

**И.Н. ВЛАДИМИРОВ**Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, [garisson@irigs.irk.ru](mailto:garisson@irigs.irk.ru)**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ  
КАК ОСНОВА ОПТИМИЗАЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНЕ**

*На основе принципов GRID-моделирования проведена оценка экологического потенциала геосистем Байкальской Сибири, построены специальные оценочные карты. Содержание таких карт определяется задачами получения необходимой информации об особенностях геосистем, необходимых для дальнейшей разработки прогнозов и получения объективных результатов. К числу таких важных характеристик геосистем относятся показатели состояния и нарушенности, экологического потенциала, а также степень естественной и антропогенной устойчивости. С использованием специальных оценочных карт природных условий и экологического потенциала геосистем появляется возможность дать общее представление об условиях существования в них людей, создать естественнонаучную основу для разумной региональной экологической политики.*

**Ключевые слова:** *устойчивость геосистем, нарушенность геосистем, картографирование, GRID-моделирование, Байкальская природная территория.*

**I.N. VLADIMIROV**V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, [garisson@irigs.irk.ru](mailto:garisson@irigs.irk.ru)**THE ECOLOGICAL POTENTIAL OF GEOSYSTEMS OF BAIKALIAN SIBERIA  
AS THE BASIS FOR NATURE MANAGEMENT OPTIMIZATION IN THE REGION**

*On the basis of the GRID modeling principles, an assessment was made of the ecological potential of geosystems of Baikalian Siberia and special assessment maps were constructed. The contents of such maps are determined by the purposes of obtaining the necessary information on the characteristics of geosystems which are required for a further development of forecasts to obtain objective results. Among such important characteristics of geosystems are the indicators of their status and disturbance, their ecological potential as well as the degree of their natural anthropogenic stability. Using special assessment maps of the natural conditions and ecological potential, it is possible to gain a general insight into the living conditions of people in them and create the natural-scientific foundation of a sound regional environmental policy.*

**Keywords:** *ecological potential of geosystems, stability of geosystems, nature management optimization, Baikalian Siberia, Baikal Natural Territory.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Необходимость экологической рационализации природопользования в Байкальской Сибири обусловлена освоением природных ресурсов, определяющих в настоящее время и в будущем основные направления природопользования, которые существенно затрагивают природные процессы в регионе и снижают экологический потенциал геосистем, а также особыми природными условиями региона и особым правовым статусом Байкальской природной территории (БПТ), связанным с включением оз. Байкал в список участков Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. В сложившихся условиях экологическая оптимизация природопользования на основе учета экологического потенциала геосистем должна стать основной парадигмой концепции природоохранной деятельности в Байкальской Сибири.

Байкальская Сибирь расположена на юге Восточной Сибири в центральной части Северной Азии и в административном плане включает три субъекта Российской Федерации: Иркутскую область, Республику Бурятия и Забайкальский край.

Территория Байкальской Сибири представляет собой географическое пространство, сложное по происхождению, истории развития и современному ландшафтному образу. Она включает в себя Среднесибирское плоскогорье, горы Южной Сибири, горные хребты и межгорные котловины Прибайкалья, Станового нагорья и Забайкалья. Здесь располагается уникальное природное образование — оз. Байкал, представляющее собой участок Всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

Байкальская Сибирь обладает огромными запасами различных природных ресурсов, промышленное освоение которых непрерывно увеличивается, формируя сложные экологические проблемы. Низкий потенциал устойчивости геосистем этого региона к антропогенным нарушениям, замедленные процессы самовосстановления, определяющиеся суровостью природных условий, создают большое количество экологических ограничений в области природопользования, связанных с качеством окружающей среды и экологической безопасностью населения, с сохранением биологического разнообразия территорий, а также с формированием основ их устойчивого эколого-экономического развития.

Необходимость экологической оптимизации природопользования в Байкальской Сибири определяется еще и тем, что основная часть этого региона относится к БПТ. Экологическая регламентация природопользования здесь определяется Федеральным законом № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» от 01.05.1999 [1], что налагает определенные ограничения на хозяйственную деятельность, ужесточает режим использования земель и тем самым обеспечивает функционирование уникальной природной системы оз. Байкал.

