

БАЙКАЛЬСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ

УДК 911.2:004.9

DOI: 10.18101/2542-0623-2018-1-19-30

АНТРОПОГЕННАЯ НАРУШЕННОСТЬ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

И. Н. Владимиров

© Владимиров Игорь Николаевич

кандидат географических наук,

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН

Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

E-mail: garisson@irigs.irk.ru

Байкальская Сибирь — уникальный в природно-ландшафтном отношении регион для исследования динамики геосистем с относительно хорошо сохранившейся природной средой, коренными структурами геосистем, но и с достаточным объемом антропогенных нарушений и большими перспективами хозяйственного освоения природных ресурсов. Территория Байкальской Сибири характеризуется уникальным разнообразием геосистем, обусловленным его пограничным положением в центральной части субконтинента Северной Азии. С использованием данных Landsat Forest Cover Change, карты глобальных изменений лесного покрова в XXI в. (High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change) и глобальной карты типов растительного покрова ESA GlobCover 2009 проведена картографическая оценка антропогенной нарушенности растительности геосистем Байкальской Сибири, что является эффективным методом анализа состояния и динамики растительного покрова при решении многих вопросов охраны природной среды и рационализации использования биотических ресурсов. Степень антропогенной нарушенности растительности определялась по критериям отклонения состава и структуры растительных сообществ от их коренного состояния.

Ключевые слова: геосистемы; нарушенность геосистем; динамика геосистем; геоинформационное моделирование; Байкальская Сибирь.

Введение

В моделировании динамики геосистем и их компонентов в настоящее время остается, пожалуй, больше вопросов, чем ответов. На всевозможных конференциях, симпозиумах и семинарах часто отмечают темы о проблемах моделирования геосистем, возникают дискуссии о правильности применения тех или иных моделей, их верификации, до сих пор остается много вопросов и о самой природе моделей.

Источником динамизма геосистем являются взаимоотношения между их компонентами, которые возникают в процессе метаболизма и в результате различного рода сукцессий [Сочава, 1980]. Одним из эффективных способов исследования и моделирования геосистем является изучение одного компонента в среде геосистемы (на фоне остальных компонентов). При изучении геосистем выделяются два основных подхода: биоцентрический и полицен-

трический. Отличие подходов состоит в том, что в первом случае взгляд исследователя биоцентричен — основное внимание уделено биоте, а остальные компоненты рассматриваются им только как среда протекания динамических процессов. Во втором случае взгляд исследователя полицентричен — одинаково устремлен как на биотические, так и на абиотические компоненты геосистем [Петров, 2001].

Необходимо напомнить, что «...биота — сложный блок (или несколько блоков) геосистемы, во многих случаях ее критический компонент. Одновременно биота в пределах геосистемы образует и особую совокупность связей (биологически наиболее значимую), заключающую главнейшие факторы, воздействующие на ее структуру... По разным причинам — объективным и субъективным — говоря о биоте, мы часто имеем в виду преимущественно ее растительный ингредиент...» [Сочава, 1980, с. 134].

Большинство компонентов геосистем, в том числе и биота, представляет собой подчиненные (по отношению ко всей геосистеме) открытые системы. Точнее, геосистема — это такая своеобразная комбинированная система с обратной связью, в которую биота (растительность) входит на правах особого блока. Представляя себе взаимоотношения и функции блоков внутри геосистемы, принимая во внимание и обратные связи, то мы должны согласиться с тем, что функциональная самостоятельность растительности по отношению ко всем другим компонентам проявляется с достаточной очевидностью. Растительность является лучшим индикатором флуктуации природных режимов и в этом отношении может использоваться как в познавательных, так и практических целях [Сочава, 1980]. Вместе с этим динамические процессы, которые свойственны растительному сообществу, выполняют важную стабилизирующую роль по отношению как к самому сообществу, так и к вмещающей их геосистеме.

Растительный покров обычно представляется как интегральный индикатор преобразования геосистем, и, следовательно, в географическом прогнозировании наиболее эффективными являются принципы геоботанического прогнозирования, предложенные академиком В. Б. Сочавой (1979). Опыт их успешного применения в разработке эволюционно-динамического подхода [Крауклис, 1979; Сочава, 1980; Белов, Соколова, 2011, 2014; Владимиров и др., 2014] подтверждает обоснованность применения подхода к моделированию динамики геосистем, при котором основное внимание уделяется растительности, а все остальные компоненты рассматриваются как среда протекания динамических процессов в геосистеме. Данное положение применимо и для других компонентов геосистем (рис. 1).

