Относительно фона в снежном покрове исследуемой территории содержание растворенных солей увеличивается в 3–5 раз (до 55 мСм/см), причем локальные максимумы установлены в непосредственной близости от ГОКа, а также вблизи ОЭМК.

При наложении изолиний суммарного показателя загрязнения снежного покрова на цифровую модель рельефа SRTM закономерностей, объясняющих выделение локальных максимумов положением в рельефе, обнаружено не было.

В результате исследования:

• Рассчитаны значения суммарных показателей загрязнения почв Ямской степи и построено их распределение.

• Проведено сравнение содержаний отдельных химических элементов с фоновыми значениями и нормативными концентрациями.

• Получены карты пространственного распределения суммарного показателя загрязнения снежного покрова, значений pH и содержания растворенных солей в талой снеговой воде на участке заповедника «Белогорье» - Ямская степь и прилегающей территории.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 13-05-00904\14

Литература

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 181 с.
2. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
3. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».
4. ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».
5. Отчет заповедника «Белогорье». Кн. 1, Ч. 1. 2012.
6. Заповедник «Белогорье». URL: http://www.zapovednik-belogorye.ru/jamskaja_step/ (дата обращения 15.10.2013).
7. Лебединский ГОК. URL: http://www.metalloinvest.com/our-business/mining-segment/261/ (дата обращения 12.10.2013).

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ РИСКОМ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Т. И. Кузнецова, В. М. Плюснин
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск
kuznetzova@irigs.irk.ru

GEOINFORMATION LANDSCAPE MAPPING FOR SUPPORT OF ECOLOGICAL RISK MANAGEMENT IN THE BAIKAL REGION

T.I. Kuznetsova, V.M. Plyusnin
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Abstract. A geosystem approach to the classification and geoinformational mapping of the ecological risk is proposed.

Based on Internet resources, archival literary and cartographic sources, and using advanced GIS-technologies, an analysis is made of a space-time state of geosystems in the Baikal region as a set of conditions, defining or limiting the features of the human life activity. On the basis of the ideas obtained about the variability of geosystems as a result of spontaneous development or under the influence of anthropogenic factors, a system of signs-indicators of ecological risk was developed. Zoning of the study area according to the degree of ecological risk proneness was conducted.

To support ecological risk management an interpretative informational-cartographic system of the natural environment of the Baikal region with geosystem geo-ecological content was developed. A fragment of the authors' map is presented.

Keywords: variability of the natural environment, ecological risk, geosystem signs-indicators, specialized classification of geosystems, geoinformational mapping, geoecozones.

Постановка проблемы. Понятию "экологический риск" (ЭР) в междисциплинарной науке о рисках придается значение, подразумевающее вероятность наступления неблагоприятных для природной среды (ПС) событий вследствие развития природных процессов и явлений или антропогенного вмешательства, которые, в конечном итоге, приводят к неблагоприятным социально-экономическим последствиям [10].

Для управления экологическим риском любого крупного региона необходима информация о том, в какой именно ПС находится человек, какой тип деятельности он может или не может в этой среде осуществлять, какие могут быть в результате этого изменения и как можно минимизировать их отрицательные последствия для природы и человека. Этот факт придает проблеме индикации (от лат. indico – указываю, определяю) ЭР комплексное пространственно-временное (картографическое) содержание и, в конечном итоге, приводит к необходимости специализированной типизации и зонированию территории по степени изменчивости ПС, или "предрасположенности к экологическим рискам" [10, с. 5].

В идеале представляется, что в качестве такого обеспечения должна служить проблемно-целевая ландшафтно-интерпретационная (от лат. interpretatio – разъяснение, истолкование) "информационно-картографическая система (ИКС)" [5, с. 17] природной среды. В лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (г. Иркутск) в рамках постоянно обновляемого цифрового Атласа устойчивого развития Байкальского региона (Республика Бурятия, Забайкальский край, Иркутская область) разрабатывается научно-методологический инструментарий создания такой ИКС. В круг решаемых в данной работе научных задач входит разработка: 1 – научной концепции анализа ЭР; 2 – схемы геоэкологического зонирования территории исследуемого региона по комплексу признаков – индикаторов ЭР; 3 – содержания программно-целевой ИКС ПС, отвечающей требованиям информационного обеспечения анализа ЭР.

Научная концепция анализа ЭР. *Индикаторы ЭР.* В настоящее время для прогнозирования ЭР широко применяется метод экологических индикаторов – признаков, свойственных системе или процессу, на основании которых производится определение или оценочная классификация состояния экологических систем, процессов и явлений, а также качественная или количественная оценка тенденций их изменений [1]. При этом используются экологические критерии нескольких типов: природоохранные, ориентированные на сохранение целостности экосистем и их компонентов; антропоэкологические – на оценку воздействия на человека; ресурсно-хозяйственные, ориентированные на оценку типа и степени воздействия на природу в системе «общество-природа»; социально-экономические – на результирующие оценки благополучия экономической системы и качества жизни людей и пр.

