

ЛАНДШАФТНО-ИНТЕРПРЕТАЦИОННОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ

Ключевые слова: ландшафтно-интерпретационный подход, система специализированных классификаций, признаки-индикаторы, информационно-картографическая система

Постановка проблемы. Для информационного обеспечения программ экологически устойчивого развития Байкальского региона (Республика Бурятия, Забайкальский край, Иркутская область) необходимы объективные данные о том, в какой именно среде находится человек, какой тип деятельности он может или не может в этой среде осуществлять, какие могут быть в результате этого последствия и как их можно минимизировать. В идеале представляется, что в качестве такого обеспечения должна служить специализированная «интеллектуальная информационно-картографическая система» (ИКС) [1, с. 5] условий среды Байкальского региона с обширным объемом систематизированной междисциплинарной географической информации для практического использования специалистами различного профиля. В научном плане процесс ее создания представляет собой соединение принципов традиционного экологического картографирования с возможностями современных ГИС-технологий. В этой связи в работе:

1 – решается проблема создания системы специализированных классификаций ландшафтов, наиболее полно отражающей условия жизнедеятельности людей на конкретной территории;

2 – рассматривается методический вопрос соединения теории комплексного геосистемного геоэкологического картографирования с возможностями современных ГИС-технологий, касающийся целевой модификации (преобразования), структуризации и интеграции географической информации.

Информационную основу для создания ИКС условий среды Байкальского региона составляют фондовые картографические материалы, литературные источники и Интернет-ресурсы. Цель обзорного исследования предполагает их обобщение до масштаба 1:5 000 000.

Структура ИКС условий среды. В данном исследовании под картографированием среды понимается создание карт геосистем как условия существования людей [6]. Учение о геосистемах в данном случае позволяет рассматривать объекты на картах среды как открытые системы или их составные части, что, в свою очередь, облегчает пути для системного анализа и экологической интерпретации (*лат. interpretation* – истолкование, разъяснение смысла) картографической информации.

Структура ИКС условий среды Байкальского региона (табл. 1) разработана в приложении к решению практических задач информационного обеспечения региональных программ рационального использования, оптимизации и охраны природной среды исследуемой территории.

Таблица 1 – Структура ИКС условий среды Байкальского региона

Функциональные типы карт	Тематика карт
I. Исходная информационная основа	1. Ландшафтная карта 2. Тематические карты разного содержания 3. Дистанционные материалы 4. Интернет-ресурсы
I. Базовые	5. Ландшафты Байкальского региона
II. Интерпретационные	6. Ландшафты Байкальского региона и их использование. 7. Комплексная карта геоэкологических условий
III. Производные карты:	<i>Оценочные:</i> 8. Карты пространственно-временного состояния природной среды 9. Карты воздействий на среду (по отраслям хозяйствования) <i>Прогнозные:</i> 10. Карты вероятных изменений среды и их последствий 11. Карты условий среды <i>Рекомендательные:</i> 12. Карты категорий охраны природы 13. Карты рекомендуемых природоохранных мероприятий

В качестве исходной информации используются данные качественного геосистемного анализа: 1 – структурно-иерархического, позволяющего определить организационное устройство геосистем исследуемого региона; 2 – функционального, устанавливающего тип интегральной интенсивности функционирования конкретных геосистем, тепло-, влагообеспеченность и биологическую продуктивность их растительного компонента; 3 – структурно-динамического, на основе которого выявляются свойства потенциальной устойчивости, или экологической стабильности геосистем, позволяющей определять наличие у них возможности достигать структурных различий в пределах установленного инварианта; 4 – функционально-ценностного, определяющего экологические (средоформирующая, средостабилизирующая, средозащитная и пр.) и социальные функции геосистем; 5 – конструктивного, обеспечивающего решение практических задач природопользования.

Для систематизации полученной географической информации созданы: 1 – целостная система специализированных классификаций геосистем, представленных в формализованной табличной форме; 2 – система сопряженных электронных контурных карт геосистем; 3 – система разнообразных тематических слоев, взаимодействующая со всеми другими системами данных (картографических, дистанционных, Интернет-ресурсами).

Структурно-функциональные типы тематических слоев ИКС определяют последовательность разработки и методы согласования содержания электронных карт. Основная роль в структуре ИКС условий среды принадлежит специализированной карте «Ландшафты Байкальского региона» [3], которая является базовой для создания системы интерпретационных, производных оценочных, прогнозных и рекомендательных карт среды.