Ужесточение экологических требований к хозяйственной деятельности на БПТ повышает актуальность экологизации природопользования и требует поиска новых путей решения этой проблемы в регионе. В сложившихся условиях экологическая оптимизация природопользования на основе учета экологического потенциала геосистем становится основной парадигмой концепции природоохранной деятельности в Байкальской Сибири, что позволит обеспечить учет баланса экологических и экономических интересов общества, создать научные предпосылки для разработки правовых природоохранных норм, экономических расчетов, научного и информационно-аналитического обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Экологический потенциал ландшафта рассматривается в качестве фундаментального понятия экологической географии и географической теории взаимодействия человека и природы. Первые детальные исследования и научное обоснование экологического потенциала ландшафтов принадлежат А.Г. Исаченко [2–4]. В настоящее время существующие определения экологического потенциала преимущественно сводятся к пониманию его как совокупности природных условий, необходимых для жизни и воспроизводства населяющих данную территорию организмов [5–8]. Такие определения исходят из традиционного антропоцентрического подхода, базирующегося на требованиях человека к качеству среды обитания и ориентирующегося на потенциальную пользу природных объектов для человека и на удовлетворение его потребностей. Суть природоцентрического подхода состоит в необходимости сохранения живой природы в целом.

На наш взгляд, при оценке экологического потенциала геосистем необходимо опираться на конструктивное объединение двух подходов — природоцентрического и антропоцентрического, которое предполагает понимание базисной роли природных процессов, объектных отношений между компонентами геосистем в обеспечении рационального экологически ориентированного природопользования.

Экологический потенциал геосистем — совокупность естественных свойств природных систем, особенностей их структурно-функциональных внутренних и внешних связей, сформировавшихся в ходе эволюционного развития природной среды и определяющих их дальнейшее развитие, а также обеспечивающих жизненные потребности биоты и человека при сохранении максимально возможных структурно-функциональных параметров геосистемы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Современная структура геосистем Байкальской Сибири характеризуется большой сложностью, как по набору природных комплексов, так и по степени их контрастности. Региональный классификационный диапазон включает геосистемы, свойственные разным субконтинентам Азии, отражает их взаимопроникновение и представляет собой уникальный ландшафтно-ситуационный пример сибир-

ской природы в пределах Северной Азии. Отчетливо выступает ландшафтообразующее влияние рельефа, сказывающееся в высотно-поясных различиях, проявлении подгорных местоположений и вертикальной внутризональной дифференции возвышенных плато-равнин. Котловинные и подгорные эффекты при значительном колебании высот определяют разнообразие природных условий [9].

Сложная ландшафтная структура Байкальской Сибири придает ей ярко выраженную природную специфику и контрастность, что определяет необходимость тщательного учета особенностей природных условий, экологического потенциала геосистем при решении вопросов оптимизации природопользования.

Основной метод исследования и оценки экологического потенциала — это картографическое моделирование с созданием универсальных и специальных карт на основе современных геоинформационных технологий. Основу выявления экологического потенциала геосистем Байкальской Сибири представляет собой карта геосистем региона в обзорно-справочном масштабе 1:2 500 000 [10], опирающаяся на принципы многоступенчатой регионально-типологической и структурно-динамической классификации геосистем. Она отражает основное структурно-динамическое разнообразие геосистем в системах их географо-генетических пространственных структур с указанием ведущих факторов, определяющих их природный экологический потенциал.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экологический потенциал геосистем трактуется как совокупность определенных характеристик, а также экологически значимых свойств, имеющих определенное значение для практики природопользования, учет которых необходим при любой хозяйственной деятельности человека.

Оценочный этап исследования экологического потенциала опирается на данные дистанционного зондирования, материалы о состоянии растительности, карту геосистем. Все это представляет собой информационную базу при составлении специальных оценочных карт. Содержание таких карт определяется задачами получения необходимой информации об особенностях как геосистем в целом, так и их отдельных компонентов (например, биоты, а конкретнее — растительности), необходимых для получения объективных результатов и дальнейшей разработки прогнозов. Информационной базой при составлении карт являются GRID-модели (рис. 1).

Каждый компонент или элемент геосистемы в отдельности может служить объектом экологической оценки, в ходе которой выявляется степень его позитивного или негативного влияния на жизнь людей [11, 12]. Однако значение того или иного природного фактора зависит от его сочетания с другими свойствами геосистем. Следовательно, оценка природных экологических факторов должна быть комплексной, т. е. охватывать всю их совокупность и взаимные связи, воплощаемые в понятии «экологический потенциал геосистем».