Динамика определяется ныне действующими факторами, часто ритмичными.

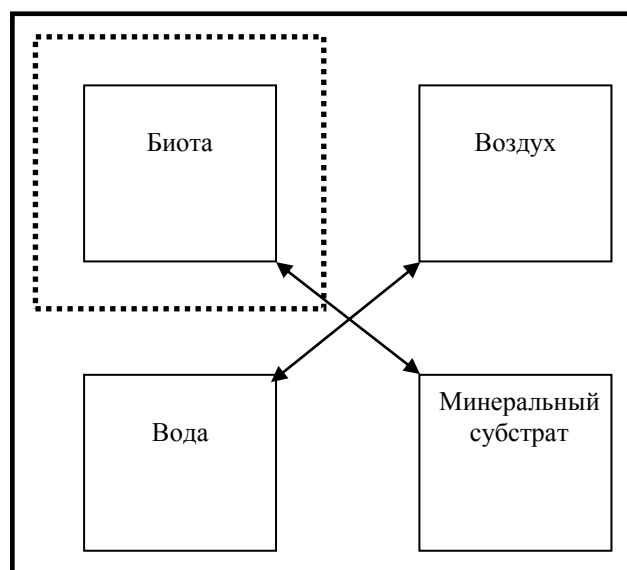


Рис. 1. Схема исследования динамики геосистем

К сожалению, при изучении геосистем не всегда проводится четкая грань между динамикой геосистем и ее эволюцией — развитием в процессе исторической трансформации. Под динамикой геосистемы понимаются происходящие с ней изменения, имеющие обратимый характер и не приводящие к перестройке ее структуры. Нередко в исследованиях упускается тот факт, что любая природная система, а особенно это касается растительного сообщества, всегда находится в определенном динамическом состоянии. Вне этого состояния не существует структуры ни геосистемы, ни вмещенной в нее растительности [Сочава, 1980].

Динамические процессы растительности и всей системы тесно сопряжены, так изменение состава растительности влияет на почвообразовательный процесс, круговорот влаги, микроклимат и многие другие компоненты. В целом можно утверждать, что растительность в определенной форме управляет геосистемой, является движущей силой ее динамики [Крауклис, 1979; Сочава, 1980]. Сама динамика геосистемы служит выражением ее устойчивости, указывающей на способность геосистемы возвращаться к исходному состоянию, близкому к ненарушенному.

Растительность как один из самых важных (критических) компонентов геосистем функционально контролирует развитие и интенсивность многих процессов. Одновременно растительность является и прекрасным индикатором состояния окружающей природной среды, ведь именно она быстрее всех реагирует на воздействие различных антропогенных факторов [Белов и др., 2016]. Собственно, состояние растительности определяет значительную часть экологического и эколого-ресурсного потенциала территории [Владимиров, 2015б] и обуславливает характер ее социально-экономического развития. Таким образом, растительность является важным фактором территориального развития, который стимулирует или ограничивает его.

Территория исследования

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 — озеро Байкал, признанное мировым сообществом Участком природного мирового наследия ЮНЕСКО.

Байкальская Сибирь, расположенная на юге Восточной Сибири, в административном плане включает территорию трех субъектов Российской Федерации — Иркутскую область, Республику Бурятия и Забайкальский край (рис. 2).