Процесс согласования и интеграции многочисленной междисциплинарной географической информации о природной среде Байкальского региона включает следующие процедуры: 1 – разработку базовой специализированной классификации геосистем; 2 – создание базовой карты геосистем; 3 – многоаспектную целереализующую интерпретацию информации и создание системы производных классификаций геосистем; 4 – формализацию информации (представление системы классификаций геосистем в табличной форме); 5 – модификацию контурной основы базовой карты и разработку сопряженной системы контурных карт; 6 – создание программно-целевых тематических слоев ИКС; 7 – комплексирование информации; 8 – интеграцию информации и формирование единой ИСК природной среды Байкальского региона.

Пространственное согласование информации. Базовая специализированная структурно-иерархическая классификация геосистем экологического содержания, разработанная в лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН [3] позволяет выбирать различный таксономический уровень исследования и интерпретационного картографирования природной среды (топологический, региональный, планетарный). Контурные геосистем разного уровня могут рассматриваться как информационные ячейки сосредоточения разнообразной информации по региону исследования. Такой подход позволяет определять наиболее представительные комплексы природных условий, которыми описывается возможный инвентаризационный диапазон геоэкологических ситуаций (ГС) региона, и который наиболее отвечает целям и задачам картографирования. От этого зависит компетентность и достаточность обоснований для практического использования карт.

Для ИКС условий среды Байкальского региона создана система контурных электронных карт (рис. 1), соответствующая типологическому классификационному ряду структурных подразделений геосистем (геомы – подгруппы геомов – группы геомов – подклассы геомов – классы геомов – типы природной среды) и региональному – (область – провинция – округ). Исходной контурной основой служит карта «Ландшафты Байкальского региона» (рис. 1а). Ее последующая декомпозиция проводилась посредством генерализации и интеграции геосистем низшего ранга на иерархическом уровне, отвечающем целевой задаче.