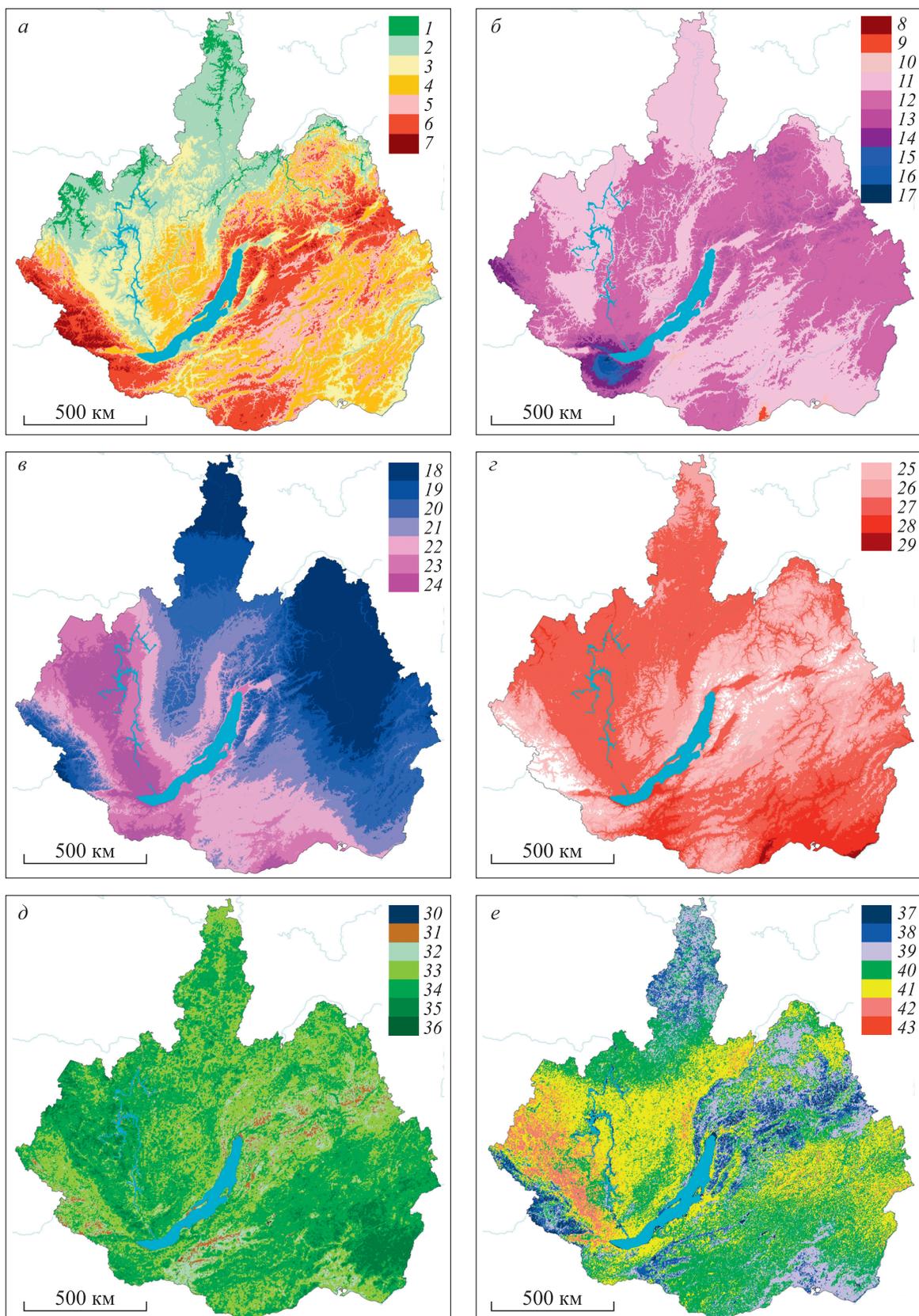
Выявление особенностей развития ландшафтно-географических процессов, определяющих современный природный экологический потенциал геосистем, важно для прогнозных построений. Такие показатели оценки находят свое отражение на специальных оценочных и индикационных картах.

