26. *Tikunov V.S., Kasimov N.S., Kotova T.V., Rybal'skij N.G. Atlasnoe ehkologicheskoe i prirodno-resursnoe kartografirovaniye Rossii [The atlas ecological and nature resources mapping of Russia] // Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii, Moskva, NIA-Priroda, 2012, № 6 (126), Pp. 57–64.*

УДК 911.2:528.9

Т.И. Кузнецова¹

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОСИСТЕМ БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ И МОНГОЛИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Резюме. Представлены теоретико-методические основы и практический опыт создания обзорной электронной карты «Геосистемы бассейна оз. Байкал» и производных от неё – «Чувствительность» и «Экологическая устойчивость» геосистем бассейна оз. Байкал для решения задач устойчивого развития. Специфика исследования заключается в развитии геосистемного картографического аспекта как основного приема анализа и синтеза географической информации о природной среде исследуемого региона, а также географического прогноза ее возможных изменений в результате спонтанного развития или внешнего, в том числе антропогенного воздействия. Базовая карта составлена на принципах регионально-типологического подхода и структурно-функциональной классификации геосистем, производные – посредством экологической интерпретации информации базовой карты.

Ключевые слова: бассейн оз. Байкал, геосистемы, чувствительность, экологическая устойчивость, картографирование.

Введение. В работе, выполненной в рамках электронного «Экологического атласа бассейна оз. Байкал», решается научная проблема создания карт природной среды территорий двух суверенных государств – России и Монголии – на основе представлений о геосистемах В.Б. Сочавы [1] и его последователей – ученых сибирской научной школы географов. Прикладная ценность карт природной среды геосистемного содержания для информационного обеспечения решения задач устойчивого развития несомненна. Они являются важнейшим инструментом оценки устойчивости/изменчивости и потенциальных экологических возможностей территории, поэтому могут использоваться в качестве базой основы для создания оценочных, прогнозных и рекомендательных карт.

Анализ ныне существующих картографических материалов свидетельствует о том, что в ландшафтном плане территория бассейна оз. Байкал достаточно хорошо изучена, но накопленный объем картографической информации разобщен территориально и не согласован в концептуальном отношении. До сих пор используются классификации территориальных природных единиц, в которых либо отсутствует, либо еще не достигло завершения рассмотрение их как особых геосистем. Невелик опыт создания карт природы геосистемного содержания с характеристиками, отражающими не только наблюдаемые ныне внутривидовые и внешне структурные взаимосвязи компонентов природной среды, но и возможные их изменения.

В статье решается проблема создания обзорной специализированной карты «Геосистемы бассейна оз. Байкал» для информационного обеспечения задач устойчивого развития крупного региона Евразии и производных от нее оценочных карт экологического содержания. Наиболее актуальны следующие теоретико-методические вопросы: 1 – разработка комплекса геосистемных признаков – индикаторов устойчивого развития; 2 – разработка прин-

¹ Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск; e-mail: rakimkam.kuznetzova@irigs.irk.ru.

ципов специализированной классификации геосистем; 3 – разработка содержания карты; 4 – картографический анализ закономерностей пространственной дифференциации природной среды исследуемого региона; 5 – зонирование территории по степени устойчивости/изменчивости природной среды.

Материалы и методы исследования. Информационную основу создания картографической системы (КС) природной среды бассейна оз. Байкал составляют изданные тематические карты, монографии и статьи, в которых приводятся систематизированные данные с представлением зональных типов ландшафтов, их тепло-, влагообеспеченности и биологической продуктивности растительного компонента [2–11]. Они использовались для эколого-фитоценотической индикации состояния геосистем. Для картографирования природной среды территории бассейна оз. Байкал используется геосистемная средовая концепция [1]. Геосистемы рассматриваются как целостные природные образования, имеющие сложное организационно-иерархическое системное устройство и развивающиеся по законам, действующим в географической среде. Понятие «среда» [1, с. 78–79] определяется как внешние условия функционирования геосистемы, а каждая геосистема рассматривается как среда формирования любого своего компонента. Для пространственной привязки материалов использованы регионально-типологические подразделения геосистем [8, 10].

Устойчивое развитие рассматривается как важное качество, определяющее существование геосистемы в постоянно изменяющейся среде. Его сущность заключается в структурном соответствии компонентов геосистемы как целого и в соответствии изменения этого целого всему комплексу свойств окружающей среды, под воздействием которой они испытывают постоянные спонтанные или антропогенные изменения обратимого или необратимого характера. Для исследования основных закономерностей пространственно-временной дифференциации геосистем используется многоаспектный геосистемный анализ: иерархический, регионально-типологический, структурно-функциональный, структурно-динамический [12, 13, 14], посредством экологической интерпретации данных которого определяются характеристики функционирования, чувствительности и экологической устойчивости геосистем.

Процесс создания КС включает: 1 – создание базовой карты геосистем; 2 – экологическую интерпретацию информации и создание системы производных классификаций геосистем; 3 – формализацию информации; 4 – модификацию контурной основы базовой карты и разработку сопряженной системы контуров производной и интерпретационных карт; 5 – создание программно-целевых тематических слоев КС; 6 – формирование единой КС. Структурно-функциональные типы создаваемых карт (базовая, производная, интерпретационные) определяют последовательность разработки и методы пространственного и тематического согласования географической информации (табл.).

