

ИССЛЕДОВАНИЯ В БАСЕЙНЕ БАЙКАЛА

УДК 911.2:551.48

О. В. ГАГАРИНОВА, О. А. КОВАЛЬЧУК

Институт географии СО РАН, г. Иркутск

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ЛАНДШАФТНОМ ПЛАНИРОВАНИИ БАСЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Отражены основные моменты ландшафтного планирования территории по водному фактору на этапе оценок и обобщений природного характера. Рассмотрены возможности использования гидрологических функций ландшафтов для оценки водного потенциала и целей экологически ориентированного планирования землепользования. Сформулирован ряд рекомендаций и предложено целевое зонирование бассейна озера в отношении водного фактора, направленное на поддержание количества и качества вод, поступающих в озеро Байкал.

Ключевые слова: водный потенциал, ландшафтно-гидрологический анализ, формирование стока, гидрологическая организация территории.

We outline the essentials of landscape planning of a territory from the water factor at the stage of assessments and summarizations of a natural character. We explore the possibilities of the use of hydrological functions of landscapes for assessing the water potential and the goals of ecologically oriented land use planning. We formulate a number of recommendations and suggest a target-oriented zoning of the lake's watershed basin with respect to the water factor with a focus on maintenance of the quantity and quality of waters entering Lake Baikal.

Keywords: water potential, landscape-hydrological analysis, runoff formation, hydrological organization of a territory.

Управление водными ресурсами, основанное на ландшафтно-гидрологических закономерностях, — один из основных подходов к решению проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов. Теоретические основы ландшафтно-гидрологического анализа в сочетании с инструментами ландшафтного планирования определяют основные элементы развития территории в соответствии с водно-экологическими целями и задачами. Возможности развития территории по водному фактору связаны в первую очередь со степенью реализации ее гидрологических функций, которые поддерживают водно-ресурсные и водно-экологические свойства территории.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Проектируемые и моделируемые изменения состояния ландшафтной структуры водосбора определяют вариации его трансформирующих функций. Прогнозы водно-экологической ситуации в отношении природной составляющей базируются на анализе климатических факторов, показателей состояния (и изменения) ландшафтных комплексов, структуры водного баланса территории, на пространственно обобщенных изменениях гидрологической организации территории. Каждый из ландшафтных комплексов водосборной территории характеризуется набором факторов, которые в различной степени обуславливают трансформацию осадков и режим стока, что в итоге определяет поступление бассейновых запасов влаги в дренирующие водные объекты.

Основные приоритеты использования ландшафтно-гидрологического подхода в разработках территориального планирования заключаются в том, что оцениваемые гидрологические характеристики и параметры соотносятся не с обобщенным водосбором, а дифференцируются по его площади, привязываются к конкретным его участкам (ландшафтам, фациям). Каждый такой участок представляет собой ареал с однородными растительными, почвенными, орографическими характеристиками и

обладает индивидуальными гидрологическими функциями. Анализ генетических и структурных особенностей формирования гидрологического режима в конкретном ландшафте позволяет оценивать возможности развития территории по водному фактору применимо как к отдельным локальным районам, так и к обширным площадям. На основе интерпретации динамики гидрологических характеристик в сезонном, внутригодовом или многолетнем разрезе и их пространственной дифференциации можно представить гидрологическую организацию территории. Основные критерии, характеризующие гидрологическую организацию территории, — это стокоформирующие и стокорегулирующие функции ландшафтов [1].

Стокоформирование — количественная характеристика, определяющая процесс водоотдачи с ландшафтов и поступление воды в дренирующие водные объекты. Другими словами, это интенсивность стока, которая проявляется в степени обводненности территории. Этот параметр отображает водообеспеченность, или водный потенциал территории, т. е. реальное количество воды, формирующееся на данной территории (в каждом отдельном ареале). Стокоформирование характеризуется величиной модуля стока с ландшафтов в различные фазы увлажнения.

Стокорегулирование — важнейшее свойство природного комплекса, определяющееся, с одной стороны, возможностями перераспределения стока в сезонном разрезе, с другой — снижением коэффициентов стока. Стокорегулирование показывает способность природного комплекса реализовать возможность пополнения подземных динамических запасов влаги и регулировать водоотдачу во времени. Стокорегулирующая функция обуславливается инфильтрационными свойствами почвогрунтов, водоудерживающими способностями растительного и почвенного покровов и существенно зависит от уклонов поверхности. Характеристикой стокорегулирующей способности природного комплекса служит коэффициент стока с ландшафта. Основная роль стокорегулирования заключается в возможности уменьшения поверхностной составляющей стока с территории (опасности наводнений, селей и т. п.) и усилении питания подземных вод (сток рек в меженные периоды) [2].

