

ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ БАЙКАЛА

УДК 911.2:551.48

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-3(67-73)

О.В. ГАГАРИНОВА

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, whydro@irigs.irk.ru

ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕКРЕАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Рассмотрены теоретические и методические аспекты ландшафтно-гидрологического анализа при обосновании возможности развития рекреационной деятельности в границах Иркутской области центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ). Даны гидрологические характеристики ландшафтов территории с позиции их чувствительности и устойчивости к естественным изменениям и внешним воздействиям. Применительно к территории ЦЭЗ БПТ в границах Иркутской области выполнено ландшафтно-гидрологическое зонирование, учитывающее условия формирования стока, особенности его регулирования в различных ландшафтах и возможности сохранения естественного водного режима и водно-экологического состояния при использовании территории. Основными факторами дифференциации ландшафтов при оценке целесообразности рекреационного развития территории без ущерба для экосистемы оз. Байкал и в целом природных вод ЦЭЗ БПТ определены гидрологические свойства ландшафтов и устойчивость природных комплексов к воздействиям. Выявлено, что уровень реализации основных гидрологических функций ландшафтов — стокоформирующих, стокорегулирующих и водоохраных — характеризует участие природного комплекса в формировании количественных и качественных характеристик местного стока, в процессах пополнения динамических запасов подземных вод, регулировании режимов паводков и наводков, сохранении водно-экологического потенциала территории. В результате рамочного ландшафтно-гидрологического зонирования территории с использованием инструментов ландшафтного планирования выделено три зоны: сохранения существующего состояния, регламентированного использования и развития территории. Предложенные зоны имеют общие рекомендации, направленные на сохранение гидрологических и водно-экологических показателей природных комплексов и заключающиеся в отказе от какой-либо деятельности на особо ценных и высокочувствительных к воздействиям участках, и в возможности развития рекреационной деятельности на устойчивых территориях с условием выполнения природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: водный объект, гидрологические функции ландшафта, ландшафтно-гидрологический анализ, формирование стока, целевое зонирование.

O.V. GAGARINOVA

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, whydro@irigs.irk.ru

LANDSCAPE-HYDROLOGICAL ASSESSMENT OF THE LAKE BAIKAL COAST FOR RECREATIONAL DEVELOPMENT PURPOSES

This paper considers the theoretical and methodological aspects of landscape-hydrological analysis in substantiating the possible development of recreational activities within the boundaries of the central ecological zone of the Baikal natural territory (BNT CEZ) in Irkutsk oblast. The hydrological characteristics of the landscapes in terms of their sensitivity and resistance to natural changes and external influences are given. We carried out a landscape-hydrological zoning for the BNT CEZ territory within the boundaries of Irkutsk oblast having regard to the conditions of runoff formation, the characteristic features of its regulation in various

landscapes, and to the possibility of preserving the natural water regime and the water-ecological state in utilizing the territory. It is determined that the main factors for the landscape differentiation in assessing the advisability of recreational development without damage to the Lake Baikal ecosystem and to the natural waters of BNT CEZ as a whole are the hydrological properties of landscapes and resistance of natural complexes to impacts. It is found that the level of realization of the main hydrological functions of landscapes, i. e. the runoff formation, runoff regulation and water protection functions, characterizes the involvement of the natural complex in the formation of quantitative and qualitative characteristics of the local runoff, in the replenishment processes of dynamical reserves of subsurface waters, the regulation of natural floods and freshets, the preservation of the water-ecological potential of the territory. As a result a landscape-hydrological framework zoning of the territory using the landscape planning tools, three zones have been identified: the zone of the preservation of the existing state, the zone of regulated use, and the zone of territorial development. The proposed zones have general recommendations for the preservation of the hydrological and water-ecological indicators of the natural complexes which imply abandoning any activity in areas of particularly high value and highly sensitive to impacts, and the possibility of developing recreational activities in sustainable areas, subject to environmental protection measures.

Keywords: *water body, hydrological functions of landscape, landscape-hydrological analysis, formation of runoff, target zoning*

ВВЕДЕНИЕ

Стандартные критерии для выявления возможности рекреационного развития территории по водному фактору — природоохранные, водно-экологические и санитарно-гигиенические нормы использования водных ресурсов.