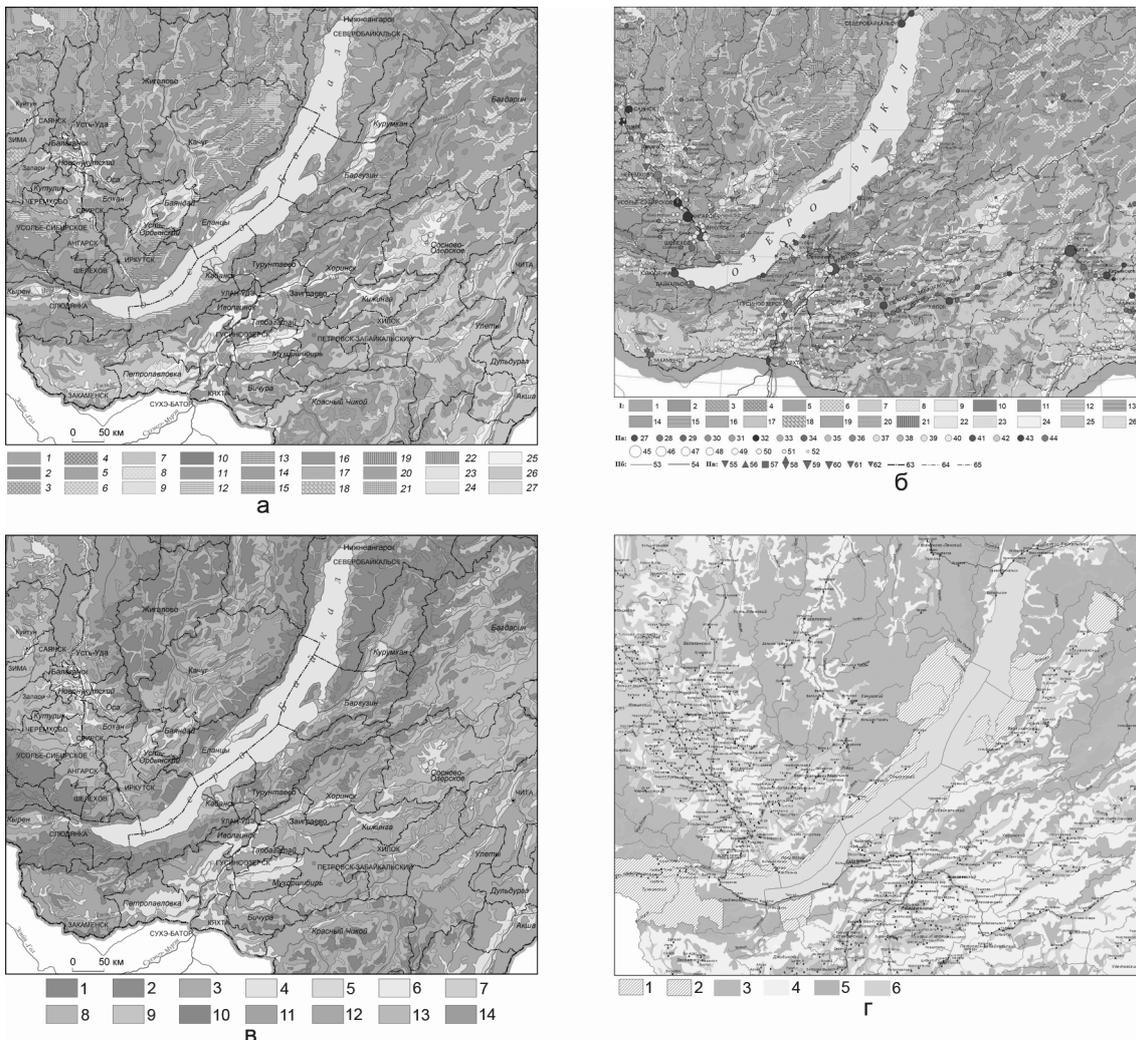


Рис. 1 – Последовательность пространственной и тематической модификации базовой карты (а - ландшафты Байкальского региона; б - ландшафты Байкальского региона и их использование; в - зонирование территории Байкальского региона по комплексу ландшафтно-экологических условий; г – зонирование территории Байкальского региона по типам рекомендуемых природоохранных мероприятий).

Разработка комплексной электронной карты «Ландшафты Байкальского региона и их использование» (см. рис. 1 б) проводилась посредством тематической модификации базовой карты и совмещения нескольких тематических слоев информации, полученной на основе анализа литературных, картографических источников и Интернет-ресурсов. Для этих целей предварительно были разработаны электронные карты, характеризующие функциональные типы поселений, антропогенную нагрузку (по отраслям хозяйства), численность населения и степень нарушенности ландшафтов и др.

Практически геосистемное геоэкологическое картографирование осуществлялось с применением программных средств Mapinfo Professional.

Тематическое согласование информации. Важнейшим этапом тематического согласования междисциплинарной географической информации о природной среде Байкальского региона является разработка системы специализированных классификаций геосистем. Для этого сначала разрабатывается базовая специализированная классификация на принципах

«общенаучной структурно-иерархической организации геосистем» [6, с. 108-120]. Она служит в дальнейшем основой создания производных целереализующих классификаций и обеспечивает: 1 – выбор основного таксономического уровня исследования и отображения природной среды (топологического, регионального, планетарного); 2 – выбор пространственного классификационного ряда геосистем (типологического, регионального) для анализа и отображения состояния, условий природной среды и их возможных изменений в результате спонтанного развития или внешнего, в том числе антропогенного воздействия; 3 – выбор и анализ тематического классификационного ряда геосистем (структурно-типологического, функционального, ценностного (полезность), динамического и др.), наиболее отвечающего целям и задачам картографирования; 4 – разделение структуры геосистемы на подсистемы в соответствии с принятой научной концепцией картографирования по разным типам системообразующих связей и зависимостей.

Комплексная геоэкологическая интерпретация геосистемной информации выстраивается по определенной схеме, в которой каждая геосистема рассматривается как система взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов, изменяющаяся под совокупным воздействием природных и антропогенных факторов формирования, и одновременно – как объект охраны. «Средовой подход» [2, с. 4], используемый в создании комплексной специализированной классификационной модели геосистем позволяет представить их как системные территориальные единства взаимодействующих сред – экологической среды (природно-защитной), ресурсной среды (используемой) и среды жизнедеятельности людей (контролируемой).