Практически КС природной среды бассейна оз. Байкал представляет собой целостную систему, состоящую из сопряженной системы электронных карт и формализованной в виде сопряженных таблиц целостной системы классификаций геосистем. Созданная КС обладает свойствами, характерными для всех картографических систем: комплексностью, программно-целевой определенностью, целостностью, наглядностью, практической ценностью.

Таблица

Структура КС природной среды бассейна оз. Байкал

Типы карт	Название карт	Масштаб карт
I. Базовая	1. Геосистемы бассейна оз. Байкал	1:5 000 000
II. Производная	2. Экологическая карта	1:5 000 000
III. Интерпретационные	3. Чувствительность геосистем	1:5 000 000
	4. Экологическая устойчивость геосистем	1:5 000 000

Результаты исследования и их обсуждение. Разработана специализированная целереализующая классификация геосистем бассейна оз. Байкал. Основной единицей картографи-

рования является геом, характеристики которого «наиболее полно учитывают общее состояние физико-географических процессов и биологическую продуктивность геосистем» [1, с. 112] (см. подписи к рис.1). В качестве основных индикационных признаков устойчивого развития природной среды региона рассматриваются интенсивность функционирования и чувствительность геосистем к внешнему воздействию, которые определяются свойством их саморегуляции «как части сложного процесса восстановления нарушенной структуры, или способностью удерживать эту структуру на некоторый промежуток времени в определенных границах» [1, с. 71]. Это свойство имеет наибольшую взаимосвязь с типами геосистем и соотносится с тепло- и влагообеспеченностью их местоположений «по принципу оптимальности», а также с биологической продуктивностью наземного растительного компонента «по принципу максимума: чем больше, тем лучше». Поэтому менее чувствительными к антропогенному воздействию являются геосистемы оптимальных условий развития с высокой биологической продуктивностью, более чувствительными – редуцированных условий развития с низкой биологической продуктивностью.

Структурно-функциональные характеристики обеспечивают прогнозирование состояния геосистем в будущем, и в этом плане очень важны для исследования устойчивого развития. Они отражают степень уравновешенности внешней и внутренней сред геосистем, которая характеризует способность их быстрого восстановления, или экологическую устойчивость [15, 16]. По мере усиления неравнозначности отклонения внутри- и внешне-структурных характеристик строятся структурно-геометрические модели экологической устойчивости геосистем: коренные (к) – наиболее стабильные; мнимокоренные (м) – стабильные; серийные (с) – менее стабильные; переходные (п) – условно стабильные; устойчиво длительнопроизводные разной степени антропогенной нарушенности – (уд). Для построения динамических моделей геомов бассейна оз. Байкал был проведен анализ интегральной интенсивности функционирования геомов и их среды (подкласс геомов), определен геом основного типа, или коренной, относительно которого установлено динамическое качество всех других (см. подписи к рис. 1).

Созданная карта «Геосистемы бассейна оз. Байкал» отображает основные закономерности пространственной дифференциации природной среды крупного региона Евразии, территория которого включает горные сооружения Прибайкалья, Забайкалья, Прихубсугулья, Восточного Саяна, Хамар-Дабана, Хангая, Хэнтя и их подгорные равнины. Структурное разнообразие геосистем бассейна оз. Байкал определяется, прежде всего, историко-эволюционным развитием региона, географическим положением в центре Азиатского материка близ условного трансконтинентального рубежа влияния Тихого и Атлантического океанов, а также расположением близ центра зимнего азиатского барического максимума. Геолого-геоморфологические особенности исследуемого региона обусловили основные закономерности пространственной структуры геосистем бассейна оз. Байкал: высотно-поясная дифференциация; проявление барьерного, подгорного и котловинного эффекта; асимметрия макросклонов; большая контрастность их природных характеристик, выраженная в сочетании тундрового, таежного и степного типов природной среды; глубокое взаимопроникновение геосистем, относящихся к разным физико-географическим областям.

На карте (см. рис. 1) отражены основные закономерности пространственной дифференциации геомов, принадлежащих двум физико-географическим областям: Южно-Сибирской и Байкало-Джугджурской. В пределах исследуемой территории четко прослеживается проявление природных особенностей одной области в пределах другой. Например, центральноазиатские геосистемы, основная область распространения которых находится вне района исследования, широко представлены в межгорных понижениях и долинах крупных рек в восточной части Южно-Сибирской области – в Южном Забайкалье, а также в Северной Монголии – на склонах и предгорьях Прихубсугулья, Хангая и Хэнтя. Проникают они и в пределы Байкало-Джугджурской области (по днищам котловин и долинам рек р. Баргузин, р. Верхняя Ангара). Байкалоджугджурские геосистемы, в свою очередь, занимают обширные территории в восточной части Хэнтэйского нагорья, относящегося к Южно-Сибирской области.