Однако природные особенности территории определяют не только условия формирования и трансформации стока и естественную способность ландшафтов поддерживать качество воды и стабилизировать режим водных объектов, но и возможность развития различных видов рекреации на прибрежных территориях [1]. Интенсивное рекреационное воздействие на водные объекты и их водосборы возможно лишь при условии высокой устойчивости природных комплексов территории к таким нагрузкам, в противном случае необходимы ограничительные природоохранные мероприятия и/или компенсационные меры [2, 3].

Гидрологические условия территории непосредственно связаны с ведущими климатическими процессами и орографическими особенностями, которые корректируются разнообразием ландшафтных структурных элементов. Формирование стока и его трансформация по мере продвижения от водораздела к дренируемому водному объекту (оз. Байкал и его притоки) зависят от свойств ландшафтных комплексов — возможностей испарения, фильтрации, реализации поверхностного и грунтового стока, которые изменяются при нарушении естественных условий [4]. Рекреационное обустройство территории, подразумевающее изменение характеристик растительного и почвенного покровов в результате создания жилищной и транспортной инфраструктур, динамического и статического воздействия на компоненты ландшафта, обуславливает трансформацию гидрологических свойств природных комплексов, что ведет к изменению количественных и качественных характеристик местного и транзитного водного стока. Необходимость поддержания и сохранения естественных гидрологических функций ландшафтов — одно из основных условий природопользования в центральной экологической зоне Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ), и потенциал ее рекреационного развития с позиции водного фактора заключается в возможности использования природных ресурсов при условии сохранения качества природных вод и экосистемы побережья озера [5].

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Представления о ландшафтной структуре прибрежных территорий и гидрологических функциях ландшафтов позволяют выявить основные факторы устойчивости территории к внешним воздействиям и, в частности, к рекреационным нагрузкам по водному фактору. Для ЦЭЗ БПТ в Иркутской области выполнен ландшафтно-гидрологический анализ природных комплексов с учетом возможных естественных и антропогенных изменений ландшафтных компонентов и их гидрологических свойств [6].

Устойчивость гидрологических функций ландшафтов рассматривалась с позиций поддержания оптимальной водоотдачи и качества местных водных ресурсов при различных режимах увлажнения и изменениях ландшафтной структуры водосбора. Стокоформирующая, стокорегулирующая и водоохранная функции ландшафтов, обуславливающие вариации количественного и качественного поступ-

ления воды с водосбора в дренирующий водный объект, определяются структурными элементами ландшафта: растительным покровом, почвенно-грунтовым слоем, крутизной склонов, — и инициируют процессы перераспределения увлажнения территории во времени и пространстве [5, 7].

Крутые горные склоны, занятые гольцовыми, подгольцовыми и редкостойными темно-, светлохвойными и мелколиственными ландшафтами, обладают чрезвычайно высокой чувствительностью к любым воздействиям природного или антропогенного характера. На таких территориях в условиях интенсивных осадков на склонах с маломощным почвенным слоем развивается эрозионная активность, приводящая к оползням, блоковым сползаниям, оврагообразованию и другим процессам, которые интенсифицируются и способствуют разрушению ландшафта при каких-либо внешних, в том числе антропогенных, воздействиях на растительность и подстилающую поверхность.

Пологие склоны и водораздельные поверхности, покрытые темно-, светлохвойными и мелколиственными лесами, более устойчивы к климатическим колебаниям и антропогенным факторам, так как невысокие коэффициенты поверхностного стока, достаточная почвенная влагоемкость, частичный перевод выпавших осадков в подземные горизонты обуславливают значительные стокорегулирующие свойства природных комплексов. Горные склоны и долины, покрытые темнохвойной растительностью, формируют оптимальный режим водоотдачи, обеспечивая относительно равномерное поступление стока в водные объекты, сглаживая пики паводков и поддерживая меженный сток [8].

Наиболее низкая чувствительность ландшафтов при максимальном уровне устойчивости гидрологических функций к внешним воздействиям характерна для подгорных равнинных территорий, пологосклоновых темнохвойных ландшафтов и высокозарегулированных лугово-болотных комплексов. Низкая равномерная водоотдача обеспечивается значительными аккумулялирующими свойствами таких ландшафтов и процессами фильтрации влаги в подземные горизонты.