Для классификации ЭР Байкальского региона нами использовались модели общенаучных типологических ландшафтных карт, созданных на основе "геосистемной структурно-динамической концепции" [7, с. 23]. В этом случае «в качестве интегральных индикаторов» [6, с. 202] ЭР рассматриваются характеристики геосистем, целевая интерпретация которых способна обеспечить информацией и о пространственно-временном состоянии геосистем, и об оптимальном выполнении ими экологических и целевых функций, и о необходимых природоохранных мероприятиях для минимизации ЭР. Составление индикационных карт ЭР проводится на основе анализа взаимосвязей между явлениями, показанными на первичной общенаучной карте геосистем, и теми практически важными показателями, которые необходимо отобразить на производной карте.

Таблица 1

Признаки специализированной типологической классификации геосистем

Признаки	Их характеристики
1	2
Иерархические	Локальный, региональный, планетарный уровень
Генетические	История возникновения и развития: пространственно-временные состояния (антропоген, 30-40 тыс. лет)
Функциональные	Интенсивность функционирования (ее факторы), продуктивность растительности, чувствительность
Динамические	Динамические категории, категории устойчивости и изменчивости, характер, степень и темпы изменения, пр.
Экологические	Условия среды, экологический потенциал и нормирование антропогенной нагрузки, степень пригодности для выполнения конкретных функций и комфортности
Ресурсные	Природно-ресурсный потенциал (интегральный и частные)
Тип воздействия	Природный, природно-антропогенный, антропогенный
Факторы воздействия	По преобладающим видам воздействия
Форма проявления	Фоновое, очаговое, точечное, линейное
Последствия воздействия	Характер, степень и темпы изменения
Время возникновения	Ретроспективные, современные, прогнозируемые ситуации
Острота ситуации	Стабильные, умеренно острые, острые, очень острые

Скорость развития	Стремительные, быстро развивающиеся, медленно развивающиеся, скачкообразные
Уровень проявления	Топологический, региональный, планетарный
Возможность решения	Разрешимые, трудноразрешимые, неразрешимые,
Приоритетность решения	Приоритетные, неприоритетные
Способы решения	Организационные, правовые, экономические и пр.
Категории охраны природы	Предупредительная, комбинированная, объектно-компонентная
Рекомендации оптимизации	Оптимизационные мероприятия по улучшению ситуации
Реакция на предлагаемый набор мероприятий	Период восстановления, преобразования геосистем и улучшения ситуации

Известно, что в геосистемных исследованиях ЭР рассматривается как некоторая "вероятность и степень опасности негативных изменений в структуре и функционировании геосистем в случае естественных или антропогенно обусловленных событий и процессов в среде обитания" [8, с. 19]. Поэтому данные об изменчивости геосистем как «одном из важнейших сложных свойств геосистем, обусловленных воздействием на них разнообразных внутренних и внешних, естественных и антропогенных факторов» [9, с. 200], используются нами для индикации ЭР [3]. Характеристики генезиса, структуры, динамики (преобразовательной и стабилизирующей) и функционирования геосистем Байкальского региона во взаимосвязи с особенностями их использования и внешнего, в том числе антропогенного воздействия составляют особую систему признаков-индикаторов ЭР (табл. 1).

Система специализированных классификаций. Для индикации ЭР Байкальского региона разработана особая система классификаций геосистем, которая включает базовую специализированную классификацию и производные от нее оценочные и прогнозные классификации.

Основаниями деления базовой специализированной типологической классификации выступают те признаки геосистем, которые в наибольшей степени проявляются в процессе взаимодействия с различными формами деятельности людей (см. табл. 1). Исходной основой ее создания является типологическая общенаучная классификация геосистем академика В.Б. Сочавы [7, с.108-120]. Процесс создания производной классификации включает следующие процедуры: 1) анализ структуры и организации геосистем; 2) геоэкологическую интерпретацию геосистемной информации; 3) перевод каждой геосистемной категории в структуру качественных относительных оценок и прогнозирование ЭР.

Демонстрационный материал производной типологической классификации ограничен приведенным систематическим списком геосистем Байкальского региона (см. "Классификационные …").

Классификационные категории геосистем Байкальского региона

А. ПРИРОДНЫЕ СТРУКТУРЫ

I. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ ГОЛЬЦОВЫЕ И ТАЕЖНЫЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ. Байкало-Джугджурские и Восточносаянские гольцово-верхнетаежные: 1. Гольцовые тундровые и альпинотипные, подгольцовые кустарниковые, лиственнично-редколесные, каменноберезовые и темнохвойно-редколесные холодных избыточно влажных местообитаний минимально и низкопродуктивные (с) [1].