Рис. 1. Карта «Геосистемы бассейна оз. Байкал»

Природные структуры, интенсивность их функционирования и экологическая устойчивость. А. АРКТО-БОРЕАЛЬНЫЕ СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ. А 1. Гольцовые Восточно-сибирские и Южно-сибирские минимально и низкопродуктивные очень холодных избыточно влажных и влажных местоположений. 1. Гольцовые альпинотипные (с). 2. Гольцовые криопетрофитные курумов и скал (с). 3. Гольцовые тундровые (с). А 2. Подгольцовые Восточно-

сибирские и Южно-сибирские низко- и среднепродуктивные холодных умеренно влажных и влажных местоположений. 4. Подгольцовые кустарниковые (п). 5. Подгольцовые листовеннично-редколесные (п). 6. Подгольцовые темнохвойно-редколесные (п). А 3. Высокогорные лугово-тундровые Южно-сибирские низкопродуктивные умеренно холодных умеренно влажных местоположений. 7. Высокогорные луговые (с). 8. Высокогорные кобрезиевые (с). 9. Высокогорные остепненно-луговые (п). А 4. Таежные светлохвойные Байкало-джугджурские. 10. Горнотаежные листовенничные редуцированного развития низкопродуктивные умеренно холодных и влажных местоположений (с). 11. Межгорных понижений и долин таежные листовенничные редуцированного развития низко продуктивные умеренно холодных влажных и избыточно влажных местоположений (с). 12. Межгорных понижений и долин таежные темнохвойные редуцированного развития низкопродуктивные умеренно холодных влажных местоположений (с). 13. Горнотаежные листовенничные ограниченного развития повышено продуктивные умеренно теплых влажных местоположений (к). 14. Межгорных понижений и долин таежные листовенничные ограниченного развития среднепродуктивные умеренно теплых влажных и избыточно влажных местоположений (м, частично с). 15. Горнотаежные листовенничные оптимального развития повышено продуктивные теплых умеренно влажных местоположений (м, часто уд). 16. Подгорные и межгорных понижений таежные листовенничные оптимального развития повышено продуктивные теплых умеренно влажных местоположений (м, часто уд). А 5. Таежные темнохвойные Южно-сибирские. 17. Горнотаежные темнохвойные редуцированного развития низкопродуктивные умеренно холодных влажных местоположений (с). 18. Горнотаежные темнохвойные ограниченного развития повышено продуктивные умеренно теплых влажных местоположений (к). 19. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные ограниченного развития повышено продуктивные умеренно теплых избыточно влажных местоположений (м, часто уд). 20. Горнотаежные темнохвойные оптимального развития высокопродуктивные теплых избыточно влажных местоположений (м). 21. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные оптимального развития повышено продуктивные теплых влажных местоположений (п). А 6. Таежные светлохвойные Южно-сибирские. 22. Горнотаежные листовенничные и кедрово-лиственничные ограниченного развития среднепродуктивные умеренно теплых влажных местоположений (м). 23. Подгорные и межгорных понижений таежные кедрово-лиственничные ограниченного развития среднепродуктивные умеренно теплых влажных местоположений (м). 24. Горнотаежные листовенничные оптимального развития (псевдотаежные) среднепродуктивные теплых умеренно влажных местоположений (п). Б. СЕМИАРИДНЫЕ. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ. Б 1. Подтаежные Байкало-джугджурские. 25. Горные подтаежные листовенничные повышено продуктивные теплых умеренно влажных местоположений (п, часто уд). 26. Подгорные подтаежные листовенничные повышено продуктивные теплых умеренно влажных местоположений (п, часто уд). Б 2. Подтаежные Южно-сибирские. 28. Горные подтаежные сосновые среднепродуктивные теплых умеренно влажных местоположений (м). 29. Подгорные подтаежные сосновые среднепродуктивные теплых умеренно влажных местоположений (п, часто уд). Б 3. Таежных долин с остепненными лугами и лугово-степные Южно-сибирские. 30. В сочетании с листовенничными лесами среднепродуктивные теплых недостаточно влажных местоположений (с). 31. В сочетании с еловыми лесами среднепродуктивные теплых влажных и недостаточно влажных местоположений (с). В. АРИДНЫЕ ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИЕ (ДАУРО-МОНГОЛЬСКИЕ) СТЕПНЫЕ. В 1. Горностепные Хангайско-Даурские (разнотравно-дерновиннозлаковые и дерновинноразнотравные) низко- и среднепродуктивные теплых сухих условий. 32. Горностепные типчаковые (к). 33. Горностепные мятликовые (м). 34. Горностепные тонконоговые (м). 35. Межгорных понижений степные типчаковые (мерзлотные) (м). 36. Подгорные степные пижмово-тырсовые (п, часто уд). 37. Подгорные и межгорных понижений степные востречно-тырсовые (п, часто уд). 38. Долинные степные в составе лугово-болотных, лугово-кустарниковых серий (с). В 2. Степные высоких равнин и денудационных останцов Среднехалхаско-Монгольские (дерновиннозлаковые) низкопродуктивные очень теплых очень

сухих условий. 39. Межгорных равнин тырсовые (к). 40. Межгорных равнин карагановые (м). 41. Долинные солонцеватые в сочетании с осоковыми болотами и ивняками (с). 42. Бессточных депрессий и побережий озер солончаковые и солончаковато-луговые (п).

ПРИМЕЧАНИЕ. Биологическая продуктивность – годовой прирост, выраженный в весе сухой массы органического вещества надземной и подземной частей растений (ц/га сухой массы): минимальная (менее 20 ц/га), низкая (20-40 ц/га), средняя (40-60 ц/га), повышенная (60-80 ц/га), высокая (более 80 ц/га)

Теплообеспеченность (сумма биологически активных температур воздуха: сумма среднесуточных температур за период с температурами выше 10° С): очень холодные (нет периода с суммой температур выше 10° С, холодные (600-800° С), умеренно холодные (800-1200° С), умеренно теплые (1200-1600° С), теплые (1600-2000° С), очень теплые (2000-2400° С), жаркие (2400-2600° С).