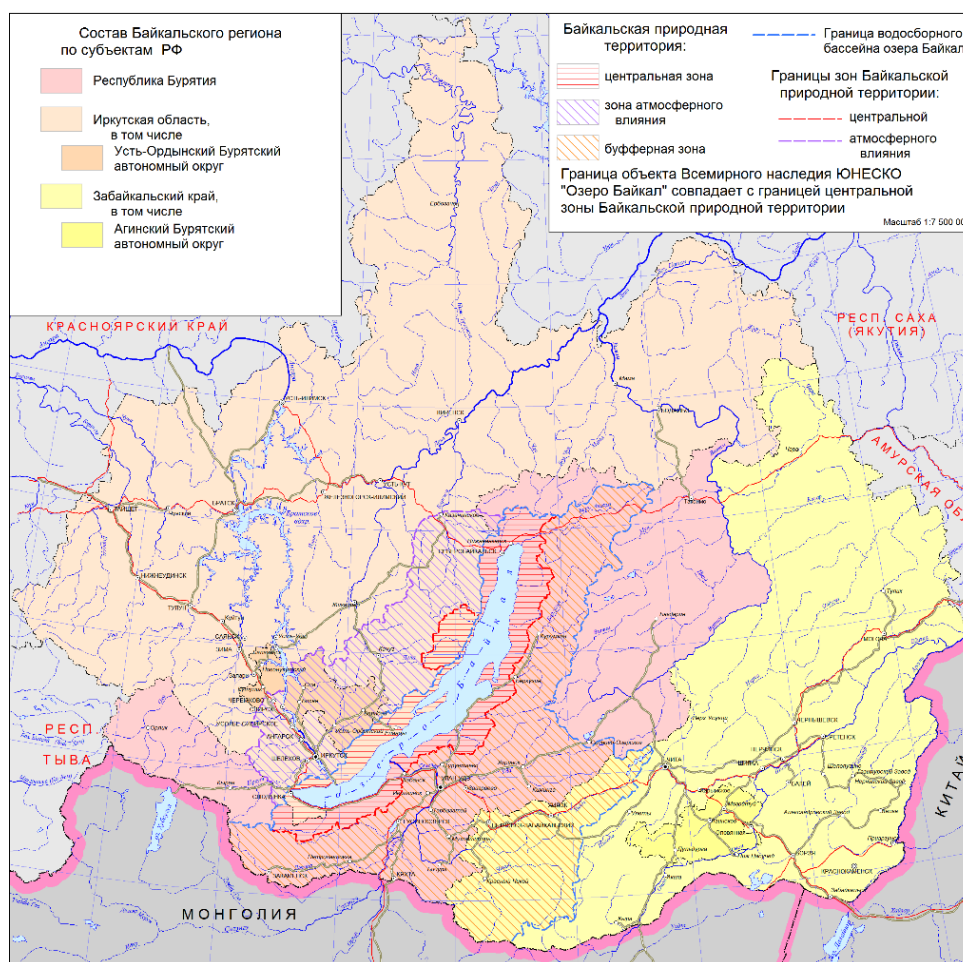


Рис. 2. Географическое положение Байкальской Сибири с административным делением

Байкальская Сибирь представляет собой уникальный в природно-ландшафтном отношении регион в центральной части субконтинента Северной

Азии. Здесь проходят границы трех физико-географических областей — Средне-сибирской, Южносибирской и Байкало-Джугджурской, имеющих свои особенности развития ландшафтно-географических процессов и определяющих современный природный экологический потенциал геосистем.

Байкальская Сибирь обладает большими запасами различных природных ресурсов — минеральных, земельных, лесных, водных, промышленное освоение которых непрерывно возрастает, создавая тем самым сложные экологические проблемы. Низкий потенциал устойчивости геосистем данного региона к антропогенным нарушениям, замедленные процессы самовосстановления нарушенных геосистем, 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 [Владимиров, 2015а].

Материалы и методы

Исследования антропогенной нарушенности геосистем Байкальской Сибири проведены с использованием глобальных данных об изменении лесного покрова Landsat Forest Cover Change [Sexton et al., 2015], карты глобальных изменений лесного покрова в XXI в. (High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change) [Hansen et al., 2013], глобальной карты типов растительного покрова ESA GlobCover 2009 [Bontemps et al., 2011].

Данные Landsat Forest Cover Change (LFCC 1990–2000, LFCC 2000–2005) представляют собой набор растровых изображений об изменениях в лесном покрове с пространственным разрешением 30 м. Базовая информация для LFCC 1990–2000, LFCC 2000–2005 получена на основе данных Global Land Survey (GLS) — набора лучших изображений со спутников серии Landsat практически на весь земной шар, созданных на период 1975, 1990, 2000, 2005 и 2010 гг. Данная информация позволяет проследить динамические изменения геосистем, обусловленные вмешательством человека (лесные пожары, вырубки, распашка и др.), и восстановительную динамику в лесном покрове за последние 40–60 лет [Белов и др., 2016].

Карта глобальных изменений лесного покрова в XXI в. [Hansen et al., 2013] также создана на основе съемки спутников Landsat с пространственным разрешением 30 м и отражает фактическое изменение с 2000 г. покрытых лесом площадей, включая как потери лесного покрова в результате вырубок, пожаров, ветровалов и т. п., так и его увеличение в результате зарастания вырубок, гарей, брошенных сельхозугодий, лесовосстановления и т. д.