Средоформирующие и средозащитные свойства геосистемы зависят от ее состояния, степени сохранности или нарушенности коренной структуры и глубины трансформации процессов ее естествен-

---

*Рис. 1.* Примеры результатов оценочного этапа исследования экологического потенциала Байкальского региона. GRID-модели: абсолютная высота (*a*), среднегодовые осадки (*б*), средняя температура января (*в*), средняя температура июля (*г*), значения улучшенного вегетационного индекса *EVI* (*д*), первичная биологическая продуктивность (*NPP*) (*е*).

Абсолютная высота, м: 1 — <300, 2 — 300–500, 3 — 500–700, 4 — 700–950, 5 — 950–1200, 6 — 1200–2000, 7 — >2000. Среднегодовые осадки, мм/год: 8 — <200, 9 — 200–250, 10 — 250–300, 11 — 300–400, 12 — 400–500, 13 — 500–600, 14 — 600–800, 15 — 800–1000, 16 — 1000–1200, 17 — >1200. Средняя температура января, °С: 18 — <–32, 19 — –32÷–30, 20 — –30÷–28, 21 — –28÷–26, 22 — –26÷–24, 23 — –24÷–22, 24 — >–22. Средняя температура июля, °С: 25 — <14, 26 — 14–16, 27 — 16–18, 28 — 18–20, 29 — >20. Значения улучшенного вегетационного индекса *EVI*: 30 — <0, 31 — 0–0,2, 32 — 0,2–0,3, 33 — 0,3–0,4, 34 — 0,4–0,5, 35 — 0,5–0,8, 36 — 0,8–1,0. Первичная биологическая продуктивность (*NPP*), кг С/м<sup>2</sup>: 37 — <1000, 38 — 1000–2000, 39 — 2000–3000, 40 — 3000–4000, 41 — 4000–5000, 42 — 5000–6000, 43 — >6000.