В практике водно-экологических исследований, проводимых Институтом географии им. В. Б. Софьянова СО РАН в регионах России и в странах бывшего СССР, теоретические и методические основы ландшафтно-гидрологического анализа территории адаптированы к методике ландшафтного планирования [3]. В соответствии с этим обозначим некоторые понятия и определения. Критериями применяемых в ландшафтном планировании гидрологических значения и чувствительности территории служат величины стокоформирования и стокорегулирования ландшафтов.

Кроме того, оценка гидрологической чувствительности ландшафтов включает, помимо анализа уровня стокорегулирования, также учет средообразующих свойств, которые заключаются в водоохранных, почвозащитных, противоэрозионных и других способностях ландшафтов. В совокупности гидрологическая чувствительность ландшафта характеризует структуру водного баланса природного комплекса, характер внутригодового распределения водоотдачи с его территории, устойчивость гидрологических функций ландшафта к внешним воздействиям и внутренним изменениям, а также качество воды, в значительной степени зависящее от сочетания процессов фильтрации, аккумуляции и поверхностного стекания.

Среди специфических определений, относящихся к системе ландшафтного планирования, в данной работе использованы критерии, определяющие направление развития территории. Это такие понятия, как «сохранение», «развитие» и «улучшение» территории. «Сохранение» подразумевает два варианта действий по отношению к территории. Это может быть сохранение имеющегося состояния и отказ от любых действий в данном природном комплексе или сохранение природопользования и существующих в данный момент видов хозяйственной деятельности. Категория «развитие» охватывает несколько возможных комплексов мероприятий, ориентированных на развитие отдельных видов деятельности при вариациях интенсивности и направленности этих действий или с разнообразными сочетаниями площадных и видовых регламентаций. «Улучшение» может обозначать восстановление или санацию территории, изменение видов или степени природопользования с последующим переходом в категории «сохранение» или «развитие».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

С позиций ландшафтно-гидрологического подхода процесс трансформации атмосферных осадков в водность рек можно охарактеризовать, как уже отмечалось, модулем и коэффициентом стока с конкретного ландшафта, в которых заложена информация о количестве и путях поступления атмо-

сферной влаги в водоемы. Модуль стока с однородного ареала определяется в процессе многофакторного моделирования и в итоге заключается в определении величин стока с отдельных ландшафтов водосбора по суммарному расходу воды в замыкающем створе [4, 5]. В зависимости от поставленной задачи водный потенциал (стокоформирование) принято оценивать в различные периоды увлажнения. Для бассейна оз. Байкал произведены расчеты данной величины на основании многолетних данных о стоке для разных фаз водности. В результате осуществлено зонирование водосбора озера по интенсивности водоотдачи ландшафтов для периодов максимального и минимального стока, а также в среднегодовом разрезе. Стокоформирующий потенциал природных комплексов в бассейне озера значительно варьирует в зависимости от климатических, орографических факторов, сезонных изменений и индивидуальных особенностей ландшафтов [6].

Процесс трансформации атмосферной влаги в сток определяется не только величиной, но и динамикой ее поступления в водные объекты. Режим и характер водоотдачи с ландшафтов, с высокой степенью вероятности, можно описать коэффициентом стока. Данный параметр тесно связан с типом и уклоном поверхности, что подтверждается исследованиями в центральных регионах России и в бассейне оз. Байкал [1, 7]. Величина коэффициента стока зависит от времени нахождения воды в разных местоположениях с различными уклонами, почвенно-растительной структуры и представляет собой основной фактор регулирования процесса водоотдачи с территории.

Выявленные зависимости достаточно устойчивы для дождевого склонового стока и в обобщенном виде положены в основу классификации ландшафтов по уровню стокорегулирования [1]. Территория водосбора Байкала проанализирована по сочетаниям видов ландшафтов и уклонов поверхности их расположения. В основу исследований положена цифровая модель рельефа и карта уклонов Байкальской природной территории, составленная на ее основе [8]. В итоге пространственное распределение ландшафтов с различным уровнем стокорегулирования обусловило выделение районов в бассейне озера, существенно отличающихся по режиму водоотдачи.