Глобальная карта типов растительного покрова ESA GlobCover 2009 (версия 2.3) с пространственным разрешением 300 м создана на основе данных ENVISAT MERIS.

С использованием данных LFCC 1990–2000, LFCC 2000–2005, High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change получена информация об очагах нарушений лесной растительности за период 1975–2015 гг. (рис. 3).

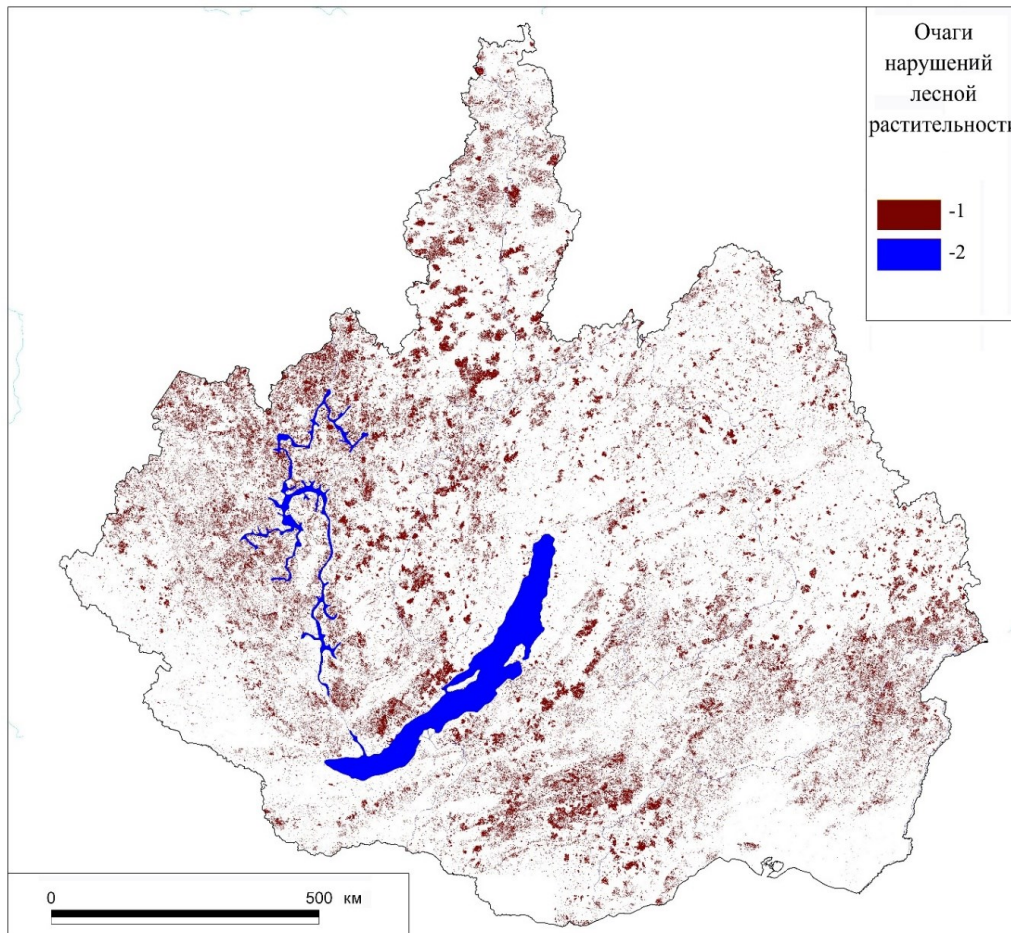


Рис. 3. Очаги нарушений лесной растительности Байкальской Сибири за период 1975–2015 гг.

1 — очаги нарушений, 2 — гидрография

Данные Landsat Forest Cover Change были конвертированы в векторный вид и содержат информацию за периоды 1990–2000 гг. и 2000–2005 гг. об участках, покрытых и не покрытых лесной растительностью в результате вырубок, пожаров и т. п., и участках с восстановленным лесным покровом (рис. 4).