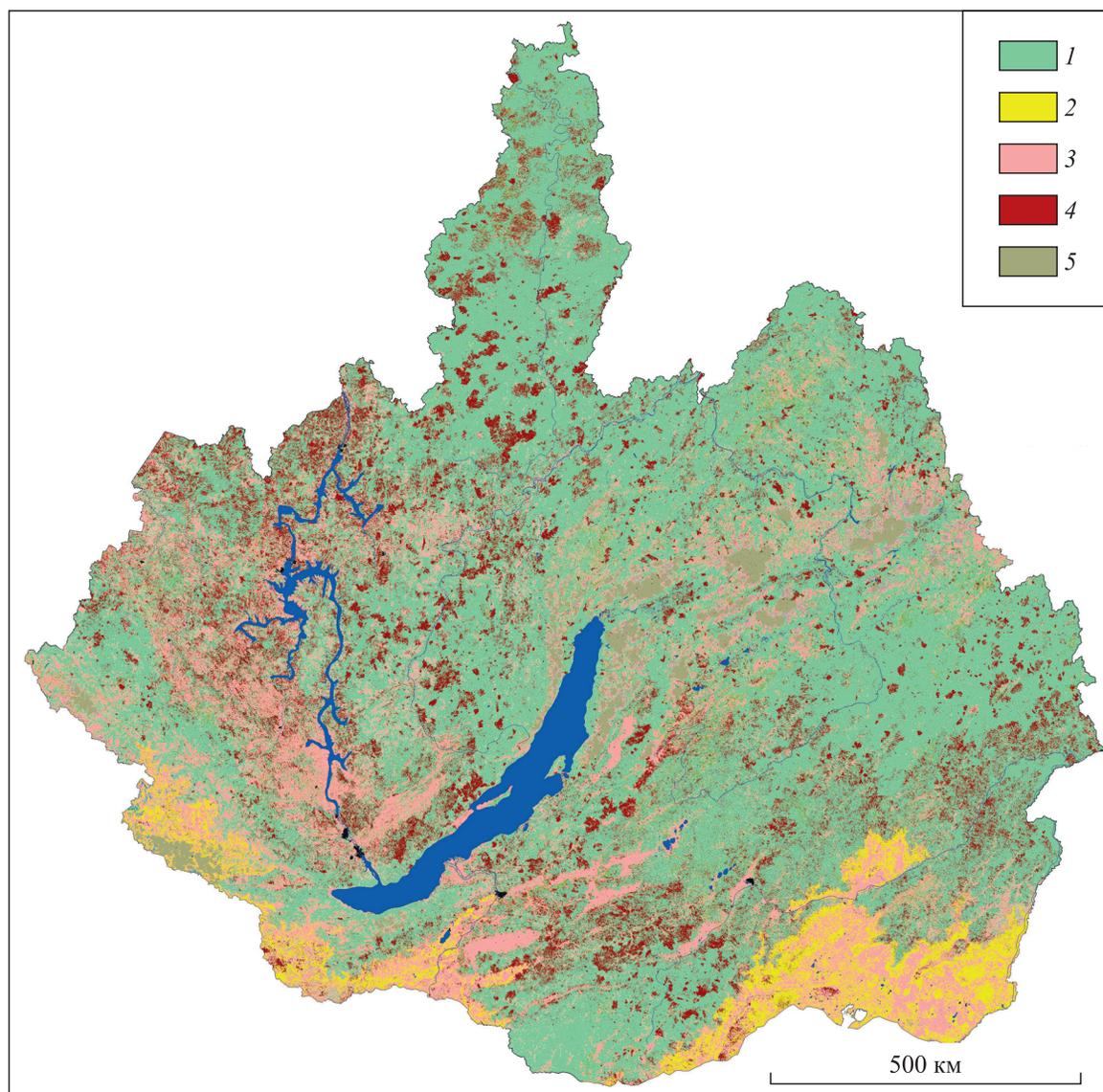


Рис. 2. Нарушенность растительности геосистем Байкальской Сибири.

Растительность: 1 — условно коренная, 2 — слабонарушенная, 3 — средненарушенная, 4 — сильнонарушенная; 5 — участки без растительности или со скудной растительностью (гольцы, свежие гари и т. д.).

ного развития (рис. 2). Геосистемы обладают определенным потенциалом сопротивления внешним деструктивным воздействиям, который проявляется в их естественной устойчивости. Для определения устойчивости геосистем Байкальского региона рассчитаны средние величины и показатель вариации различных характеристик геосистем ранга геомов: высоты местности, экспозиции склонов, средних температур июля и января, суммы осадков, первичной биологической продуктивности. В определенных рамках терпимости (толерантности) установлены диапазоны значений (оптимальный, субоптимальный, пессимальный) для каждого фактора, в пределах которых геосистема способна сохранять характерные для нее структурные и функциональные особенности. На основе полученных данных и соотношения характеристик геосистем с определенным диапазоном значений толерантности составлена карта устойчивости геосистем Байкальской Сибири (рис. 3).

Специальные (оценочные, индикационные, ресурсные и т. п.) карты, составленные с помощью геоинформационных методов и разработанных методик моделирования, учитывающих эволюционно-гене-