Анализ полученных гидрологических характеристик и их пространственной дифференциации позволил определить ландшафтно-гидрологическую организацию территории, которая дает представление о величине и характере гидрологических процессов на водосборе и является информационной основой для ландшафтного планирования по водному фактору.

Оценка территории в категории «гидрологическое значение» основывается, как уже отмечалось, на определении стокоформирующего потенциала ландшафтов. При решении задач экологической направленности целесообразна оценка стокоформирования в период наибольшего истощения бассейновых влагозапасов. Параметром, характеризующим такое состояние территории, служит модуль стока в период летней межени. В это время наиболее контрастно проявляются экспозиционные эффекты и высотная поясность, а модули стока характеризуют реально обеспеченное количество воды, поступающее в водоемы на спаде водоотдачи. Максимальное истощение почвенно-грунтовых влагозапасов создает в этот период наибольшие водно-экологические обострения в бассейнах водных объектов.

Вариация величин модулей минимального стока с ландшафтов бассейна оз. Байкал позволила выделить три группы геосистем с высоким, средним и низким гидрологическим значением, которые положены в основу зонирования территории по водному фактору. Наиболее высокое значение для формирования стока в бассейне озера имеют высокогорные гольцовые и подгольцовые, горнотаежные лиственничные пониженных территорий и темнохвойные ландшафты долин и склонов. Высокая водоотдача обуславливается крутыми склонами наветренной экспозиции и аккумулирующими свойствами пониженных участков. Долинные комплексы, имеющие повышенную обводненность, обеспечивают питание водоемов в период межени. Такие условия наиболее типичны для хребтов Баргузинского, Приморского и Хамар-Дабана.

Среднее значение свойственно для горнотаежных лиственничных и темнохвойных ландшафтов на склоновых и равнинных территориях. Возможность временного задержания воды в зеленомошном напочвенном покрове и невысокий уровень испарения в горнотаежных лесах обеспечивают устойчивую водоотдачу с территорий их расположения.

Горнотаежные лиственничные равнинные, южносибирские сосновые склоновые и выположенные ландшафты, а также степные комплексы характеризуются низким значением в период наиболее обостренной водно-экологической обстановки. Значительная площадь бассейна озера, включающая водосборы рек Селенги и Уды, Тажеранские степи, котловины и впадины Баргузинского и Джидинского хребтов, представлена именно такими низкокочными ландшафтами (рис. 1).

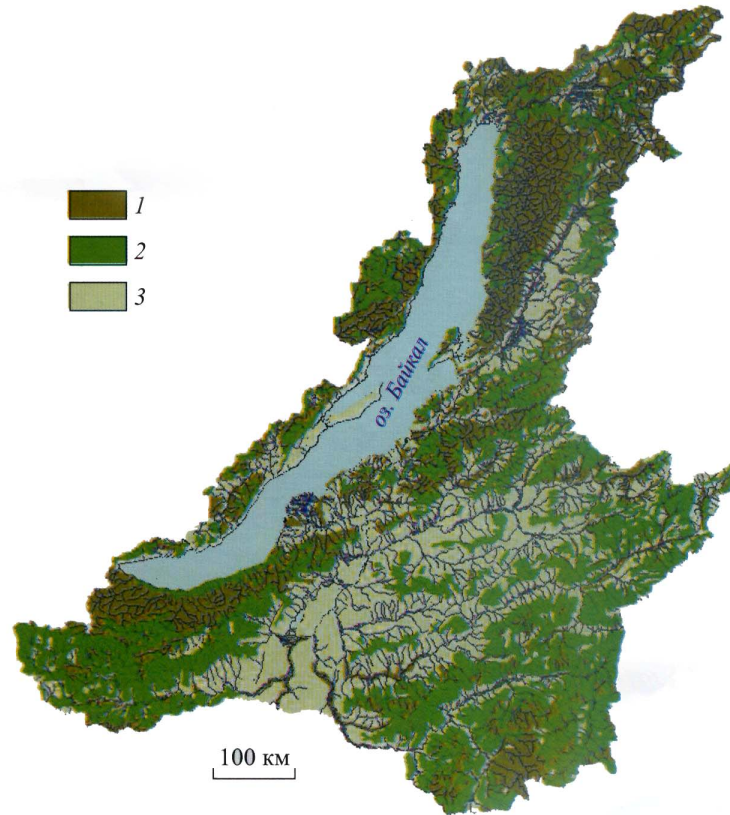


Рис. 1. Гидрологическое значение ландшафтов бассейна оз. Байкал (в границах РФ).