В первом случае геосистемы характеризуются как целостные природные образования, имеющие сложное организационно-иерархическое системное устройство, развивающиеся по законам, действующим, прежде всего, в географической среде. Понятие «среда» определяется как внешние условия функционирования геосистемы, а каждая геосистема рассматривается как среда формирования любого своего компонента, и в этом плане исследование приобретает междисциплинарный характер. Во втором случае «геосистема – среда» рассматривается как комплекс условий, ориентированных на человека и его потребности в месте и средствах обитания, ресурсах производственной деятельности и отдыха. В третьем случае мы имеем дело со средой, целиком связанной с деятельностью человека – это поселки, города, хозяйственная инфраструктура и пр. Здесь геосистемы представляют собой фон, на котором функционируют все технические устройства, а их состояние определяется совокупностью природных и антропогенных факторов. Первая среда подчиняет вторую и третью среды и определяет все экологические регулирующие функции, поэтому информация о свойствах этой среды используется при разработке нормативных ограничений природопользования, что позволяет корректно

обосновывать пространственные и уровневые пределы нагрузок и категории охраны природы.

Выявлять самые разные аспекты природной среды позволяют классификационные признаки геосистем (табл. 2), отражающие их расслоение как по уровню сложности и структурной организации, так и по типам связей и взаимодействий их компонентов. Так, например, характеристики длительновременного состояния геосистем определяют их экологический потенциал (ЭП) [5] как способность обеспечить потребности людей во всех необходимых первичных средствах существования. В этом плане характеристики геохор являются индикаторами общего фона формирования среды, а характеристики геомеров в рамках определенной геохоры определяют весь комплекс природных условий среды. Гомогенитет геосистем свидетельствует об однородности всего комплекса природных условий и о возможности применения в соответствующей обстановке единообразных приемов эксплуатации природных богатств и оптимизации жизненных и ресурсных условий местности.

Таблица 2 – Признаки специализированной классификации геосистем

<i>Признаки</i>	<i>Их характеристики</i>
Структурные	Иерархические, функциональные, динамические
Экологические	Экологический потенциал, чувствительность к воздействию, экологическая стабильность и др.
Ресурсные	Интегральный и частные природные потенциалы (биотический, климатический, водный пр.)
Тип воздействия	Природный, антропогенный
Факторы воздействия	По преобладающим видам воздействия
Форма проявления	Фоновое, очаговое, точечное, линейное
Последствия	По степени изменения (нарушенности)
Время возникновения	Ретроспективные, современные, прогнозируемые
Острота ситуации	Стабильные, умеренно острые (детерминированные), острые (экологического риска), очень острые (экологического бедствия)
Скорость развития	Стремительные, быстро развивающиеся, медленно развивающиеся, скачкообразные
Уровень проявления	Топологический, региональный, планетарный
Возможность решения проблемы	Разрешимые, трудноразрешимые, неразрешимые
Приоритетность решения	Приоритетные, неприоритетные
Способы решения	Организационные, правовые, экономические и пр.
Категории охраны природы	Предупредительная, объектно-компонентная, комбинированная
Рекомендации оптимизации	Природозащитные и оптимизационные мероприятия

В целом характеристики геосистем обеспечивают: 1 – инвентаризацию состояния среды как комплекса условий, оказывающих влияние на здоровье человека, функционирование хозяйственных систем, состояние биоценозов, их чувствительность и устойчивость к техногенным воздействиям; 2 – оценку природного, ресурсного и экологического потенциала геосистем или

их компонентов; 3 – оценку характера и степени внешнего, в том числе антропогенного воздействия на среду; 4 – прогноз возможных изменений состояния среды – приобретение новых, или утрату прежних полезных свойств; 5 – прогноз возможных последствий изменения среды, в том числе экологических рисков (ЭР) как вероятности наступления неблагоприятных для природной среды событий вследствие развития природных процессов и явлений или антропогенного вмешательства, которые, в конечном итоге, приводят к неблагоприятным социально-экономическим последствиям; 6 – разработку категорий охраны и рекомендательных мероприятий по оптимизации природной среды.

Оценочные производные классификации геосистем создаются на основе комплексной качественной оценки свойств геосистем. Они имеют разное содержание природного, ресурсно-экологического, производственно-экологического, природоохранного направления. Первая группа характеризует природный потенциал геосистем, вторая и третья – разную степень преобразующей деятельности человека, направленную на обеспечение населения необходимыми природными благами, четвертая отражает специфические отношения, складывающиеся между людьми и окружающей средой, направленные на сохранение природы и оптимизацию среды.