Влагообеспеченность (радиационный индекс сухости по М.И. Будыко): избыточно влажные (менее 0,5), влажные (0,5–1,0), умеренно влажные (1,0–1,5), недостаточно влажные (1,5–2,0), сухие (2,0–2,5), очень сухие (более 2,5) [2].

Как следует из содержания карты, для самых высоких отметок горных систем региона (2600–3000 м) характерно наличие гольцовых альпинотипных нивально-гляциальных геосистем южно-сибирского типа, созданных под воздействием снежников и ледников (см. подписи к рис. 1). Здесь характерны скальные и обвально-осыпные склоны, солифлюкционные процессы; прогреваемые пологие склоны и плоские вершинные поверхности фрагментарно покрыты разреженными лугами на мерзлотных и холодных горно-луговых почвах.

На этих же высотах, но в более холодных местоположениях распространены гольцовые геосистемы. При этом, если в окружении оз. Байкал наибольшие площади занимают гольцово-тундровые геосистемы байкало-джугджурского типа (преимущественно лишайниковые, мохово-лишайниковые, кустарничковые), то в высокогорьях Прихубсугулья распространены луговые высокогорные геосистемы южно-сибирского типа на дерновых и глеевых горно-луговых почвах. При этом на южных склонах Прихубсугулья встречаются небольшие фрагменты криофитноразнотравно-дерновиннозлаковых степей на горно-лугово-степных почвах. В северной и центральной части макросклона гор Хангая гольцовые геосистемы приурочены к плоским вершинам и пологим склонам, они представлены кустарниковыми и кустарничковыми тундрами с фрагментами криофитнотравяных (кобрезиевики, осочники) лугов, которые чередуются с высокогорными криофитно-разнотравными-дерновиннозлаковыми степями [17].

Для подгольцово-редколесных геосистем Прихубсугулья, Прибайкалья, Забайкалья и северного склона Хангая характерны южно-сибирские и восточно-сибирские геосистемы с лиственничными и темнохвойными кедровостланиковыми, ерниковыми, ерnikово-моховыми, овсяницево-моховыми или кобрезиевыми вариантами растительности. На вершинах Хэнтэя преимущество имеют подгольцовые темнохвойно-редколесные кедровые кустарничково-зеленомошные и кедровые с лиственницей ерnikово-моховые и ерnikово-кустарничково-моховые геосистемы.

Своеобразие природы региона составляет повсеместное распространение и разнообразие горно-таежных геосистем южно-сибирского и байкало-джугджурского типа. По интенсивности функционирования все они подразделены на категории редуцированного, ограниченного, оптимального развития, а также псевдотаежные и подтаежные геосистемы (см. подписи к рис.1). Светлохвойные горно-таежные геосистемы байкало-джугджурского типа разных условий развития распространены в Прибайкалье и северном Забайкалье. Широко они представлены и в горах Хэнтэя, особенно в местах распространения многолетнемерзлых грунтов. В межгорных понижениях и долинах распространены таежные лиственничные геосистемы с ерниковым, мохово-ерниковым или травяно-кустарничково-ерниковым подлеском байкало-джугджурского типа разных условий развития. Южно-сибирские горно-таежные лиственничные геосистемы распространены преимущественно в Прихубсугулье, Хэнтэе и северо-восточном Хангае. Псевдотаежные лиственничные геосистемы (разнотравно-

ретидиевые, бруснично-ретидиевые, осочково-ретидиевые) формируются преимущественно в резко континентальных местных условиях Хангая и Прихубсугулья.

Темнохвойно-таежные южно-сибирские геосистемы разных условий развития распространены на территории Прибайкалья и Забайкалья. Широко они представлены и в среднего-рыхх Хэнтэя, где сказывается увлажняющее влияние западных воздушных масс и летнего тихоокеанского муссона. Здесь находятся преимущественно кедрово-пихтовые кустарничково-зеленомошные, а также кедровые с лиственницей бадановые южносибирские горно-таежные геосистемы. На макросклонах Хамар-Дабана и Баргузинского хребта, благодаря влиянию влажных воздушных масс, распространены южно-сибирские таежные темнохвойные геосистемы оптимального развития. Для них характерны пихтовые, елово-пихтовые, кедрово-пихтовые крупнотравные леса неморального типа.

На территории бассейна оз. Байкал широко распространены южно-сибирские подтаежные темнохвойные и байкало-джугджурские подтаежные лиственничные кустарничково-травяные, травяные и остепненные геосистемы (см. рис.1). В исследуемом районе подтаежные геосистемы байкало-джугджурского типа представлены в верховьях р. Уды, в долине р. Джиды и на юге восточного побережья оз. Байкал. Горные южно-сибирские подтаежные геосистемы распространены в Прихубсугулье, в горах Хэнтэя и восточного Хангая. В котловинах и долинах, местах распространения борových песков, широко представлены сосновые ксерофитно-разнотравные геосистемы южносибирского типа переходные к центрально-азиатскому типу.

Распространение в регионе степных геосистем даурского типа, представленных в пределах Хангайско-Даурской группы провинций, обусловлено, прежде всего, существованием здесь особых природных условий, сформировавшихся благодаря особому характеру взаимодействия тихоокеанских и атлантических воздушных масс [17]. Северо-азиатские лугово-степные и остепненные лугов геосистемы в составе лугово-кустарничково-лесных (лиственничных) серий аллювиальных равнин представлены в Прихубсугулье, в долинах рек – притоков р. Селенги, на северо-восточном и восточном побережье оз. Хубсугул, на склонах долины р. Эгийн-Гол, р. Хухэ-Гол и пр. В районе впадения Орхона в Селенгу широко представлены разнотравно-злаковые и богаторазнотравно-злаковые степные геосистемы преимущественно на черноземных или темнокаштановых почвах.