1 — высокое, 2 — среднее, 3 — низкое.

Оценка территории в категории «гидрологическая чувствительность» осуществляется на основе учета стокорегулирующих способностей ландшафтов в сочетании с анализом их средообразующих свойств. Гидрологическая чувствительность ландшафтов характеризует пространственно-временные особенности процесса водоотдачи и качество природных вод.

Высокая стокорегулирующая способность свидетельствует о значительном внутриландшафтном перераспределении поступающей влаги, замедленной водоотдаче, пополнении динамических запасов грунтовых вод. Территория с высокой стокорегулирующей способностью обладает низкой чувствительностью, и, наоборот, высокая гидрологическая чувствительность ландшафтов присуща районам с низкими стокорегулирующими свойствами. Такое регулирование в естественных условиях достигается сочетанием определенных фильтрационных свойств и уклонов поверхности, способностями ландшафтов удерживать и отдавать воду.

Высокая чувствительность в бассейне Байкала свойственна гольцовым, крутосклоновым, редкостойным темнохвойным и светлохвойным ландшафтам с малой мощностью и низкой влагоемкостью почвогрунтов. Для них характерны интенсивный поверхностный сток и развитие эрозии при нарушении почвенного покрова.

Большая часть территории обладает средней чувствительностью. Ландшафты, отнесенные к этой категории, представлены равнинными и пологосклоновыми светлохвойными, склоновыми темнохвойными зеленомошными и луговыми долинными комплексами. Стабильность стока с территории поддерживается высоким и средним уровнем влагоемкости ландшафтов и почвогрунтов.

Низкая чувствительность присуща ландшафтам с высокими стокорегулирующими свойствами — темнохвойным комплексам на водоразделах и пологих склонах, лиственничным зеленомошным лесам на подгорных равнинах и низменностях, долинным и лугово-болотным сообществам. Высокая

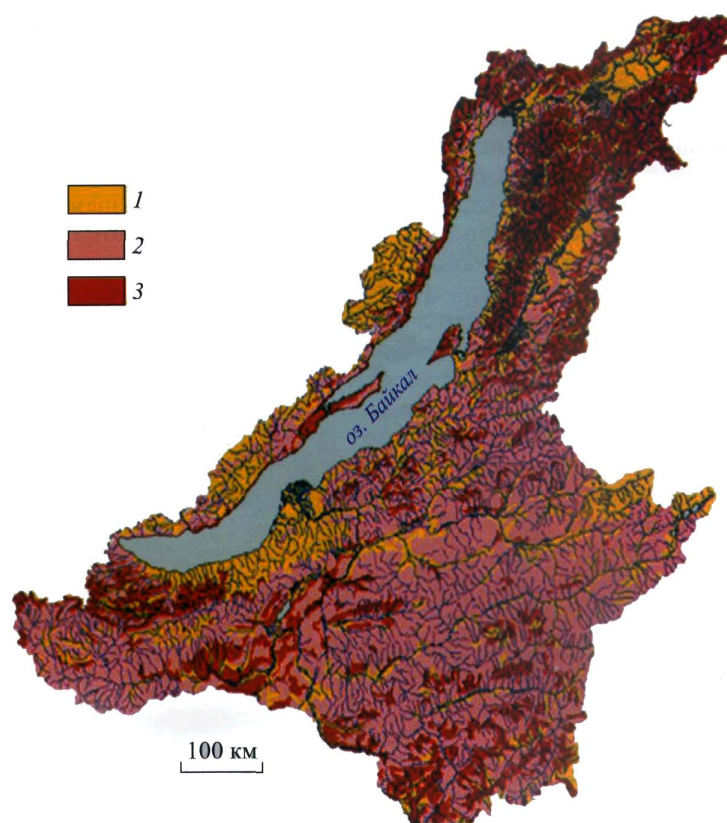


Рис. 2. Гидрологическая чувствительность ландшафтов бассейна оз. Байкал (в границах РФ).