Так, по результатам комплексной качественной оценки совокупности природных и антропогенных факторов формирования природной среды исследуемая территория дифференцируется по степени благоприятности геоэкологических ситуаций. Выделяются состояния: стабильные, умеренно острые (детерминированные геосистемы), острые (геосистемы экологического риска), очень острые (геосистемы экологического бедствия) [4]. Детерминированные состояния характерны для геосистем, в которых случайная составляющая их изменения незначительна, и ею можно пренебречь. Состояния экологического риска характерны для геосистем, для которых существует угроза необратимых изменений. Состояния экологического бедствия характерны для геосистем, изменения которых достигли такой степени, что становятся практически необратимыми.

Научное обоснование категорий охраны среды объединяет все, что связано с обеспечением устойчивого функционирования геосистем, поддерживающих определенный уровень жизнеобеспечения людей. Комплексный геосистемный анализ позволил выделить следующие природоохранные категории: 1 – предупредительная геосферного значения, 2 – предупредительная регионального значения горнотаежная, 3 – предупредительная регионального значения горностепная, 4 – специализированная с выделением защитных зон, 5 – объектно-компонентная с восстановлением используемых компонентов, 6 – комбинированная с выделением охранных кедровых зон [3].

Наряду с этим разрабатываются необходимые природоохранные мероприятия. Выделяются геосистемы с рекомендуемыми режимами природопользования: 1 – охранного режима природопользования

(заповедники, заказники, национальные парки и пр.), 2 – природоохранные высокогорные с особым режимом природопользования; 3 – природоохранные со строго защитным режимом природопользования, 4 – природоохранные с защитным режимом природопользования, 5 – природоохранные с защитно-эксплуатационным режимом природопользования, 6 – природоохранные с эксплуатационно-защитным режимом природопользования (рис. 1 г).

Зонирование территории Байкальского региона. На заключительном этапе исследования Байкальского региона проведено зонирование исследуемой территории по комплексу условий природной среды (экологические функции, экологический потенциал, тепло- и влагообеспеченность, биологическая продуктивность наземной растительности, степень чувствительности геосистем к антропогенному воздействию, возможные изменения геосистем). Из-за невозможности привести карту в натуральную величину, демонстрационный материал классификации геосистем ограничен приведенным систематическим списком геоэкозон Байкальского региона (рис. 1 в).

Геоэкозоны Байкальского региона, выделенные по комплексу условий среды

Геоэкозоны: 1 – геосферного средоформирующего экологического значения, очень холодные и холодные влажные минимально и низкопродуктивные, максимально ранимые, нарушения проявляются немедленно, в том числе в смежных структурах, экологический риск максимальный; 2 – регионального средоформирующего значения, умеренно холодные влажные низко- и среднепродуктивные, очень сильно ранимые, экологический риск очень высокий; 3 – средорегулирующего значения, умеренно холодные избыточно влажные средне- и низкопродуктивные, сильно ранимые, экологический риск высокий; 4 – регионального средоформирующего значения, теплые с очень значительным недостатком влаги минимально и низкопродуктивные, очень сильно ранимые, нарушения проявляются немедленно, в том числе в смежных структурах, экологический риск максимальный; 5 – средорегулирующего значения, теплые с значительным недостатком влаги средне- и низкопродуктивные, сильно ранимые, экологический риск высокий; 6 – средозащитного и техногенно-барьерного значения, теплые с некоторым недостатком влаги средне- и повышено продуктивные, менее ранимые, экологический риск высокий; 7 – средозащитного и техногенно-барьерного значения, теплые с недостатком влаги среднепродуктивные, очень ранимые, экологический риск очень высокий; 8 – средостабилизирующего значения, умеренно теплые умеренно влажные средне- и повышено продуктивные, относительно мало ранимые, экологический риск относительно невысокий; 9 – водорегулирующего значения, умеренно теплые влажные средне- и повышено продуктивные, ранимые, экологический риск высокий; 10 – охраняемые средостабилизирующего значения, умеренно теплые влажные средне- и повышено продуктивные, ранимые, экологический риск относительно

невысокий; 11 – охраняемые средостабилизирующего и водорегулирующего значения, умеренно теплые влажные средне- и повышенно продуктивные ранимые, экологический риск относительно высокий 12 – средозащитного значения, теплые с незначительным недостатком влаги повышенно и среднепродуктивные, относительно мало ранимые, экологический риск относительно низкий; 13 – средозащитного и техногенно-барьерного значения теплые с очень незначительным недостатком влаги повышенно продуктивные, относительно мало ранимые, экологический риск относительно низкий; 14 – средорегулирующего значения, умеренно теплые и теплые с некоторым избытком влаги высокопродуктивные, мало ранимые, экологический риск низкий (длительный период восстановления).