Байкало-Джугджурские горнотаежные: 2. Горнотаежные лиственничные редуцированного развития умеренно холодных влажных местообитаний низкопродуктивные (с). 3. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные редуцированного развития холодных (инверсионных) влажных местообитаний низкопродуктивные (с). 4. Межгорных понижений и долин таежные темнохвойные редуцированного развития холодных (инверсионных) влажных местообитаний средне- и низкопродуктивные (п). 5. Горнотаежные лиственничные ограниченного развития умеренно теплых влажных местообитаний повышенно продуктивные (к). 6. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные ограниченного развития умеренно теплых влажных и избыточно влажных местообитаний среднепродуктивные (м, с). 7. Горнотаежные лиственничные оптимального развития теплых влажных и умеренно влажных местообитаний повышенно продуктивные (м, уд). 8. Подгорные и межгорных понижений лиственнично-таежные оптимального развития теплых влажных и умеренно влажных местообитаний повышенно продуктивные (м, уд). 9. Подгорные подтаежные лиственничные теплых умеренно и недостаточно влажных местообитаний повышенно продуктивные (п, уд).

Южно–Сибирские горнотаежные: 10. Горнотаежные темнохвойные редуцированного развития умеренно холодных влажных местообитаний низкопродуктивные (с). 11. Горнотаежные темнохвойные ограниченного развития умеренно теплых влажных местообитаний повышенно продуктивные (к). 12. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные ограниченного развития умеренно теплых влажных местообитаний повышенно и среднепродуктивные (м, с). 13. Подгорные и межгорных понижений таежные кедрово-лиственничные ограниченного развития умеренно теплых влажных и умеренно влажных местообитаний среднепродуктивные (п). 14. Горнотаежные темнохвойные оптимального развития

умеренно теплых и теплых избыточно влажных местообитаний высокопродуктивные (м). 15. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные оптимального развития умеренно теплых и теплых влажных местообитаний повышенно продуктивные (п). 16. Горнотаежные сосновые умеренно теплых и теплых умеренно и недостаточно влажных местообитаний среднепродуктивные (п). 17. Подгорные подтаежные сосновые теплых умеренно влажных местообитаний повышенно продуктивные (п, уд). 18. Подгорные подтаежные лугово-болотные в сочетании с лугами и сосновыми лесами теплые повышенно и среднепродуктивные (с).

Среднесибирские равнинно-плоскогорные: *19.* Южнотаежные темнохвойные возвышенностей умеренно теплых и теплых влажных местообитаний повышенно продуктивные (к). 20. Южнотаежные темнохвойные (на равнинах) умеренно теплых и теплых избыточно влажных местообитаний повышенно продуктивные (м). 21. Сосновые боровые равнин и долин олиготрофно-ксеро-мезофитного режима умеренно теплых недостаточно влажных местообитаний среднепродуктивные (с).

II. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ СТЕПНЫЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Южносибирские: 22. Подгорных равнин лугово-степные, долинные солончаково-луговые в сочетании с сазовыми степями теплых недостаточно влажных местообитаний повышенно продуктивные (уд).

III. ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИЕ СТЕПНЫЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И УЛЬТРАКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Горные Западнозабайкальские даурского типа*:* 23. Склоновые и пологосклоновые теплых сухих местообитаний средне- и низкопродуктивные (к). 24. Подгорные межгорных понижений и долин теплых сухих и очень сухих местообитаний (литофильные, мерзлотные, солонцеватые, на зандровых и озерных песках, развеянных песков) низко- и минимально продуктивные (уд).

Высоких равнин и денудационных останцов Онон-аргунские гемикриофильные (полухолодные): 25. Высоких равнин, пологих склонов, подгорных равнин преимущественно дерновинно-злаковые, пижмовые и пижмово-разнотравные теплых и сухих местообитаний повышенно и среднепродуктивные (уд). 26. Днищ падей, долинные, низинные, бессточных озер (солончаковатые) теплых сухих местообитаний низко- и минимально продуктивные (с).

Б. ФАКТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

КРУПНООЧАГОВЫЕ:

а – селитебно-хозяйственные городские (по преобладающим отраслям, воздействующим на окружающую среду): 27 – многофункциональные промышленно-транспортные, 28 – топливно-энергетические, 29 – горнодобывающей промышленности, 30 – цветной металлургии, 31 – цветной металлургии и целлюлозно-бумажной промышленности, 32 – химической и нефтехимической промышленности, 33 – целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности, 34 – лесной и деревообрабатывающей промышленности, 35 – лесной и деревообрабатывающей промышленности в сочетании с другими отраслями промышленности, 36 – прочих отраслей промышленности, 37 – промышленное в сочетании с другими отраслями хозяйства;

б – селитебно-хозяйственные преимущественно сельские: 38 – агропромышленные, 39 – сельскохозяйственные, 40 – сельскохозяйственные личных подсобных хозяйств, 41 – промысловые в сочетании с сельскохозяйственным, 42 – рекреационные в сочетании с сельскохозяйственным, 43 – транспортные (в крупных центрах в сочетании с промышленным), 44 - прочих отраслей.

[Численность жителей населенных пунктов (тыс.): 45 – свыше 300, 46 – от 100 до 300, 47 – от 50 до 100, 48 – от 10 до 50, 49 – от 5 до 10, 50 – от 2 до 5, 51 – от 1 до 2, 52 – менее 1].

ЛИНЕЙНО-ОЧАГОВЫЕ:

в – транспортно-коммуникационные: 53 – железнодорожные, 54 – автотранспортные,

55 – газопроводов, 56 – нефтепроводов.