В местоположениях с индексом сухости более 2,0 развиты сухие дерновиннозлаковые степные геосистемы монгольского типа. Широкая полоса сухостепных геосистем, связанных с каштановыми почвами и с годовой суммой осадков 150–250 мм, расположена на территории Монголии. Они характеризуются преобладанием дерновиннозлаковой степной растительности, образованной преимущественно тырсовым крупнодерновинным ковылем, часто с участием караганы. Южнее эти геосистемы сменяются опустыненными вариантами, для растительности которых характерны не крупнодерновинные тырсовидные ковыли, а мелкодерновинные ковыльки. Опустыненные геосистемы связаны со светло каштановыми почвами и незначительным годовым количеством осадков до 130–160 мм.

По данным анализа карты «Геосистемы бассейна оз. Байкал» была проведена дифференциация природной среды по степени чувствительности и экологической устойчивости к внешнему воздействию. В первую группу (см. рис. 2) *«максимально чувствительные очень нестабильные»* (1–9, 32–42) вошли североазиатские гольцовые тундровые и альпинотипные, высокогорные остепненно-луговые, подгольцовые кустарничковые, лиственнично-редколесные, каменноберезовые и темнохвойно-редколесные геосистемы очень холодных и холодных часто избыточно влажных местообитаний с минимальной или низкой продуктивностью наземной растительности. В эту же группу вошли горные степные хангайско-даурские геосистемы, которые формируются в условиях ультраконтинентального климата с муссонными проявлениями: выраженной цикличностью увлажнения и закономерным чередованием влажных и засушливых периодов лета.

Сюда же были отнесены степные геосистемы высоких равнин и денудационных останцов монгольского типа (см. подписи к рис. 1). Эти сухостепные геосистемы выполняют важную сре-

достабилизирующую водозащитную функцию, хотя их роль в регулировании стока сравнительно невелика. Вместе с этим в условиях большого испарения влаги растительный компонент этих геосистем обеспечивает сохранение существующего природного равновесия, изменение которого может привести к нарушению существующего режима увлажнения, дальнейшей аридизации почвенно-растительного покрова и, как следствие, структуры геосистем.

Во вторую группу (см. рис. 2) *«очень чувствительные нестабильные»* (10-12, 17, 24, 29) вошли горнотаежные геосистемы редуцированных условий развития, формирующиеся преимущественно на вершинных участках или вогнутых поверхностях склонов, а также склонах северной экспозиции и в межгорных понижениях и долинах инверсионного типа циркуляции воздушных масс. Темнохвойные пихтово-кедровые, лиственнично-елово-кедровые и кедровые геосистемы сопровождаются преимущественно подлеском из кедрового стланика, а лиственничные – из ерника. Все они отличаются относительно невысоким уровнем теплообеспеченности и высокой влажностью местообитаний. Они чувствительны к воздействию, имеют большое мерзлотно-защитное и водорегулирующее значение, выполняя функцию стабилизации экологической ситуации.

К этой же группе относятся сосновые боровые геосистемы с сильно остепненным разнотравным травостоем, которые развиваются на сухих песчаных почвах дюн или пологих инсоляционных склонов. Антропогенное воздействие, связанное с уничтожением здесь растительности может привести к развитию эоловых процессов. Сюда же были отнесены псевдотаежные лиственничные геосистемы, формирующиеся преимущественно в резко континентальных местных условиях среднегорий Хангая и Прихубсугулья

В третью группу (см. рис. 2) *«средней чувствительности условно стабильные»* (25-28, 30, 31) вошли подтаежные темнохвойные южно-сибирского типа и подтаежные лиственничные кустарниково-травяные, травяные и остепненные геосистемы байкало-джугджурского типа. Это наиболее освоенные и преобразованные человеческой деятельностью и лесными пожарами территории, находящиеся на разной стадии восстановления. В силу недостаточного увлажнения геосистемы, особенно склоновых инсоляционных местоположений, могут быть подвержены аридизации их почвенно-растительного компонента в условиях лесосведения. В поздний весенний и раннелетний периоды (до стадии формирования травяного растительного покрова) эти геосистемы очень пожароопасны.

Сюда же были отнесены северо-азиатские долинные лугово-степные и остепненные лугов геосистемы южно-сибирского типа в составе лугово-кустарниково-лесных (лиственничных) серий аллювиальных равнин. В целом их местоположения характеризуются ограниченным количеством осадков. Биологическая продуктивность растительного компонента этих геосистем значительно меньше, чем подтаежных, она колеблется между средней и низкой. Антропогенные воздействия здесь могут привести к изменению гидрологического режима в сторону иссушения и, как следствие, нарушению структуры геосистем. Поэтому особенно возрастает их водозащитная и почвозащитная роль. Протаивание мерзлотных почвогрунтов геосистем байкало-джугджурского типа может, наоборот, способствовать увеличению увлажнения местоположений. Все эти геосистемы выполняют разнообразные хозяйственные функции, поэтому они имеют большое техногенно-барьерное значение.