1 — низкая, 2 — средняя, 3 — высокая.

влажность ландшафта (моховая подстилка и почвенное водопоглощение), малые уклоны, значительная доля бассейновых влагозапасов, трансформируемая в подземные горизонты, обуславливают водоохраные и средозащитные функции данных территорий.

В процессе картографирования параметров гидрологической чувствительности определилось три группы ландшафтов с различными уровнями данной характеристики. Анализ их пространственной дифференциации показал наличие больших площадей высокочувствительных территорий в северной и северо-восточной частях водосбора, в частности это гольцовые и горнотаежные ландшафты на крутых склонах с разреженной растительностью и маломощным почвенным покровом. Районы с высокочувствительными в гидрологическом плане ландшафтами встречаются на склонах Хамар-Дабана, Восточного Саяна и Джидинского нагорья, а также в степных и лесостепных районах водосбора, характеризующихся исключительно низкими регулирующими способностями природных комплексов. Средне- и низкочувствительные ландшафты широко распространены на Селенгинском среднегорье, в бассейнах рек Хилок, Чикой и Уда, на пологих склонах и по долинам рек горного обрамления озера (рис. 2).

Оценка гидрологической организации водосбора оз. Байкал в соответствии с критериями стокоформирования, стокорегулирования, значения и чувствительности позволяет проанализировать территорию с точки зрения возможностей использования ее водных ресурсов, дать общую характеристику потенциальной устойчивости гидрологических функций ландшафтов к изменениям природной среды. В итоге выделено несколько зон, обладающих различными функциональными свойствами, способствующими обеспечению количества и качества вод, поступающих в Байкал (рис. 3).

Первая зона охватывает средообразующие и стокоформирующие области — природный потенциал территории, обеспечивающий энергообмен в ландшафтах и формирование водных ресурсов. Эти высокозначимые ландшафты, будучи природным ядром территории, обуславливающие равновесие гид-

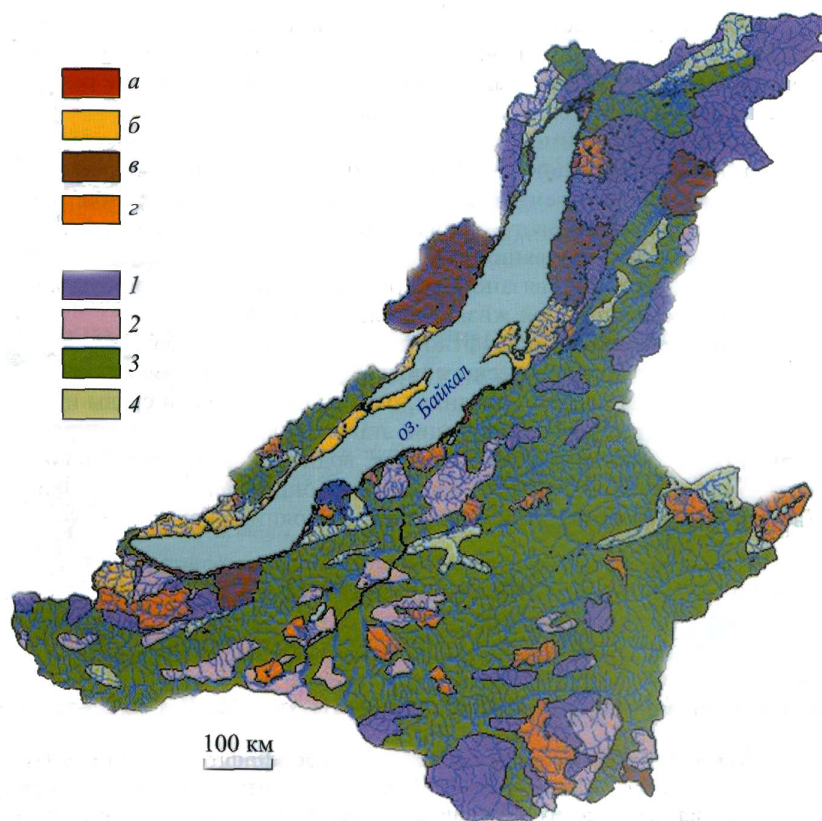


Рис. 3. Зонирование бассейна оз. Байкал (в границах РФ) по водному фактору развития территории.