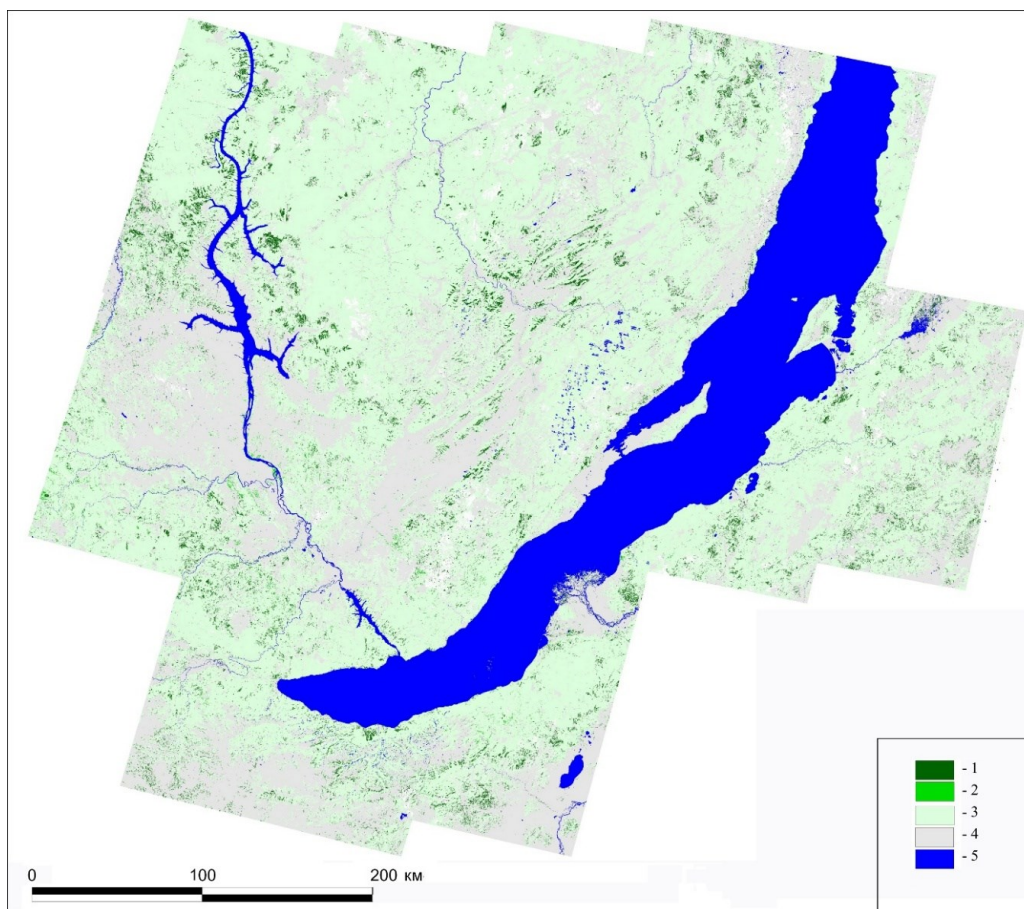


Рис. 4. Восстановительная динамика лесной растительности геосистем.

1 — восстановление лесной растительности в 1990–2000 гг., 2 — восстановление лесной растительности в 2000–2005 гг., 3 — лесные территории, 4 — не покрытые лесной растительностью территории, 5 — водные объекты

С использованием полученной информации об очагах нарушений и данных карты типов растительного покрова ESA GlobCover 2009 проведена картографическая оценка антропогенной нарушенности растительности геосистем. Она является наиболее эффективным методом для оценки вторичного экологического потенциала и решения многих вопросов охраны природы и рационального использования природных ресурсов Байкальской Сибири. Степень антропогенной нарушенности растительности определялась по критериям отклонения состава и структуры растительных сообществ от их коренного состояния.

Результаты

Нарушенность растительности геосистем Байкальской Сибири определяется использованием ее как промышленного и сельскохозяйственного ресурса. Промышленные лесозаготовки приводят к смене коренных хвойных лесонасаждений на вторичные мелколиственные, менее ценные для лесного хозяйства. В основном вырубкам подвергаются доступные в транспортном отношении светлохвой-

ные леса, где на вырубках остается низкотоварное сырье и порубочный мусор, что приводит к повышению пожарной и энтомологической опасности.