В четвертую группу (см. рис. 2) *«чувствительные относительно стабильные»* (13, 14, 15, 16) вошли геосистемы байкало-джугджурского типа ограниченного и оптимального развития, формирующиеся преимущественно в условиях распространения мерзлотных почвогрунтов. В целом для них характерна экологическая функция стабилизации. При лесосведении здесь может увеличиваться глубина протаивания почвогрунтов, которая, особенно в условиях местоположений плоских водоразделов, межгорных понижений и долин, ведет к накоплению влаги и появлению избыточного увлажнения [14]. В геосистемах подгорных местоположений переувлажнение обусловлено еще и дополнительным поступлением вод со склонов. В лиственничных геосистемах при проявлении избыточного почвенно-грунтового увлажнения возможно появление влажных ерников, восстановление которых в лесные уголья происходит очень медленно.

Рис. 2. Карта «Чувствительность и экологическая устойчивость геосистем»

Степень чувствительности и экологической устойчивости геосистем бассейна оз. Байкал.

1. Максимально чувствительные очень нестабильные. 1–9 – очень значительный дефицит тепла и избыток влаги низко-и среднепродуктивные; 39–42 – очень значительный дефицит влаги минимально и низкопродуктивные. *2. Очень чувствительные нестабильные.* 10–12, 17 – значительный дефицит тепла избыток влаги низко-и среднепродуктивные; 32–38 – значительный дефицит влаги низко-и среднепродуктивные. *3. Средней чувствительности условно стабильные.* 25–31 – некоторый дефицит влаги, повышенная продуктивность. *4. Чувствительные относительно стабильные.* 15, 16 – теплые влажные средне- и повышенно продуктивные; *5. Менее чувствительные наиболее стабильные.* 13, 14, 18, 19, 22, 23 – оптимальное соотношение тепла и влаги, средняя или повышенная продуктивность. *6. Малочувствительные стабильные.* 20–21 – умеренно теплые с некоторым избытком влаги высокопродуктивные.

Примечания. Цифрами обозначены основные природные структуры (см. подписи к рис. 1).

В пятую группу (см. рис. 2) «менее чувствительные наиболее стабильные» (18, 19, 22, 23) были отнесены все горно-таежные геосистемы условий ограниченного развития южно-сибирского типа. Это наиболее организованные в структурном отношении системы, выполняющие средостабилизирующую экологическую функцию (см. рис. 2). В данном регионе они находятся на территориальном пределе своего распространения, но, тем не менее, они экологически устойчивы и, как правило, быстро восстанавливаются после внешнего воздействия. Для этих, преимущественно «моховых» геосистем характерна функция стабилизации (водорегулирования). В условиях континентального климата их моховая подушка обеспечивает существование особого типа экологических условий. Для сохранения моховой тайги необходимо осуществлять постоянный контроль ее состояния, соблюдать правила эксплуатации лесов и проводить мероприятия по предотвращению лесных пожаров.

В шестую группу (см. рис. 2) «малочувствительные стабильные» (20, 21) вошли геосистемы оптимальных условий развития южно-сибирского типа – умеренно теплых или теплых и избыточно влажных местообитаний повышено и высокопродуктивные: горнотаежные темнохвойные и подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные. Они имеют наивысший потенциал биологической продуктивности наземной растительности. Эти «травяные» геосистемы выполняют средозащитную почво- и водорегулирующую функции и требуют особого подхода при их использовании. После пожаров и рубок в лесах этих местоположений листовая фаза очень хорошо выражена и может длиться до 150 лет, кедровая фаза в развитии древостоя наступает лишь к 200–220 годам. Если не способствовать восстановлению этих геосистем, то велика вероятность их изменений.

Выводы. Разработанная на основе учения академика В.Б. Сочавы специализированная классификация геосистем бассейна оз. Байкал позволила представить природу региона как иерархию соподчиненных регионально-типологических структурно-функциональных подразделений. Созданная карта «Геосистемы бассейна оз. Байкал» обеспечивает: изучение проблемы устойчивого развития с точки зрения присущих геосистемам пространственных закономерностей, а в конечном итоге – всей ландшафтной сферы; совмещение индивидуального и типологического принципов в исследовании геосистем разного порядка размерности и возможность прогноза изменения состояния геосистем; отображение комплекса морфотипических, функциональных и структурно-динамических характеристик геосистем, которыми описывается возможный инвентаризационный диапазон экологических ситуаций региона, и который наиболее отвечает целям и задачам картографирования; анализ эколого-географических закономерностей геосистем и разработку системы признаков изменчивости/устойчивости геосистем; выявление природных рубежей геосистем разного иерархического уровня для обобщения материала из разных источников, как необходимое условие анализа геосистем; создание без потери информации производных карт геосистем разного иерархического уровня, масштаба и содержания (посредством декомпозиции базовой карты) для решения проблем устойчивого развития.

Выполненный картографический комплексный геосистемный анализ природной среды бассейна оз. Байкал обеспечил создание карт Чувствительности и Экологической устойчивости геосистем бассейна оз. Байкал и, в конечном счете, переход от функционального этапа исследования региона к прогнозу развития ситуаций. Карты могут быть использованы в качестве инструмента информационной поддержки в решении экологических проблем обширной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сочава В.Б. Теоретическая и прикладная география. Избранные труды / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 2005. – 288 с.
2. Эколого-фитоценотические комплексы Азиатской России. Опыт картографирования / Ред. академик В.Б. Сочава. – Иркутск: Изд-во ИГ Сибири и Дальнего Востока, 1977. – 69 с.