Представления об устойчивости ландшафтов к изменениям, возможным в связи с природными и антропогенными процессами, — это один из параметров оценки потенциала экономического развития территории. Гидрологическую устойчивость ландшафтов ЦЭЗ БПТ, в первую очередь прибрежных участков Байкала, можно рассматривать как лимитирующий фактор рекреационной деятельности на территории [6, 9]. В данном случае важно, что массо-энергоперенос, осуществляемый водными потоками, в большей степени, чем какие-либо другие компоненты природной среды, определяет экологическое состояние объекта-водоприемника.

Зависимость интенсивности склонового стока от геоморфологических особенностей территории характеризует развитие эрозионных процессов, которые имеют прямую связь с нарушением растительного и почвенного покровов [10]. С другой стороны, на увлажненных равнинных пространствах происходит задержание влаги в почвенно-растительных элементах, способствуя процессам самоочищения в ландшафтах. Пойменные и устьевые участки водотоков как естественные фильтры на пути поступления загрязняющих веществ с водосбора в водный объект представляют собой наиболее ценные территории с водоохранными свойствами. И во всех случаях — при высокой чувствительности крутосклоновых ландшафтов и при максимальных водоохранных характеристиках пойменно-болотных комплексов — необходимо ограничение деятельности в целях сохранения естественных природных условий [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Комплексный анализ структуры ландшафтов, геоморфологических и гидрологических особенностей побережья позволил провести зонирование территории по водному фактору в отношении ее возможного рекреационного развития.

Предлагаемое рамочное зонирование территории учитывает условия формирования стока, особенности его регулирования в различных ландшафтах и определяет возможности использования территории при сохранении гидрологических функций ландшафтов, естественного водного режима и водоохранного потенциала территории. В соответствии с методикой ландшафтного планирования выделено три зоны: сохранения существующего состояния, регламентированного использования и развития территории в рекреационных целях [12, 13].

Территория сохранения современного состояния включает ландшафты, определяющие водно-ресурсный и водно-экологический потенциалы территории, т. е. формирование стока и поддержание качества природных вод. Это области питания водотоков, охватывающие водоразделы и горные склоны, а также средообразующие и средозащитные природные комплексы, к которым отнесены гольцовые и подгольцовые ассоциации, темно- и светлохвойные зеленомошные водораздельные и крутосклоновые ландшафты, троговые долины, пойменно-долинные и болотные комплексы.

Темнохвойные ландшафты с коренной растительностью на склонах разной крутизны представляют собой главный элемент поддержания естественного водного режима территории [14]. Замедленные, относительно выровненные процессы снеготаяния и дождевого стока в темнохвойных зеленомошных комплексах препятствуют залповому поступлению влаги, в том числе и загрязняющих веществ, аккумулированных в снеговом покрове, в водотоки и оз. Байкал. В данных ландшафтах происходит пополнение подземных динамических запасов влаги и регулирование водоотдачи во времени, что обусловлено хорошими фильтрационными свойствами грунтов, водоудерживающими способностями растительного и почвенного покровов и существенно зависит от уклонов поверхности [4, 7]. Эти ландшафты широко представлены на хр. Хамар-Дабан, где также очень важна их противоэрозионная роль в условиях крутых склонов и максимального количества осадков. Стокорегулирующая и противоэрозионная функции таких ландшафтных комплексов имеют первостепенное значение при определении направления природопользования. Среодообразующие природные комплексы не должны подвергаться действиям, которые нарушают целостность компонентов и структуры ландшафта, способствуя активизации склонового стока и развитию экзогенных процессов.

Также необходимо сохранять современное состояние ландшафтов, обеспечивающих максимальную водоохранную функцию. Это пониженные долинные, прирусловые и прибрежные территории, которые заняты влажными лесами, лугами и болотами, обладают значительными аккумулирующими свойствами, способствуют самоочищению природных вод и препятствуют поступлению загрязняющих веществ в водотоки и подземные горизонты. Кроме того, участки побережья, непосредственно примыкающие к водотокам и оз. Байкал, имеют статус водоохранных зон с правовыми ограничениями хозяйственной деятельности и не должны подвергаться трансформации растительного покрова и почвенно-грунтового слоя [7, 9, 15, 16].