МЕЛКООЧАГОВЫЕ:

г – горнопромышленные (по способам добычи полезных ископаемых): 57 – открытый (карьеры, разрезы, дражные полигоны), 58 – подземный (шахты, штольни), 59 – подземный (скважины), 60 – сочетание открытого и подземного способов добычи.

[Степень нарушенности геосистем: 61 – очень сильная, 62 – сильная, 63 – средняя, 64 – незначительная].

Обозначения. [1] – Динамические категории и экологическая стабильность, или потенциальная устойчивость геосистем: к – коренные (наиболее стабильные), м – мнимокоренные (стабильные), с – серийные (менее стабильные), п – переходные (условно стабильные), уд – устойчиво длительнопроизводные разной степени измененности.

Примечание. Биологическая продуктивность растительности (годовой прирост растительности при данных значениях тепла и влаги, выраженный в сухой массе органического вещества надземных и подземных частей растений): 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 средних суточных температур выше 10◦С): холодные (600–800 ◦С), умеренно холодные (800–1200 ◦С), умеренно теплые (1 200–1600 ◦С), теплые (1 600–2 000 ◦С), очень теплые (2000–2400 ◦С).

Влагообеспеченность (радиационный индекс сухости по М. И. Будыко): избыточно влажные (менее 0,5), влажные (0,5–0,9), умеренно влажные (1,0–1,4), недостаточно влажные (1,5–1,9), сухие (2,0–2,5), очень сухие (более 2,5) [2].

Типологическая специализированная классификация геосистем выглядят неизбежно громоздкой, и в ней используется специальная терминология геосистемного геоэкологического содержания. Это делает ее сложной для потребителя. Но, если идти по предложенному пути, то возможно ее упрощение посредством создания системы параллельных взаимосвязанных классификаций (группировок), выполненных по сходству (или различию) признаков геосистем. Производные оценочные и прогнозные классификации геосистем создаются по данным относительной качественной оценки свойств геосистем и их изменчивости в результате совокупного воздействия природных и антропогенных факторов. Они имеют разное содержание природного, ресурсно-экологического, производственно-экологического, природоохранного направления.

Картографический мониторинг. При прогнозировании ЭР необходимо учитывать генетические характеристики геосистем (см. табл. 1). Шкала их эволюционных изменений была разработана ранее [2] на основе методологического принципа, заключающегося в признании глубокой зависимости изменения состояния геосистем от глобальных изменений климата, а также от типа, степени и продолжительности антропогенного воздействия (табл. 2). Поэтому основные этапы изменения геосистем Байкальского региона совпадают с основными фазами формирования климата: 39–40 тыс. л. н. – малохетское потепление, 26–28 тыс. л. н. – фаза климатического оптимума межледниковья, 24–15 тыс. л.н. – сартанское похолодание и иссушение, 11–12 тыс. л. н. – начало улучшения климата после сартанского похолодания, 7–8 тыс. л. н. – дальнейшее потепление в бореальный климатический период, 5–6 тыс. л. н. – фаза климатического оптимума голоцена (атлантический климатический период), 2–4 тыс. л. н. – ксерофитизация климата (суббореальный климатический период), 2–1,5 тыс. л. н. в – начало ухудшения климата в сторону похолодания (субатлантический климатический период), XVI-XIX вв. – «малая ледниковая эпоха», XIX–XXI вв. – относительное потепление климата.

На основе обобщения историко-географического материала по региону были выделены основные хронологические периоды антропогенных изменений геосистем: 1 – *природопотребление*: – а) узколокальное минимальное воздействие присваивающего хозяйства при полном приспособлении к природной среде (35–15 тыс. л. н.), б) – минимальное воздействие в условиях полукочевого образа жизни при занятии охотой, рыбной ловлей собирательством (пожоги, незначительные изменения видов, являющихся объектом охоты и собирательства) (15-5 тыс. л. н.); 2 – *доиндустриальное природопользование*: в) – скотоводство с локальным проявлением антропогенных модификаций геосистем (3–2 тыс. л. н.), г) – скотоводство с элементами земледелия и ремесел со значительным увеличением площади антропогенных модификаций геосистем, локального проявления антропогенного фактора в эволюции геосистем (1 тыс. л. н.), д) – подсечное земледелие с использованием тягловой силы животных со значительным расширением площади производных антропогенных ландшафтов (XVII–XIX вв.); 3 – *индустриальное природопользование*: е) – интенсивное промышленное освоение с максимальным преобразованием природы, появлением антропогенных геосистем крупного ранга и повсеместным распространением производных антропогенных ландшафтов (XIX–XXI вв.).

Таблица 2

Классификационные признаки длительновременных изменений геосистем

Хронология	Хроноструктура			
Изменения климата, природных режимов, растительности, типов использования	Геосистемы			
	Основные хронотипы	Природно-экологические условия	Природные ресурсы	Хозяйственные функции, воздействие и экологические последствия

Согласование многочисленных междисциплинарных данных проводится на принципах геоинформационного мониторинга [2] – специально разработанной системы повторного картографирования в соответствии с заранее разработанной программой (см. табл. 2). Оно включает следующие типы карт: 1 – ретроспективные, восстанавливающие хронологию развития геосистем, их использования и состояния, 2 – инвентаризационные, отражающие их современное состояние и многолетние итоговые изменения, 3 – реинвентаризационные, связанные с обеспечением проблем «нового» освоения территорий региона, 4 – прогнозные, отображающие сценарии возможного изменения геосистем.