Ежегодно леса региона подвергаются пожарам, особенно сильным в количественном и пространственном масштабе в последние годы. Пожары повреждают не только лесные сообщества, но и другие типы растительности — горные тундры, подгольцовые заросли кедрового стланика, ерники, степи и др. Все это приводит к накоплению больших площадей гарей, замене коренных лесов вторичными, уничтожению не только растительности, но и значительной части животного мира, разрушению почвенного покрова, развитию эрозии, опустыниванию территорий [Экологический..., 2015] и, как следствие, полной перестройке геосистем.

Первые лесные пожары в Байкальской Сибири возникают, как правило, в апреле, а в отдельные годы в марте. Продолжается пожароопасный период обычно до середины осени. Максимум весенней пожарной опасности по количеству пожаров наступает в мае, когда происходит активное иссушение почвы и напочвенного покрова под действием ветров, достигающих в этот период наибольшей интенсивности, при минимальной относительной влажности воздуха (около 20%) и небольшом количестве осадков. Травяной покров, развивающийся в течение лета, способствует уменьшению количества пожаров и снижению интенсивности уже возникших. Исключением являются засушливые годы, когда вследствие уменьшения количества осадков и высоких температур чрезвычайная пожарная опасность сохраняется практически в течение всего лета, как, например, в 2015–2017 гг.

Для Байкальской Сибири характерны низовые пожары (около 90% от числа всех пожаров), однако значительные площади повреждаются и верховыми пожарами. В последнее время частыми стали и подземные (торфяные) пожары. Количество пожаров находится в прямой зависимости от транспортной инфраструктуры и плотности населения. Увеличивающаяся протяженность транспортных путей способствует лучшей доступности к таежным массивам, что является причиной увеличения числа случаев возгораний в лесу, но одновременно способствует и более быстрому обнаружению пожаров и их ликвидации.

В последние годы произошли самые масштабные пожары как по количеству, так и по площади сгоревших лесов. В 2015 г. на территории Байкальской Сибири зафиксировано 4 354 очага лесных пожаров, пройденная пожарами площадь составила 2143,2 тыс. га [Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области...», 2016; Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия...», 2016; «Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае...», 2016]. Данное стихийное бедствие сложилось вследствие ряда факторов: экстремальные погодные условия (отсутствие осадков и аномальная жара), недостаточная финансовая и материально-техническая обеспеченность для борьбы с пожарами, низкая оперативность обнаружения пожаров и его тушения, труднодоступность очагов пожаров. Немаловажную роль в возникновении разрушительных лесных пожаров сыграл крайне низкий водный уровень бассейна озера Байкал и, как следствие, ненакопление влаги в почве, что привело к ускоренному высыханию напочвенного по-

крова и увеличению массы сухих горючих материалов в лесу, которые способствовали таким пожарам.

На степную растительность негативное воздействие оказывают распашка земель и нерациональное использование территории под пастбища. Пастбищная дигрессия растительности полностью или частично изменила флористический состав и структуру многих степных и луговых сообществ.

В труднодоступных и неосвоенных высокогорных территориях Байкальской Сибири, где отсутствует активная хозяйственная деятельность, сохраняется условно ненарушенная (коренная) растительность. В результате анализа и оценки состояния растительных сообществ на карте выделено четыре категории нарушенности растительности геосистем — условно коренная, слабо-, средне-, сильнонарушенная (рис. 5).