На этих территориях необходимы сохранение растительности, целостности сложившейся ландшафтной структуры, отказ от какой либо деятельности, в том числе не рекомендуется организация рекреационных зон с размещением стационарных лагерей и баз отдыха, что приведет к нарушению растительного и почвенного покровов. В данную зону включены высокогорные территории, отдельные участки побережья Байкала, представленные крутыми склонами и подтопленными переувлажненными участками, долины и устья рек, использование которых в рекреационных целях, с точки зрения сохранения водной среды, должно быть ограничено. Многие территории, малоустойчивые к экзогенным процессам и уязвимые к антропогенным нагрузкам в отношении водной среды, в настоящий период подвергаются интенсивному рекреационному воздействию. Это участки южного побережья озера (район городов Слюдянка и Байкальск), Малого моря, пос. Листвянка и др. (см. рисунок).

Природные комплексы территории, не несущие основной средоформирующей и водоохранной функций, включены в *зону регламентированного использования*. Темно- и светлохвойные ландшафты на склонах средней крутизны, часто с разреженной растительностью, достаточно чувствительны к внешним воздействиям и характеризуются средним уровнем устойчивости гидрологических функций. Хорошо дренированные поверхности транзитного стока небольших водотоков определяют устойчивый гидрологический режим и сложившуюся структуру водного баланса территории. Относительно невысокий водно-экологический потенциал таких ландшафтов предполагает необходимость определенных ограничений возможной деятельности с целью предотвращения ущерба для водных ресурсов.

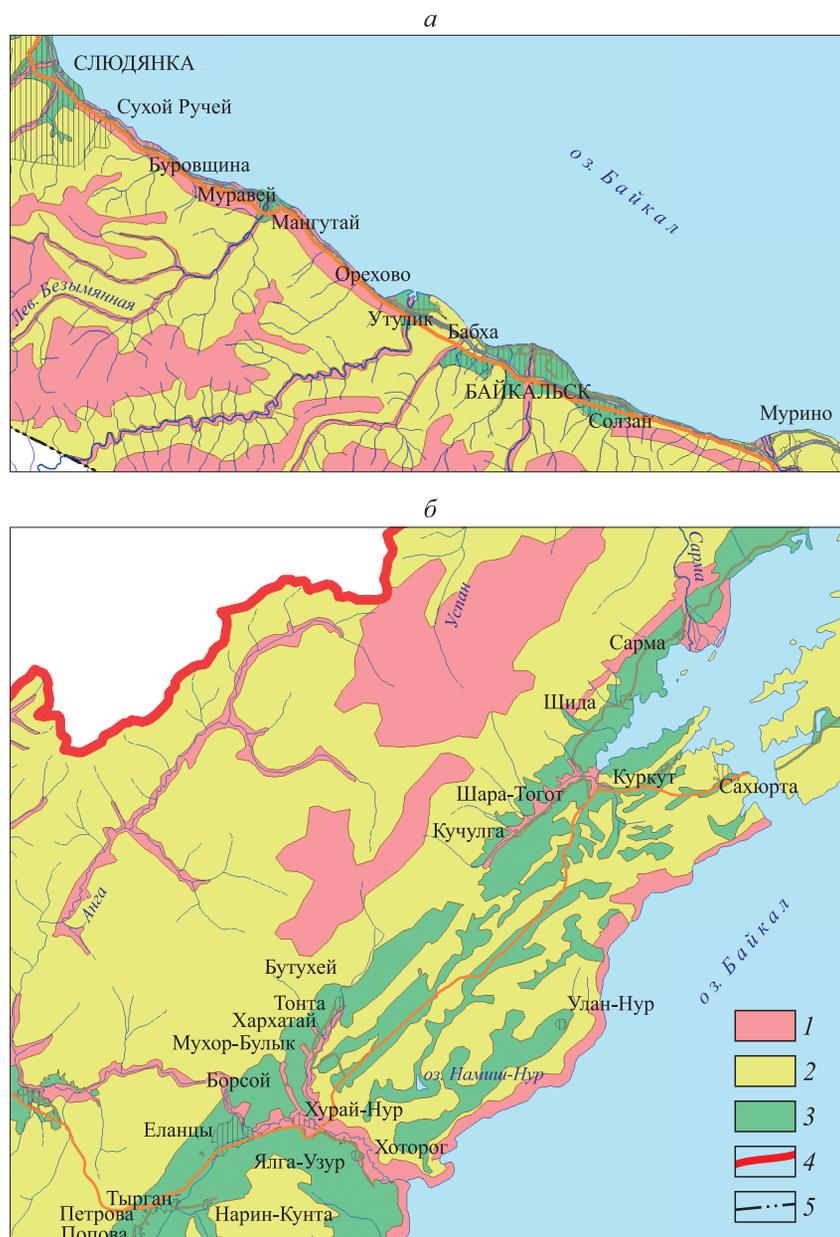
Рекреационное развитие территории должно происходить с ориентацией на сохранение водно-балансовой структуры и гидрологических функций ландшафтов за счет реализации собственного восстановительного потенциала. Необходимы природоохранные мероприятия, в том числе направленные на предотвращение площадных нарушений почвенно-растительного покрова и поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды и подземные горизонты [17]. При значительных уклонах поверхности на отдельных прибрежных территориях в случаях выпадения максимальных осадков возможно формирование интенсивного поверхностного стока, ведущего к развитию эрозионных процессов. Вероятность таких ситуаций высока при увеличении плотности почвенно-грунтового слоя или разрушении травянистого покрова на крутых участках, в днищах ложбин и впадин [11].