Геоэкологические интерпретации. Многоаспектная картографическая интерпретация географической информации проводилась с использованием геосистемной геоэкологической концепции, которая позволила рассматривать каждую геосистему одновременно как экологическую среду, ресурсную среду и среду жизнедеятельности людей, обеспечивая этим интеграцию многочисленных сопряженных междисциплинарных данных по единым классификационным категориям геосистем (табл. 3, рис.).

В первом случае геосистемы характеризуются исключительно как природные образования, имеющие сложное организационно-иерархическое системное устройство, и развивающиеся по законам, действующим, прежде всего, в географической среде (см. "Классификационные…"). Иерархическая организация геосистем позволила, во-первых, представить каждую геосистему более высокого ранга по отношению к входящим в ее состав системам как среду формирования и развития; во-вторых, обеспечить изучение структурных особенностей геосистем и характера их использования на широком природном фоне. При этом характеристики геохор рассматривались как внешние условия функционирования геосистемы, а характеристики геомеров позволили определить комплекс условий ПС. Так, например, по их местоположениям устанавливались гравитационные, циркуляционные, инсоляционные характеристики, а также тепло-, влагообеспеченность и биологическая продуктивность растительности.

Структурно-динамические характеристики рассматривались как наиболее важные признаки-индикаторы ЭР, потому что в инварианте геосистемы воплощен ее природный потенциал, "определяющий наблюдаемые в природе переменные состояния, и те производные структуры, которые можно создать с целью оптимизации природной обстановки или стимуляции воспроизводства ресурсов" [7, с. 33]. Структурное разнообразие определяет свойство экологической стабильности (устойчивости) как возможности геосистемы достигать достаточно существенных структурных различий, необходимых для ее развития и восстановления (см. "Классификационные …"). «Активное антропогенное воздействие в условиях слабой устойчивости ПС существенно увеличивает степень экологического риска» [10, с 6].

При анализе изменчивости геосистем в результате внешнего, в том числе антропогенного воздействия, исследовалось также все относящееся к стабилизирующей динамике, а именно: "саморегуляции как части сложного процесса восстановления нарушенной структуры геосистем" [7, с. 71]. Выявлялись: 1) степень нарушенности структуры геосистем (при значительных ее нарушениях роль саморегуляции снижается); 2) интегральная интенсивность функционирования (саморегуляция более действенна в оптимальных условиях тепла и влаги); 3) режимы связей (отрицательные обратные связи наиболее способствуют восстановлению геосистем); 4) структура биоты геосистемы (чем разнообразнее экосистема, тем она стабильнее) (см. "Классификационные…", подписи к рис.).

Во втором случае "геосистема – среда" рассматривалась как комплекс условий, ориентированных на человека и его потребности в месте и средствах обитания, ресурсах производственной деятельности и отдыха (см. табл. 3). В этом плане гомогенитет геосистем свидетельствовал об однородности условий ПС и о возможности применения в соответствующей обстановке единообразных приемов эксплуатации природных богатств и оптимизации жизненных и ресурсных условий местности.

Характеристики функционирования геосистем индицируют соотношение тепло-влагообеспеченности, биологической продуктивности, суммарного испарения, емкости биологического круговорота. Одновременно они индицируют относительную (резистентную) устойчивость, или чувствительность геосистем к антропогенному воздействию и природный ресурсный потенциал как способность геосистем удовлетворять определенные общественные функции в процессе взаимодействия природы и общества. Эти же характеристики определяют основные экологические функции геосистем (см. подписи к рис.).

Таблица 3

Геоэкозоны, выделенные по комплексу условий, ориентированных на человека

Геоэкозоны п/п (рис.)	Экологический потенциал	Климатические факторы дискомфорта	Природные условия жизнедеятельности
1	2	3	4
1 (1^1)	Экстремально низкий	Очень значительный дефицит тепла, избыток влаги	Экстремальные
2 (2, 10)	Очень низкий	Значительный дефицит тепла	Очень неблагоприятные
3 (3, 4)	Максимально низкий	Очень значительный дефицит тепла температурные инверсии	Максимально неблагоприятные
4 (23)	Очень низкий	Значительный дефицит влаги, выражена цикличность увлажнения	Неблагоприятные
5 (24,26)	Максимально низкий	Очень значительный дефицит влаги, выражена цикличность увлажнения	Очень неблагоприятные
6 (22,25)	Наиболее высокий	Дефицит влаги	Наиболее благоприятные
7 (21, 16)	Относительно низкий	Относительный дефицит влаги	Условно неблагоприятные
8 (5)	Относительно	Дефицит тепла	Относительно

	невысокий		неблагоприятные
9 (6)	Низкий	Температурные инверсии избыточное увлажнение	Неблагоприятные
10 (11)	Относительно низкий	Дефицит тепла	Относительно неблагоприятные
11 (12,13)	Невысокий	Дефицит тепла, избыток влаги	Относительно благоприятные
12 (7, 8,)	Относительно невысокий	Избыток влаги	Неблагоприятные
13 (9, 17, 18)	Высокий	Некоторый дефицит влаги	Очень благоприятные
14 (14, 15,19, 20)	Повышенный	Несколько избыточное увлажнение	Благоприятные

Обозначения. Цифрами обозначены выделы на карте (рис.). [1] – Цифрами в скобках обозначены основные подразделения природной структуры (см. «Классификационные …»).