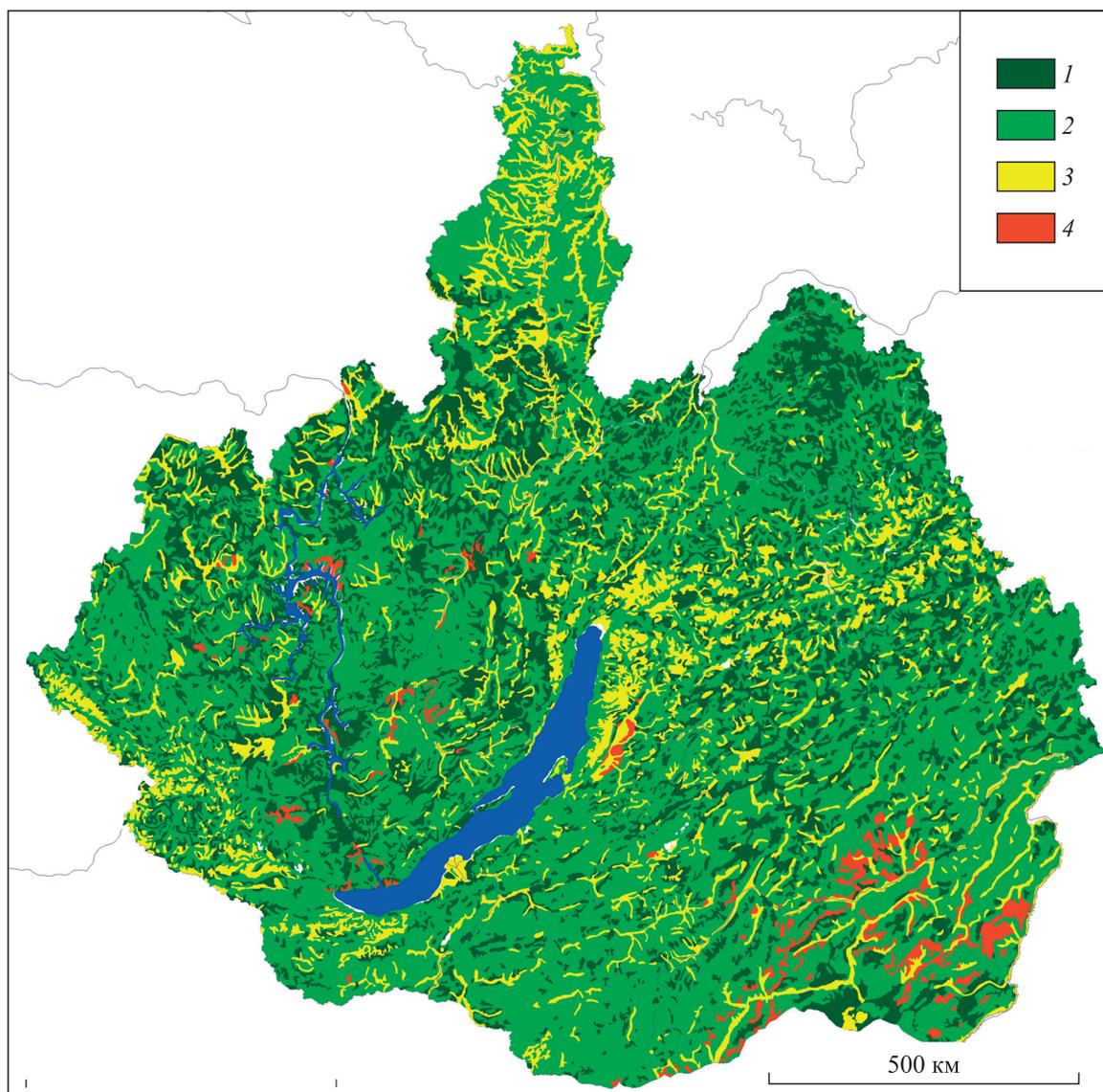


Рис. 3. Устойчивость геосистем Байкальской Сибири.

Устойчивость: 1 — высокая, 2 — средняя, 3 — низкая, 4 — очень низкая.

тический и динамический статусы геосистем и их компонентов, состояние отдельных структурных компонентов геосистем, степень их нарушенности, характеристики устойчивости к антропогенным воздействиям, отражают, прежде всего, современное состояние экологического потенциала геосистем (рис. 4).

С использованием специальных оценочных карт природных условий и экологического потенциала геосистем появляется возможность дать общее представление об условиях существования в них людей, создать естественнонаучную основу для разумной региональной экологической политики.

Рекомендации по экологической оптимизации природопользования с целью сохранения экологического потенциала геосистем определяют главные направления природоохранной деятельности, а именно, особое сохранение коренных геосистем, восстановление нарушенных, регулируемое и экологически ориентированное использование растительности как самого критичного их компонента, меры по противопожарной охране. При этом должны учитываться основные критерии, такие как степень нарушенности, устойчивость, экологические функции [13]. Все они определяют экологический потенциал геосистем и их роль в формировании качества природной среды региона.