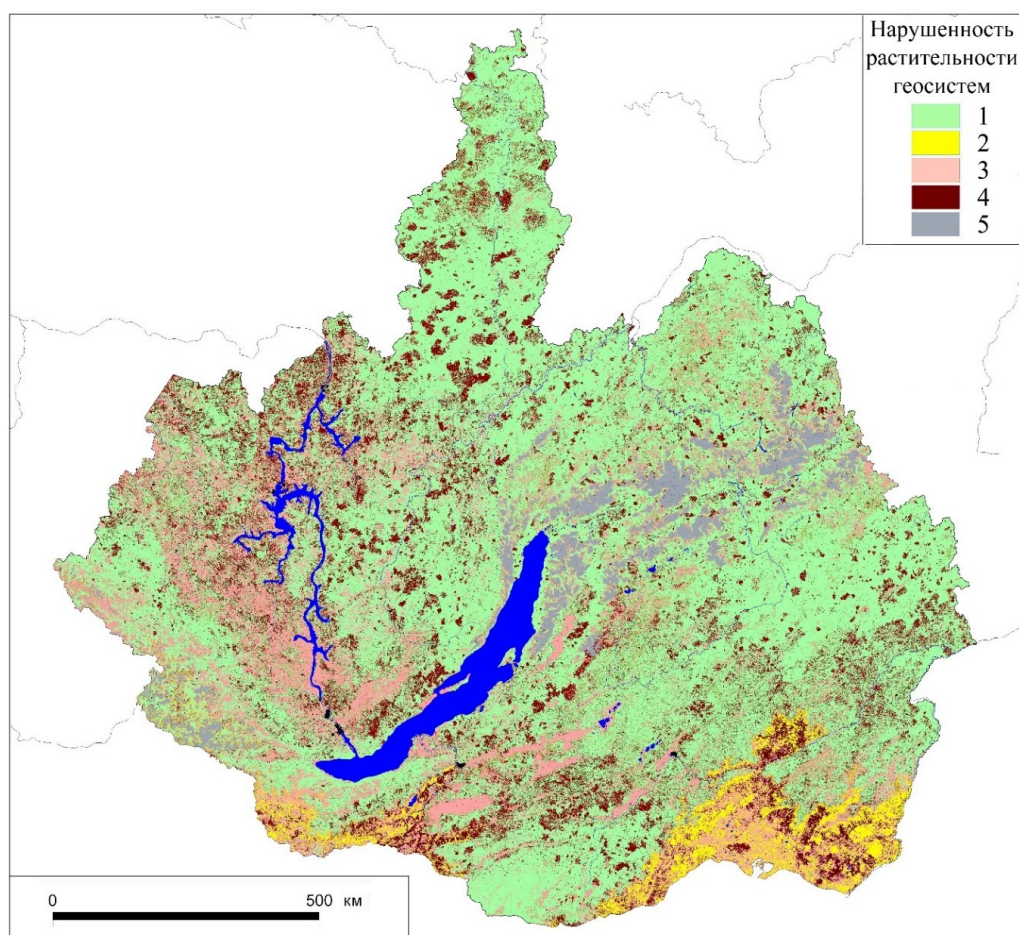


Рис. 5. Нарушенность растительности геосистем:

1 — условно коренная, 2 — слабонарушенная, 3 — средненарушенная, 4 — сильнонарушенная, 5 — отсутствие растительности (гольцы и т. д.)

Выводы

Байкальская Сибирь — регион с уникальным разнообразием геосистем, обусловленным его пограничным положением в центральной части субконтинента Северной Азии. На территории Байкальской Сибири размещены различные геосистемы, имеющие свою специфику генезиса.

Разнообразная 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.

Необходимость экологической рационализации природопользования в Байкальской Сибири обусловлена не только освоением природных ресурсов, определяющих основные направления природопользования, существенно затрагивающие природные процессы в регионе и снижающие экологический потенциал геосистем, но и особыми природными условиями региона, а также правовым статусом БПТ, связанным с включением озера Байкал в список Участков всемирного природного наследия в 1996 г., Федеральным законом «Об охране озера Байкал», международными конвенциями, регулирующими отношения в области охраны окружающей среды, ратифицированными Правительством РФ.

Развитие новых технологий и методов научных исследований требует создания более совершенных методов обработки географических данных и представления полученных результатов. К таким методам относятся геоинформационные технологии, которые с высокой пространственной точностью способны отображать меняющиеся во времени и пространстве различные процессы и явления и обладают большими возможностями анализа, комплексирования, моделирования [Vladimirov, 2014]. Основным носителем информации выступают данные дистанционного зондирования, в частности, космо- и аэроснимки, позволяющие формировать образ местности в широком диапазоне масштабов. Содержание 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, динамики, а также степень ее естественной и антропогенной устойчивости

Все это необходимо для разработки рекомендаций по хозяйственной деятельности, нацеленных на снижение или недопущение экологических либо ресурсных нежелательных последствий. Рекомендуемые хозяйственные мероприятия должны быть направлены на максимальное восстановление нарушенной антропогенными воздействиями коренной структуры геосистем, а антропогенные нагрузки не должны препятствовать ее естественной динамике.

Литература

1. Арманд Д. Л. Наука о ландшафте (Основы теории и логико-математические методы). М.: Мысль, 1975. 288 с.
2. Белов А. В., Владимиров И. Н., Соколова Л. П. Картографическая оценка состояния современной растительности Предбайкалья для оптимизации природопользования // География и природные ресурсы. 2016. № 2. С. 62–68.
3. Белов А. В., Соколова Л. П. Естественная устойчивость растительности геосистем юга Средней Сибири // География и природные ресурсы. 2011. № 2. С. 12–23.