Способность обеспечивать потребности людей во всех необходимых условиях существования людей, т.е. создавать специфическую местную среду обитания оценивалась экологическим потенциалом геосистем (ЭПГ). Несомненно, что наибольшую взаимосвязь экологический потенциал имеет с типами геосистем (см. табл. 3). В процессе качественной оценки «интегрального и частных потенциалов геосистем» [4, с. 130] Байкальского региона проводилось определение факторов, ограничивающих их использования (современные природные процессы, чувствительность к антропогенному воздействию и т. д.). На основе анализа природных режимов геосистем оценивалась, например, степень комфортности климата (см. табл. 3). Наряду с этим показатели тепло- и влагообеспеченность, биологической продуктивности растительности (см. "Классификационные …") использовались для индикации местного природно-ресурсного потенциала.

В третьем случае мы имеем дело со средой, целиком связанной с деятельностью человека – это поселки, города, хозяйственная инфраструктура и пр. (см. "Классификационные …"). Здесь геосистемы представляют собой фон, на котором функционируют все технические устройства, а их состояние определяется совокупностью природных и антропогенных факторов формирования ПС. В этой части исследования выявлялось все, относящееся к факторам антропогенного воздействия и его последствий. Геосистемы с нарушенной структурой разделены по категориям «нарушенности структуры» [7, с. 72]: очень сильная, сильная, средняя, незначительная. На основе анализа взаимодействия всех трех сред определялись экологические (средоформирующая, средорегулирующая, средозащитная) (см. подписи к рис.) и хозяйственные функции (лесохозяйственная, сельскохозяйственная и пр.) (см. "Классификационные …"), разрабатывались нормативные ограничения природопользования, обосновывались пространственные пределы нагрузок, категории охраны природы.

По комплексу эколого-географических условий природной среды – индикаторов ЭР проведено геоэкологическое зонирование территории Байкальского региона (рис.).

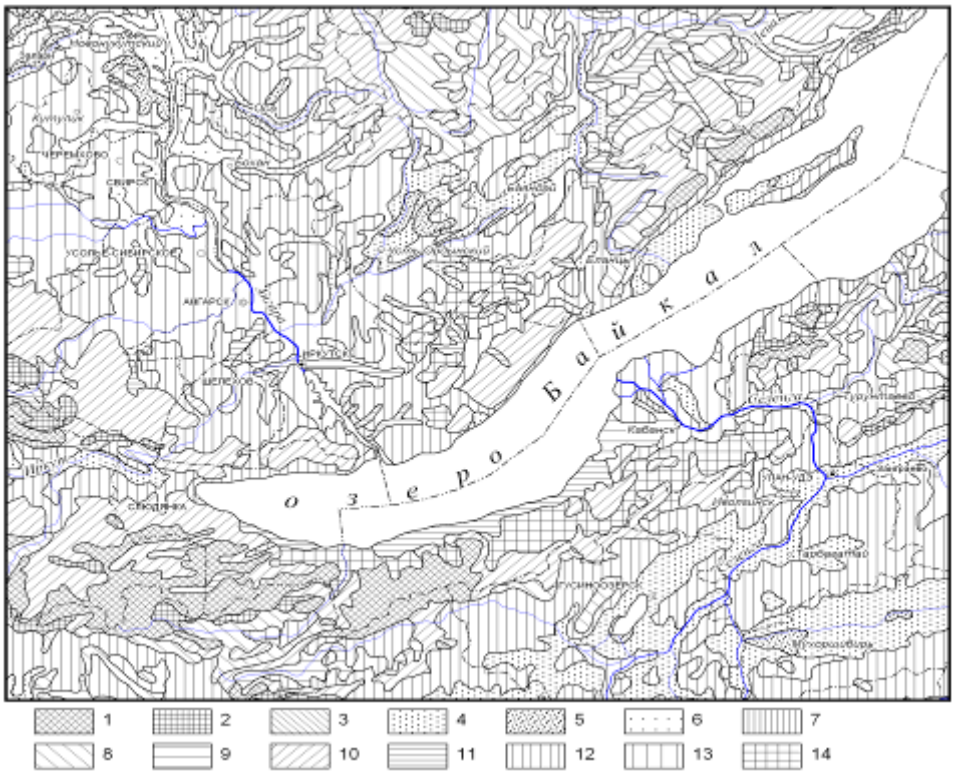

Рис. Зонирование территории Байкальского региона по комплексу признаков геосистем – индикаторов ЭР. Масштаб 1:5 000 000. (Фрагмент карты).