Ландшафты, отнесенные к данной категории, широко распространены в ЦЭЗ БПТ и непосредственно в прибрежных районах озера. Это наибольшая часть площади иркутской территории — макросклон Приморского хребта, обращенный к оз. Байкал, включая побережье Малого моря и далее на северо-восток вплоть до крутых склонов Байкальского хребта, практически формирующих береговую линию озера.

Основное рекреационное развитие в настоящее время сосредоточено на побережье Малого моря и о. Ольхон, где особенно необходима охрана ландшафтов от интенсивного воздействия [15, 17]. При-

родные комплексы, отнесенные к данной зоне, не несут стокоформирующей или водоохранной функций для водных объектов, но чувствительны к нарушению целостности ландшафта, изменению его структуры, приводящей к трансформации водного режима и развитию эрозионных процессов (см. рисунок, б).

Выровненные поверхности и пологие склоны, покрытые в основном светлохвойной и мелколиственной растительностью, подгорные равнины и лесостепи, а также антропогенные преобразованные территории включены в *зону развития*. Лиственные и сосновые леса в сочетании с мелколиственными, луговыми и кустарниково-травяными растительными сообществами на пологих склонах и в котловинах обладают низкими гидрологическими функциями, характеризуются средним уровнем ус-



Целевое ландшафтно-гидрологическое зонирование центральной экологической зоны Байкальской природной территории.

а — район городов Слюдянки и Байкальска; б — побережье Малого моря. Зоны: 1 — сохранения современного состояния, 2 — регламентированного использования, 3 — развития. Границы: 4 — Слюдянского района, 5 — ЦЭЗ БПТ.

тойчивости к внешним воздействиям, что обуславливает возможность развития таких пространств и, в частности, рекреационную деятельность. Необходимое условие природопользования на данных территориях состоит в том, что интенсивность воздействия на ландшафты должна обеспечивать возможность самовосстановления естественных гидрологических свойств при проведении водоохранных мероприятий по предотвращению поступления загрязняющих веществ на рельеф, в водные объекты и подземные горизонты.

В отношении преобразованных селитебных и сельскохозяйственных земель должны соблюдаться принципы природопользования, предусматривающие восстановление нарушенных гидрологических функций ландшафтов, включая искусственное и естественное восстановление растительных сообществ, а также проведение всего комплекса природоохранных мероприятий [12, 17].

Зона использования максимально представлена на выделенных территориях Приморского хребта и маломорского побережья, в бассейнах малых притоков Байкала — рек Бугульдейки, Таловки, Анги; на о. Ольхон (см. рисунок). Небольшие районы отнесены к данной зоне на северо-западном и юго-западном побережьях озера.

Один из основных лимитирующих факторов развития рекреационной деятельности в прибрежных районах Байкала — это горные хребты с крутыми склонами, приближающиеся непосредственно к береговой линии озера, что, с одной стороны, обуславливает высокую чувствительность природных комплексов к нарушениям почв, растительности и грунтовых слоев, а с другой — способствует быстрому поступлению продуктов разрушения и загрязнения в водоем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ структуры природных комплексов и устойчивости естественных гидрологических свойств ландшафтов ЦЭЗ БПТ позволил осуществить ландшафтно-гидрологическое зонирование территории и определить основные возможности ее развития в отношении природных вод.

Главная цель работы — дифференциация территории по условиям формирования и поддержания (восстановления) оптимального состояния водной составляющей природных комплексов, количественных и качественных характеристик вод, поступающих в оз. Байкал. Результаты исследования особенно актуальны в современный маловодный период на фоне ухудшения экологического состояния озера и интенсификации рекреационной деятельности на побережье.

