-Geographical Support Comprehensive Problems of Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1987. 205 p. (in Russian).
7. Козин В.В. Средовой подход в ландшафтной экологии // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2009. № 3. С. 4–8.
Kozin V.V. Environmental Approach in Landscape Ecology // Vestnik tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovaniye. 2009. № 3. P. 4–8 (in Russian).