3. Эколого-географическая карта Российской Федерации, масштаб 1: 4000000. М.: ФСГК, 1996. 4л.
4. Григорьев А.А., Будыко М.И. Связь балансов тепла и влаги с интенсивностью географических процессов // Докл. АН СССР. 1965. Т. 162. № 1. С. 151–154.
5. Базилевич Н.И., Гребеничиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.
6. Назимова Д.И., Ермаков Н.Б., Андреева Н.М., Степанов Н.В. Концептуальная модель структурного разнообразия зональных классов лесных экосистем Северной Евразии // Сибирский Экологический журнал. – № 5. – 2004. – С. 745–755.
7. Физико-географическое районирование. Карта-врезка / Ландшафты юга Восточной Сибири: Карта. М. 1:1 500 000 / Михеев В.С., Ряшин В.А. М.: ГУГК, 1977.
8. Кузнецова Т.И., Батуев А.Р., Бардаш А.В. Карта «Природные ландшафты Байкальского региона и их использование»: назначение, структура, содержание // Геодезия и картография. – 2009. – № 9. – С. 18–28.
9. Батуев А.Р., Лопаткин Д.А. Обоснование и картографирование территориальной структуры экологического каркаса региона // Известия Иркутского университета. Серия: Науки о Земле. 2008. – Т. 1. – № 1. С. 56–75.
10. Экологический атлас бассейна оз. Байкал. – Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 145 с.
11. Монгольская Народная Республика. Национальный атлас – Улан-Батор–Москва, Изд-во: ГУГК СССР. – 1990. – 144 с.
12. Кузнецова Т.И., Плюснин В.М. Методология информационного обеспечения анализа экологических рисков // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 47–62.
13. Кузнецова Т.И., Плюснин В.М. Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 2. – С. 43–49.
14. Михеев В.С. Ландшафтный синтез географических знаний. – Новосибирск: Наука, 2001. – 216 с.
15. Исаченко А.Г. Интенсивность функционирования и продуктивность геосистем // Изв. АН СССР. – Сер. геогр. – № 5. – 1990. – С. 5–17.
16. Крауклис А.А. Особенности географических градаций топического порядка // Топологические аспекты учения о геосистемах. – Изд-во: Наука. – Сиб. отд. – Новосибирск. – 1974. – С. 87–138.
17. Стени Евразии / отв. ред. Е.И. Лавренко. – Л.: Наука, 1991. – 146 с.

T.I. Kuznetsova¹

**GEOSYSTEMS MAPPING FOR SOLVING THE PROBLEMS
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF LAKE BAIKAL BASIN WITHIN
THE TRANSBOUNDARY AREA OF RUSSIA AND MONGOLIA**

***Abstract.** The work, carried out within the framework of the electronic «Environmental Atlas of Lake Baikal basin», deals with the scientific problem of creating maps for two sovereign states Russia and Mongolia, based on perceptions of geosystems by Sochava and his followers – the scientists of the Siberian scientific school of geography.*

Applied value of the environment maps with geosystems-defined content for the informational support in the resolution of sustainable development issues is undeniable. They are an essential tool in assessing stability/variability and potential ecological opportunities of the territory, so they can be used as a base for creating assessment, forecast, recommendation, and environmental maps. The analysis of

¹ V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk; e-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru.

currently existing cartographic materials shows that Baikal landscapes are well studied, but the accumulated amount of cartographic information is territorially disunited, temporally not synchronized and is not agreed conceptually. Until now, they use classifications of natural territorial units, which are poorly or just not considered as special geosystems. The experience of creating nature maps with geosystems-defined content with characteristics that reflect not only observed intrastructural and external structural relationship of environmental components, but also their possible changes.

The present paper solves the problem of creating a specialized survey map «Geosystems of Lake Baikal basin» for the informational support of maps of sustainable development in one of the major regions of Eurasia. The most relevant questions, as follows: 1 – Development of a complex of geosystems-based signs – indicators of sustainable development; 2 – Development of principles of specialized classification of geosystems; 3 – Development of maps content; 4 – cartographic analysis of patterns of spatial differentiation of natural environment in the area of interest; 5 – zoning according to the degree of stability/variability of the environment.

Key words: Lake Baikal basin, geosystems, sensitivity, environmental stability, mapping.