Заключение. Созданная информационно-картографическая система (ИКС) Байкальского региона является отражением закономерностей географической дифференциации условий, состояния, комплексного использования и возможных изменений природной среды. Геосистемные признаки выступают в качестве индикаторов в оценке и нормировании ограничений природопользования, что позволяет обосновывать категории охраны природной среды. Использование геосистемной динамической концепции структурирования географической информации позволило перейти от морфологического (функционального) этапа исследования проблемы, к динамическому (прогнозу развития ситуаций).

Разработанная общая структура ИКС, где на каждом этапе ставится и решается конкретная часть общей задачи, позволяет без потери информации отобразить целевые выводы и превращает ИКС в оперативный инструмент информационной поддержки управления обширной территорией. В рамках разработанной ИКС рациональнее проводить решение практических задач по автоматизации процесса картографирования, так как в дальнейшем уже не требуется процедура структурирования и выделения наиболее существенного из всей массы географического знания и данных. Созданная ИКС условий среды обеспечивает возможности: 1 – комплексирования междисциплинарной географической информации; 2 – оперативность обновления информации; 3 – разработку новых способов и последовательности информационно-картографического анализа; 4 – разработку новых целереализующих оценочных, прогнозных и рекомендательных карт условий среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Проект № 12-05-00819.

Список литературы

1. Интеллектуальное информационно-картографическое обеспечение устойчивого развития Байкальского региона / Воробьев В. В., Васильев С. Н., Антипов А. Н. и др. // География и природ. ресурсы. – 1995. – №1. – С. 5–15. 2. Козин В. В. Средовой подход в ландшафтной экологии / В. В. Козин // Вестник ТюмГУ, № 3, 2009. – С. 4–8. 3. Кузнецова Т. И. Карта «Природные ландшафты Байкальского региона и их использование»: назначение, структура, содержание / Кузнецова Т. И., Батуев А. Р., Бардаш А. В. // Геодезия и картография. – 2009. – № 9. – С. 18–28. 4. Кузнецова Т. И. Методология информационного обеспечения анализа экологических рисков / Т. И.

Кузнецова, В. М. Плюснин // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 47–62.
5. Рюмин В. В. Опыт оценки природного потенциала ландшафтов / В. В. Рюмин // География и природ. ресурсы. – 1984. – № 4. – С. 125–132. 6. Сочава В. Б. Теоретическая и прикладная география / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 2005. – 288 с.

Кузнецова Т.И., Плюснин В.М. Ландшафтно-інтерпретаційне геоінформаційне картографування умов середовища.

Подано теоретико-методологічний інструментарій створення ландшафтно-інтерпретаційної інформаційно-картографічної системи (ІКС) умов середовища Байкальського регіону. Запропоновані способи геоінформаційного аналізу, модифікації, комплексування та інтеграції міждисциплінарної географічної інформації, а також структура та зміст блоку електронних карт середовища, розроблених на основі уявлень про геосистеми та їх властивості.

Ключові слова: ландшафтно-інтерпретаційний підхід, система спеціалізованих класифікацій, ознаки-індикатори, інформаційно-картографічна система.

Kuznetsova T. I., Plusnin V. M. Landscape-interpretation geoinformation-based mapping of the environment.

The theoretical and methodological tools of creation of a data landscape-interpretation mapping system (DMS) of the environment of the Baikal region are presented. The methods of GIS analysis, modification, integration and interdisciplinary integration of geographic information, as well as the structure and contents of electronic maps developed based on ideas about the ecosystems and their properties are proposed.

Keywords: landscape-interpretation approach, system of specialized classifications, geosystem indicators, information-cartographic system.

Кузнецова Т. И., Плюснин В. М. Ландшафтно-интерпретационное геоинформационное картографирование условий среды.

Представлен теоретико-методологический инструментарий создания ландшафтно-интерпретационной информационно-картографической системы (ИКС) условий среды Байкальского региона. Предложены способы геоинформационного анализа, модификации, комплексирования и интеграции междисциплинарной географической информации, а также структура и содержание блока электронных карт среды, разработанных на основе представлений о геосистемах и их свойствах.

Ключевые слова: ландшафтно-интерпретационный подход, система специализированных классификаций, признаки-индикаторы, информационно-картографическая система.

Надійшла до редколегії 11.07.2013