Подписи к рис. Геоэкозоны. Э*кологический риск максимально высокий (максимально чувствительные).* Геосистемы геосферного средоформирующего экологического значения: 1 – очень холодные и холодные избыточно влажные, минимально и низкопродуктивные, изменения проявляются немедленно, в том числе в смежных структурах.

Экологический риск очень высокий (очень сильно чувствительные). Геосистемы регионального средоформирующего значения: 2 – горнотаежные умеренно холодные влажные низко- и среднепродуктивные, изменения проявляются немедленно, в том числе в смежных структурах; 4 – горностепные теплые и очень сухие низко- и среднепродуктивные, изменения проявляются немедленно, в том числе в смежных структурах.

Экологический риск высокий (очень чувствительные). Геосистемы средорегулирующего значения*:* 3 – умеренно холодные (инверсионные) избыточно влажные средне- и низкопродуктивные (возможно усиление гидроморфности в результате протаивания мерзлоты); 5 – теплые с значительным недостатком влаги низко- и минимально продуктивные (возможно усиление аридизации); 7 – теплые с недостатком влаги низко- и среднепродуктивные (на песчаных отложениях) (возможно усиление аридизации, движение песков); 9 – умеренно теплые умеренно влажные средне- и повышенно продуктивные, (возможно усиление гидроморфности в результате значительного протаивания мерзлоты); 12 – теплые влажные повышенно продуктивные (возможно усиление гидроморфности в результате значительного протаивания мерзлоты).

Экологический риск относительно высокий (чувствительные). Геосистемы техногенно-барьерного значения (разной степени нарушенности)*:* 6 – теплые с некоторым недостатком влаги средне- и повышенно продуктивные (возможно усиление аридизации, засоление почв); 13 – теплые с очень незначительным недостатком влаги повышенно продуктивные (возможно усиление аридизации).

Экологический риск относительно невысокий (менее чувствительные) Геосистемы средозащитного и охранного значения*:* 8 – лиственничные умеренно теплые умеренно влажные повышенно продуктивные; 10 – кедровые (охранные) умеренно теплые влажные средне- и повышенно продуктивные; 11 – кедрово-лиственничные умеренно теплые умеренно влажные средне- и повышенно продуктивные (изменения связаны с усиленным прогреванием с разными экологическими последствиями в зависимости от крутизны склонов).

Экологический риск невысокий (малочувствительные). Геосистемы охранного (с кедром) и средорегулирующего значения: 14 – умеренно теплые с некоторым избытком влаги высокопродуктивные (изменения связаны с продолжительным периодом восстановления).

Структура информационно-картографической системы (ИКС). Структура ИКС природной среды (ПС) Байкальского региона (табл. 4) разработана в приложении к решению практических задач информационного обеспечения регионального анализа ЭР. Практически процесс ее создания включает следующие процедуры: 1 – создание целевой базы географических данных; 2 – разработку базовой

специализированной классификации геосистем; 3 – создание базовой карты геосистем; 4 – многоаспектную целереализующую интерпретацию информации и создание системы производных классификаций геосистем; 5 – формализацию информации (представление системы классификаций геосистем в табличной форме); 6 – модификацию контурной основы базовой карты и разработку сопряженной системы контурных карт; 7 – комплексирование информации и создание программно-целевых тематических слоев ИКС; 8 – интеграцию информации и формирование единой ИКС природной среды Байкальского региона.

Интерпретационно-информационную основу ИКС составляет специально созданный единый, постоянно дополняемый и обновляемый, банк географических данных из ранее изданных традиционных и электронных тематических карт, современных космических снимков (КС) среднего и высокого разрешения, сделанных с космических аппаратов "Ресурс", "Landsat-7", "Terra", и многочисленных литературных источников (см. табл. 4). В качестве общей географической и математической основы использована отредактированная система DCW м-ба 1:1 000 000.

Таблица 4

Структура ИКС природной среды Байкальского региона

I.Исходная информационно-интерпретационная база.	Масштаб
1.Тематические карты разного содержания и масштаба 2.Историко-географические материалы (антропоген: 30-40 тыс. лет) 3.Разномасштабные космоснимки (КС) 4.Интернет-ресурсы	Разный
II.Базовая карта	
1.Геосистемы Байкальского региона	1:5 000 000
III.Интерпретационные карты	
1.Геосистемы Байкальского региона и их использование 2.Карта геоэкологических ситуаций Байкальского региона	1:5 000 000 1:5 000 000
IV.Производные карты	
1.Карта текущего состояния геосистем 2.Карта условий среды 3.Карта современных природных процессов, ограничивающих использование геосистем 4.Карта типов и степени антропогенного воздействия на геосистемы 5.Карта нарушенности геосистем 6.Карта категорий охраны природы 7.Карта рекомендуемых природоохранных мероприятий	1:5 000 000 1:5 000 000 1:5 000 000 1:5 000 000 1:5 000 000 1:5 000 000 1:5 000 000