4. Белов А. В., Соколова Л. П. Экологический потенциал растительности как фактор природопользования в Байкальской Сибири // География и природные ресурсы. 2014. № 3. С. 53–60.
5. Владимиров И. Н. ГИС-моделирование антропогенной нарушенности и восстановительной динамики растительности геосистем Предбайкалья // Атласное картографирование: традиции и инновации: материалы X Науч. конф. по тематической картографии. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015а. С. 158–160.
6. Владимиров И. Н. Геоинформационное моделирование экологического потенциала Байкальской Сибири // Геоинформатика. 2015. № 3. С. 12–18.
7. Владимиров И. Н., Софронов А. П., Сороковой А. А., Кобылкин Д. В., Фролов А. А. Структура растительного покрова Западной части Верхнеангарской котловины // География и природные ресурсы. 2014. № 2. С. 44–53.
8. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году: Гос. доклад. Иркутск: Время странствий, 2016. 316 с.
9. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2015 году: Гос. доклад [Электронный ресурс]. URL: http://minpriroda-rb.ru/activity/index.php?SECTION_ID=921&ELEMENT_ID=45690 (дата обращения: 28.01.2018).
10. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2015 год [Электронный ресурс]. URL: http://минприр.забайкальскийкрай.рф/u/doklad_2015.zip (дата обращения: 28.01.2018).
11. Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 233 с.
12. Петров К. М. Биогеография с основами охраны биосферы. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001. 476 с.
13. Ретеюм А. Ю. О геокомплексах с односторонним системообразующим потоком вещества, и энергии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1971. № 5. С. 122–128.
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.
16. Сочава В. Б. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
17. Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. 145 с.
18. Bontemps S., Defourny P., Van Bogaert E., Arino O., Kalogirou V., Ramos P., Jose J. GLOBCOVER 2009 Products description and validation report. Université catholique de Louvain (UCL) & European Space Agency (ESA) / Vers. 2.2. 2011. 53 p., hdl:10013/epic.39884.d016. [Электронный ресурс]. URL: http://due.esrin.esa.int/files/GLOBCOVER2009_Validation_Report_2.2.pdf (дата обращения: 28.01.2018).
19. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J. R. G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // Science. 2013. 342 (15 November). P. 850–853.
20. Sexton J. O., Noojipady P., Song X.-P., Anand A., McMahon S., Huang C., Feng M., Channan S., Townshend J. R. A model for the propagation of uncertainty from continuous estimates of tree cover to categorical forest cover and change // Remote Sensing of Environment. 2015. Vol. 156. P. 418–425.
21. Vladimirov I. N. Predictive mapping of the restoration-age dynamics of taiga forests on the basis of remote sensing data and geographical knowledge // Applied Ecology and Environmental Research. 2014. Vol. 12(4). P. 807–824.

ANTHROPOGENIC DISTURBANCY AND DYNAMICS OF GEOSYSTEMS IN BAIKAL SIBERIA

I. N. Vladimirov

Igor N. Vladimirov

Cand. Sci. (Geogr.), V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1 Ulan-Batorskaya St, Irkutsk 664033, Russia
E-mail: garisson@irigs.irk.ru

Baikal Siberia is a unique region with a relatively well-preserved natural environment, bed-rock structures of geosystems, and at the same time with a sufficient volume of anthropogenic disturbances, large prospects for economic development of natural resources. The territory of Baikal Siberia is characterized by a diversity of geosystems, due to its boundary position in the central part of North Asia. Using the data of Landsat Cover-Change (LFCC 1990–2000, LFCC 2000–2005), global maps of changes in forest cover in the 21st century with high resolution and a global map of vegetation types ESA GlobCover 2009 we have carried out mapping study of anthropogenic vegetation disturbance in the geosystem of Baikal Siberia, which is the best method for analyzing the condition and dynamics of vegetation cover for solving many problems of environmental protection and rational use of biotic resources. The degree of anthropogenic vegetation disturbance was determined according the criteria of deviating the composition and structure of plant communities from their normal condition.

Keywords: geosystems; disturbance of geosystems; dynamics of geosystems; geoinformation modeling; Baikal Siberia.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-05089