Устьевые участки притоков озера и прилегающее к ним побережье, ландшафтные комплексы склонов горного обрамления Байкала и равнинные участки береговой зоны испытывают наиболее серьезные антропогенные воздействия как места традиционного ведения хозяйственной деятельности и территории рекреационного развития. При этом устойчивость отдельных ландшафтов к антропогенному воздействию крайне низкая, особенно в условиях слабо развитого почвенного покрова и редкой растительности на крутых склонах, где даже небольшие изменения ведут к серьезным структурным нарушениям, трансформации гидрологического режима территории, интенсификации опасных экзогенных процессов.

Ландшафтно-гидрологическое зонирование с ориентацией на оценку устойчивости гидрологических свойств природных комплексов к внешним воздействиям можно рассматривать как научное обоснование ограничительных мероприятий, направленных на сохранение и улучшение водно-экологической ситуации, а также как основу дальнейших, более детальных разработок по развитию рекреационной и других видов деятельности на территории Байкальского региона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (16–05–00286).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов А.Н., Фёдоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. — 254 с.
2. Антипов А.Н., Гагаринова О.В. Водоохранное зонирование территорий населенных пунктов // География и природ. ресурсы. — 2002. — № 4. — С. 30–37.
3. Антипов А.Н., Гагаринова О.В. Управление водными ресурсами, водоохранное зонирование // Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт. — Бонн; Москва; Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. — С. 101–122.

4. **Балыбина А.С., Воропай Н.Н., Гагаринова О.В., Ильичева Е.А., Кичигина Н.В., Максютова Е.В., Осипова О.П.** Гидроклиматические исследования Байкальской природной территории. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2013. — 187 с.
5. **Гагаринова О.В.** Ландшафтно-гидрологическая организация БПТ // Материалы XIV совещания географов Сибири и Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 138–140.
6. **Гагаринова О.В.** Устойчивость природных вод бассейна оз. Байкал к антропогенным воздействиям // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 1. — С. 46–54.
7. **Гагаринова О.В.** Ландшафтно-гидрологические закономерности формирования стока в бассейне оз. Байкал // География и природ. ресурсы. — 2012. — № 3. — С. 55–60.
8. **Фёдоров В.Н.** Ландшафтная индикация стока. — Иркутск; Москва: Изд-во ИГ СО РАН, 2007. — 175 с.
9. **Гагаринова О.В., Ковальчук О.А.** Оценка антропогенных воздействий на ландшафтно-гидрологические комплексы: аналитический обзор // География и природ. ресурсы. — 2010. — № 3. — С. 151–156.
10. **Фёдоров В.Н.** Оценка гидрологических функций ландшафтов на основе индикационных многопараметрических моделей водосбора // Ландшафтно-гидрологический анализ территории. — Новосибирск: Наука, 1992. — С. 145–157.
11. **Антипов А.Н., Гагаринова О.В.** Водоохранное зонирование для обеспечения охранного режима ценных водных объектов // Водоохранные зоны: опыт практического применения и целесообразность развития. — М.: Изд-во НИИ «Природа», 2006. — С. 61–71.
12. **Антипов А.Н., Кравченко В.В., Семёнов Ю.М.** Ландшафтное планирование в Прибайкалье // География и природ. ресурсы. — 1997. — № 4. — С. 5–19.
13. **Антипов А.Н., Фёдоров В.Н., Гагаринова О.В.** Поверхностные воды // Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе г. Байкальск. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. — С. 120–135.
14. **Белов А.В., Соколова Л.П.** Растительность как фактор в системе сохранения природной среды Предбайкалья // География и природ. ресурсы. — 2017. — № 4. — С. 50–58.
15. **Водный кодекс** Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 01.01.2016) [Электронный ресурс]. — http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения 25.09.2016).
16. **Распоряжение** Правительства РФ от 05.03.2015 № 368-р «Об утверждении границ водоохранной и рыбоохранной зон озера Байкал» [Электронный ресурс]. — <http://government.ru/docs/17125/> (дата обращения 25.09.2016).
17. **Постановление** Правительства РФ от 30.08.2001 № 643 «Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории» [Электронный ресурс]. — www.pravo.gov.ru (дата обращения 25.09.16).

Поступила в редакцию 15 декабря 2017 г.