После ввода данных, согласования различных слоев информации, ее модификации на базе программ MapInfo Professional и ENVI была создана специализированная базовая основа «Геосистемы Байкальского региона» (см. табл. 4). Используемая при этом единая многоуровневая специализированная классификация геосистем (см. "Классификационные …"), обеспечила создание системы сопряженных электронных карт, отражающих расслоение геосистем как по уровню сложности и структурной организации, так и по типам связей и взаимодействий их компонентов, позволяя тем самым выявить самые разные признаки – индикаторы ЭР при единой группировке пространственных данных. Контуры геосистем (геомов и их классификационных объединений) рассматриваются как информационные ячейки разных иерархических уровней сосредоточения междисциплинарной географической информации по региону исследования.

ИКС ПС Байкальского региона обладает свойствами, характерными для всех географических (картографических) систем: комплексностью, программно-целевой определенностью, целостностью (эмержентностью), наглядностью, практической ценностью. Структурно-функциональные типы электронных карт (базовые, интерпретационные, производные) (см. табл. 4) отражают последовательность разработки и методы согласования содержания электронных карт.

Специализированная ИКС ПС Байкальского региона с обширным объемом систематизированной междисциплинарной географической информации предназначена для практического использования специалистами различного профиля при решении задач управления ЭР. Она обладает возможностями оперативного обновления информации и обеспечивает создание новых оценочных, прогнозных и рекомендательных карт ПС.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (проект № 13-05-41105 РГО – а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Бобылев С.Н., Мазуров Ю.Л, Тикунов В.С. Устойчивое развитие территорий: критерии и индикаторы // ИнтерКарто/ИнтерГИС 10: устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт. Материалы Международной конференции Владивосток, Чаньчунь (КНР), 12–19 июля 2004 г. – С. 245-254.

2.Кузнецова Т.И. Основы геоинформационного картографирования развития геоэкологических ситуаций Байкальского региона // Геодезия и картография. – 2010. – № 8. – С. 24–32.

3.Кузнецова Т.И., Плюснин В.М. Методология информационно-картографического обеспечения анализа экологических рисков // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 47–62.

4.Рюмин В.В. Опыт оценки природного потенциала ландшафтов // География и природ. ресурсы. – 1984. – № 4.– С. 125-132.

5.Снытко В.А, Батуев А.Р., Башалханов И.А., Кузнецова Т.И. и др. Электронное атласное картографирование для обеспечения устойчивого развития регионов Сибири // География и природ. ресурсы. – 2003. – № 3. – С. 16–26.

6.Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. - 340 с.

7.Сочава В.Б. Теоретическая и прикладная география. Избранные труды / В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 2005. – 288 с.

8.Устойчивое развитие и экологический риск: Терминологический словарь / Сост. В.А. Долингер, В.В. Козин, Н.В. Ромейко. – Ханты-Мансийск: ГУ–ИПП «Полиграфист», 1998. – С. 19.

9.Хромых В.С. Некоторые теоретические вопросы изучения динамики ландшафтов // Вестн. Том. гос. ун-та. 2007. № 298. С. 198–207.

10.Экологический риск: анализ, оценка, прогноз / Материалы Всероссийской конференции. – Иркутск, 1998.– 148 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОХОТНИЧЬИМ ХОЗЯЙСТВОМ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Лиховид, А.Н. Панин, Р.А. Приходько, Р.К. Махмудов, А.А. Черкасов
Северо-Кавказский федеральный университет
Россия, Ставрополь prihodko_roman@mail.ru

ORGANIZATION OF SYSTEM OF MONITORING AND MANAGEMENT OF HUNTING AREAS IN THE REGION BASED ON GIS TECHNOLOGY

Likhovid A.A., Panin A.N., Prihodko R.A., Mahmudov R.K., Cherkasov A.A.
North Caucasus Federal University
Russia,Stavropol prihodko_roman@mail.ru

Abstract. The article describes the principles of monitoring and managing the hunting areas of the region based on the use of geographic information technologies. Conceptual model of the organization and functioning of GIS "Registry of hunting resources in the region". The experience in the implementation of targeted GIS into work process of ministries of natural resources of Stavropol and Krasnodar regions.

В связи с принятием Федерального Закона «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 209-ФЗ от 24.07.2009 г. произошли значительные изменения правового регулирования в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов. Одним из приоритетных направлений развития охотхозяйственной отрасли является создание новой полноценной отрасли экономики и активного привлечения в нее инвестиций. В связи с этим, охота являясь сегментом экономики в целом и туризма в частности, на данный момент может выступать как один из локомотивов региональной экономики.

По нашему мнению, важным инструментом обеспечения рационального природопользования, эффективного функционирования охотничьего хозяйства и повышения его инвестиционной привлекательности в отдельно рассматриваемом регионе является научно-обоснованный подход к проведению территориального охотустройства в субъектах РФ.

В свою очередь, рациональное использование имеющихся охотничьих ресурсов возможно только при правильной организации охотничьих угодий и наличии эффективных инструментов управления и мониторинга этой отрасли.