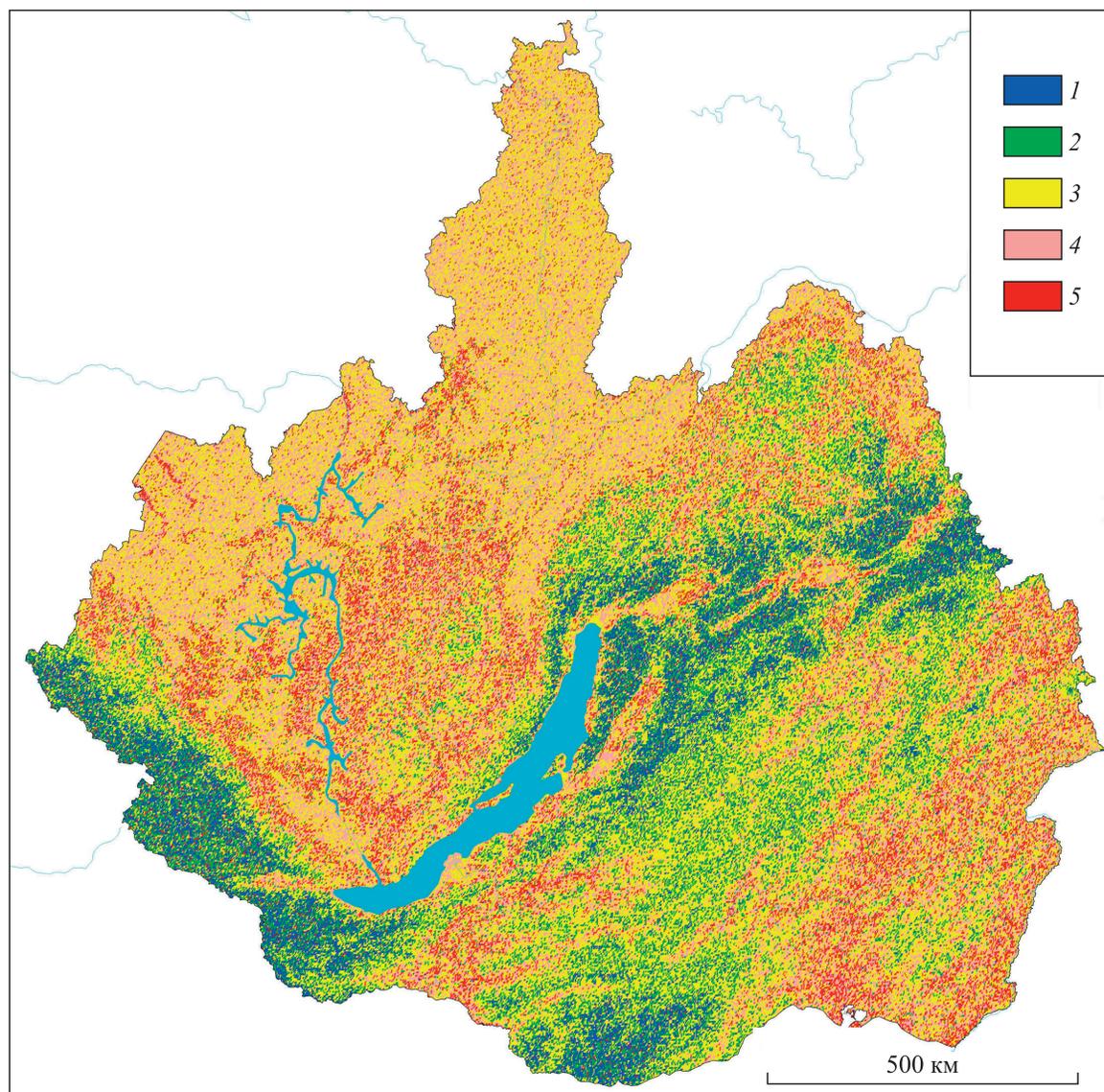


Рис. 4. Экологический потенциал Байкальской Сибири.

Экологический потенциал: 1 — минимальный, 2 — низкий, 3 — средний, 4 — высокий, 5 — очень высокий.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все проведенные многоэтапные картографические исследования укладываются в единую систему географического прогнозирования и создают новую фундаментальную научную базу для разработки рекомендаций по оптимизации природопользования в Байкальском регионе в рамках реализации государственной политики экологического развития применительно к конкретной сибирской территории. Особенно это актуально для БПТ, где природопользование должно осуществляться с учетом сохранения уникальной экосистемы оз. Байкал. Здесь экологический потенциал геосистем всех экологических зон БПТ как участка Всемирного наследия ЮНЕСКО особенно значим, и его необходимо учитывать при всех видах хозяйственной деятельности. Это касается не только уникального ландшафтного разнообразия центральной экологической зоны БПТ, но и важных средоформирующих и средозащитных функций в других экологических зонах — атмосферного влияния и буферной. В основу всех предлагаемых мероприятий заложены оценки современного состояния геосистем Байкальской Сибири.