REFERENCES

1. Sochava V.B. Teoreticheskaya i prikladnaya geografiya. Izbrannyye trudy [Theoretical and applied geography. Selected works] / V. B. Sochava. – Novosibirsk: Nauka, 2005. – 288 p.
2. Jekologo-fitocenoticheskie komplekxy Aziatskoj Rossii. Opyt kartografirovaniya [Ecological and phytocenotic complexes of Asiatic Russia. Mapping experience] / Ed. by Academician V.B. Sochava. – Irkutsk, Izd-vo: IG Sibiri i Dal'nego Vostoka, 1977. – 69 p.
3. Jekologo-geograficheskaja karta Rossijskoj Federacii. [Ecological and geographical map of the Russian Federation] 1: 4000000. M.: FSGK, 1996. 4 sh.
4. Grigor'ev A.A., Budyko M. I. Svjaz' balansov tepla i vlagi s intensivnost'ju geograficheskikh processov [Connection of heat and moisture balance with the intensity of geographical processes] // Dokl. AN SSSR. 1965. V. 162. № 1. Pp. 151–154.
5. Bazilevich N.I., Grebenshnikov O.S., Tishkov A.A. Geograficheskie zakonomernosti struktury i funkcionirovaniya jekosistem. [Geographic patterns of ecosystem structure and functioning] M.: Nauka, 1986. 297 p.
6. Nazimova D.I., Ermakov N.B., Andreeva N.M., Stepanov N.V. Konceptual'naja model' strukturnogo raznoobrazija zonal'nyh klassov lesnyh jekosistem Severnoj Evrazii [Conceptual model of the structural diversity of zonal classes of forest ecosystems of Northern Eurasia] // Sibirskij Jekologicheskij zhurnal. – № 5. – 2004. – Pp. 745–755.
7. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie. Karta-vrezka / Landshafty juga Vostochnoj Sibiri: Karta. [Physico-geographical regionalization. Insert map/ The landscapes of the south of Eastern Siberia: Map]. M. 1:1 500 000 / Miheev V.S., Rjashin V.A. M.: GUGK, 1977.
8. Kuznecova T.I., Batuev A.R., Bardash A.V. Karta «Prirodnye landshafty Bajkal'skogo regiona i ih ispol'zovanie»: naznachenie, struktura, sodержanie [Map «Natural landscapes of the Baikal region and their use»: purpose, structure, content // Geodesy and Cartography] // Geodezija i kartografiya. – 2009. – № 9. – Pp. 18–28.
9. Batuev A.R., Lopatkin D.A. Obosnovanie i kartografirovanie territorial'noj struktury jekologicheskogo karkasa regiona [Substantiation and mapping of the territorial structure of the region's ecological framework] // Izvestija Irkutskogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle. 2008. – V. 1. – № 1, Pp. 56–75.
10. Ekologicheskij atlas bassejna oz. Bajkal. [Ecological atlas of Lake Baikal basin]. – Irkutsk: izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2015. – 145 p.
11. Mongol'skaja Narodnaja Respublika. Nacional'nyj atlas – Ulan-Bator–Moskva [The Mongolian People's Republic. National Atlas – Ulaanbaatar–Moscow], Izd-vo: GUGK SSSR. – 1990. – 144 p.
12. Kuznecova T.I., Pljusnin V.M. Metodologija informacionnogo obespechenija analiza jekologicheskikh riskov // Problemy analiza riska. [Methodology of information support for the analysis of environmental risks // Risk Analysis Problems] – 2012. – V. 9. – № 5. – Pp. 47–62.

13. Kuznecova T.I., Pljusnin V.M. Geosistemnye kartograficheskie interpretacii dlja informacionnogo obespechenija upravlenija jekologicheskim riskom Bajkal'skogo regiona // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. [Geosystem cartographic interpretation for the information support of environmental risk management in the Baikal region // Health and Safety]– 2014. – № 2. – Pp. 43–49.
14. Miheev V.S. Landshaftnyj sintez geograficheskikh znaniy. [Landscape synthesis of geographical knowledge] – Novosibirsk: Nauka, 2001.– 216 p.
15. Isachenko A.G. Intensivnost funkcionirovaniya i produktivnost geosistem [The intensity of the functioning of Geosystems i produktivnost // Izv. AN SSSR]. – Ser. geogr. – № 5. – 1990. – Pp. 5–17.
16. Krauklis A.A. Osobennosti geograficheskikh gradatsiy topicheskogo poryadka [Particular geographical gradacijtopičeskogo order // Topologicheskie aspektyi ucheniya o geosistemah]. – Izdvo: Nauka. – Sib. otd. – Novosibirsk.– 1974. – Pp. 87–138.
17. Stepi Evrazii [Steppes of Eurasia] / Otv. red. E.I. Lavrenko. – L.: Nauka, 1991.– 146 p.
-

УДК 911:528.94: 04:004.9:004.9: 31:330.59: 338 (470.345)

С.А. Тесленок¹, И.А. Семина², К.С. Тесленок³

О НЕОБХОДИМОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Резюме. В статье анализируется опыт исследований, посвященных оценке социальной комфортности проживания населения. В связи с необходимостью точного и быстрого анализа значительных объемов получаемой пространственно распределенной информации, актуального в социологических исследованиях, предлагается широкое применение геоинформационных систем и ГИС-технологий, объединяющих традиционные операции при работе с базами данных (запросы и статистический анализ) с преимуществами полноценной графической визуализации и географического анализа. Задачи дальнейшего развития социологических исследований решаются, в первую очередь, на основе поиска и использования новых методов математического и геоинформационно-картографического моделирования, а так же определения оптимальных способов графической визуализации их результатов.

Ключевые слова: результаты социологических исследований, графическая визуализация, компьютерное геоинформационное моделирование и картографирование, географические информационные системы, социальная комфортность проживания населения.

Введение. Для современного этапа развития мировой экономики характерны исключительно высокие роль и значение человеческого фактора. Именно человек, обладающий знаниями, способностями и возможностями, служит главной движущей силой прогресса. В связи с этим, одной из самых значимых задач общества является обеспечение оптимальных условий проживания и деятельности человека, создание наиболее благоприятной и комфорт-

¹ Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, географический факультет, кафедра геодезии, картографии и геоинформатики; Саранск, 430005, Россия; доцент, канд. геогр. н.; e-mail: teslserg@mail.ru.

² Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, географический факультет, кафедра физической и социально-экономической географии; Саранск, 430005, Россия; заведующий, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: isemina@mail.ru.

³ Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, географический факультет, кафедра физической и социально-экономической географии; Саранск, 430005, Россия; аспирант; e-mail: kirilltesl@mail.ru.