Охраняемые территории: *а* — водоохранная зона оз. Байкал, *б* — национальные парки, *в* — заповедники, *г* — заказники. Зоны: *1* — сохранение существующего состояния, *2* — сохранение существующего использования, *3* — регламентированное развитие, *4* — развитие.

рологических процессов на обширных пространствах. Кроме того, в этой зоне сосредоточены высокочувствительные природные комплексы с низкой устойчивостью к природным изменениям, отличающиеся интенсивным развитием экзогенных процессов и высокой вероятностью формирования экстремальных гидрологических явлений как природного, так и антропогенного характера (наводнения, сели, водно-эрозионные процессы, быстрое поступление загрязнителей в водоем при аварийных ситуациях).

Общее направление природопользования на таких территориях — полный отказ от какой-либо хозяйственной деятельности и обязательное проведение противоэрозионных, водоохранных и других средозащитных мероприятий для профилактических целей и в экстремальных ситуациях.

Вторая зона также характеризуется значительными самоочищающими и самовосстановительными свойствами и включает ландшафты с высокими и средними параметрами значения и чувствительности, но при этом более устойчивыми к изменениям природной среды. Данные природные комплексы, как и ландшафты первой зоны, обладают значительными средоформирующими свойствами, являются зонами формирования водотоков и определяют общий гидрологический режим прилегающих территорий. Для этих территорий рекомендуются действия, не приводящие к нарушению структуры ландшафтов и их гидрологических функций.

К третьей зоне относятся территории, обладающие средними и низкими параметрами значения и чувствительности. Общая характеристика территории, обусловленная сочетанием таких гидрологических свойств ландшафтов, свидетельствует об относительной устойчивости природной среды к внешним и внутренним изменениям. Такие зоны имеют потенциал восстановления ландшафтов и рекомендуются для регламентированного хозяйственного развития при обеспечении условий минимизации возможных экологических последствий.

Четвертая зона охватывает участки, низкочувствительные и низкочувствительные в гидрологическом отношении. Высокая устойчивость ландшафтов к внешним воздействиям позволяет интенсивное использование территории без ущерба ее гидрологическому режиму. Основные рекомендации направлены на соблюдение правил и норм охраны окружающей среды.

Представленное районирование имеет узкоотраслевой характер, так как касается только естественного водного потенциала территории, и не включает в себя антропогенную составляющую, при анализе которой происходит существенная корректировка пространственной дифференциации и функционального содержания зон целевого развития. В данном зонировании пока не выделены традиционные для ландшафтного планирования категории «улучшение» и «санация», что также является отдельным этапом исследований и связано с вопросами хозяйственного обустройства территории и социально-общественных особенностей жизнедеятельности человека.

Таким образом, функциональное ландшафтно-гидрологическое зонирование территории отражает комплексность ландшафтно-гидрологического подхода и обоснованно позволяет использовать его при решении практических задач водопользования, охраны окружающей среды и, в частности, ландшафтного планирования территории. Последующие этапы ландшафтного планирования предполагают анализ структуры и особенностей водопользования, водно-экологических проблем и конфликтов территории исследования и в окончательном варианте — определение оптимальных возможностей развития хозяйствования при сохранении и улучшении состояния окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов А. Н., Фёдоров В. Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. — 254 с.
2. Фёдоров В. Н. Ландшафтная индикация речного стока. — Иркутск; М.: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2007. — 175 с.
3. Гагаринова О. В., Саядян О. Я. Гидрологические аспекты ландшафтного планирования оз. Севан // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 3. — С. 143–150.
4. Фёдоров В. Н. Оценка гидрологических функций ландшафтов на основе индикационных многопараметрических моделей водосбора. — Новосибирск: Наука, 1992. — С. 145–157.
5. Игнатов А. В., Кравченко В. В., Чекмарёв А. А. Оптимизационное многофакторное моделирование и прогнозирование. — <http://www.irigs.irk.ru/work.html>
6. Гагаринова О. В. Ландшафтно-гидрологическая организация БПТ // Материалы 14-го совещания географов Сибири и Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 138–140.
7. Водогрещкий В. Е. Влияние агролесомелиорации на годовой сток. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 184 с.
8. Сороковой А. А. Геоинформационный анализ ландшафтной структуры Байкальской природной территории // Материалы 14-го совещания географов Сибири и Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 604–607.

Поступила в редакцию 28 декабря 2011 г.