Картографирование эффективно на всех этапах географического прогнозирования. Соответственно выделяются универсальные и специальные (оценочные и прогнозно-рекомендательные) карты. Поэтому с программно-целевых позиций географическое прогнозирование следует рассматривать как единый сложный многоэтапный картографический процесс, имеющий свою логику и структуру.

На первом базовом (инвентаризационном) этапе центральное место в прогнозно-географических исследованиях занимает изучение пространственной и динамической структуры геосистем изучаемого региона. Здесь наиболее эффективно универсальное ландшафтное картографирование, опирающееся на принципы структурно-динамической и типологической классификации геосистем, разработанных академиком В.Б. Сочавой [14, 15]. Основа этого подхода заключается в оценке дифференциации географической среды в пределах ее целостных подразделений, обладающих устойчивостью на определенный отрезок времени и в то же время подверженных непрерывным естественным и антропогенным изменениям.

Второй — оценочный — этап прогнозно-картографических исследований полностью опирается на универсальные карты геосистем. Последние являются информационной базой при составлении специальных оценочных карт в сопряженном масштабе. Содержание таких карт определяется задачами получения необходимой информации об особенностях геосистем, необходимых для дальнейшей разработки прогнозов и получения объективных результатов. К числу таких важных характеристик геосистем относятся показатели ее состояния и нарушенности, устойчивости и экологического потенциала.

На третьем этапе — непосредственно прогностическом — происходит обобщение и взаимное увязывание сведений, полученных на предыдущих стадиях исследований, с целью получения представлений о ландшафтной структуре в будущем. Особенность прогностического этапа — это его собственная оценочная составляющая, так как после создания прогнозного представления о геосистемах или растительности будущего необходимо еще провести оценку прогноза с экологической и ресурсной позиций. Все это необходимо для разработки рекомендаций по хозяйственной деятельности, нацеленных на снижение или недопущение экологических или ресурсных нежелательных последствий.

*Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы АААА–А17–117041910172–4) и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17–29–05089.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный закон** «Об охране озера Байкал» от 1 мая 1999 г. № 94-ФЗ (с изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства РФ. — 1999. — № 18. — С. 2220.
2. **Исаченко А.Г.** Ландшафтная структура экономических районов СССР // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. — 1988. — Т. 120, вып. 1. — С. 14–32.
3. **Исаченко А.Г.** Экологический потенциал ландшафта // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. — 1991. — Т. 123, вып. 4. — С. 305–316.
4. **Исаченко А.Г.** Ресурсный потенциал ландшафта и природно-ресурсное районирование // Изв. Русс. геогр. о-ва. — 1992. — Т. 124, вып. 3. — С. 7–14.
5. **Голубець М.А.** Экосистемологія. — Львів: Поллі, 2000. — 316 с.
6. **Гавриленко О.П.** Экогеографія України: навчальний посібник. — К.: Знання, 2008. — 646 с.
7. **Продовольственная безопасность: термины и понятия: энцикл. справочник, термины и понятия** / Под ред. В.Г. Гусакова. — Минск: Белорус. наука, 2008. — 535 с.
8. **Шаталова Т.Н., Серова А.С.** Природно-ресурсный потенциал в экономической системе региона // Вестн. Оренбург. ун-та. — 2008. — № 8. — С. 188–122.
9. **Vladimirov I.N.** The ecological potential of Baikal region's geosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. — 2018. — Vol. 190. — P. 012017.
10. **Владимиров И.Н.** Новые методические подходы к картографированию геосистем (на примере геосистем Байкальской Сибири) // Геодезия и картография. — 2018. — Т. 79, № 7. — С. 23–34.
11. **Исаченко А. Г.** Экологическая география России. — СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. ун-та, 2001. — 326 с.
12. **Белов А.В., Соколова Л.П.** Экологический потенциал растительности как фактор природопользования в Байкальской Сибири // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 3. — С. 53–60.
13. **Плюснин В.М., Владимиров И.Н.** Территориальное планирование центральной экологической зоны Байкальской природной территории. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2013. — 411 с.
14. **Сочава В.Б.** Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 319 с.
15. **Сочава В.Б.** Растительный покров на тематических картах. — Новосибирск: Наука, 1979. — 190 с.

*Поступила в редакцию 16.11.2020  
Принята к публикации 20.11.2020*