

УДК 911.2.551.48

О. В. ГАГАРИНОВА

Институт географии СО РАН, г. Иркутск

**УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИРОДНЫХ ВОД БАСЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ
К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ**

Способность водных объектов к самоочищению и водно-экологический потенциал ландшафтов их водосборов рассматриваются как факторы устойчивости природных вод к антропогенным воздействиям. Проанализированы параметры, определяющие процесс самоочищения поверхностных вод, и предложены варианты комплексной оценки самоочищающей способности водных объектов. Практическая реализация оценки рассмотрена на примере бассейна оз. Байкал.

Ключевые слова: водосбор, водный объект, расход воды, самоочищение, водно-экологические свойства.

Resilience of water bodies, and the water-ecological potential of landscapes of their watersheds are thought of as the factors of resistance of natural waters to anthropogenic impacts. An analysis is made of the parameters governing the self-purification process of surface waters, and several alternatives are suggested for a comprehensive assessment of the self-purification capacity of water bodies. The practical implementation of the assessment is considered by using the Lake Baikal basin as an example.

Keywords: watershed, water body, water discharge, self-purification, water-ecological properties.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс трансформации атмосферных осадков в водные ресурсы территории происходит поэтапно, при взаимодействии различных компонентов ландшафтов, определяющих количественные и качественные характеристики стока. Совокупность физико-географических факторов создает индивидуальные особенности водной составляющей природных комплексов, которые выражаются в гидрологическом режиме и потенциале устойчивости природных вод к внешним и внутренним воздействиям.

Опыт изучения этого вопроса в нашей стране и за рубежом свидетельствует о преобладании узконаправленных исследований, затрагивающих отдельные стороны процесса. Большинство разработок связано с изучением структуры и пространственно-временной динамики качества воды, биологической активности и антропогенных нагрузок на водные экосистемы. Условия формирования водных ресурсов, водно-экологические свойства ландшафтов водосбора, способность природных вод к самоочищению рассматриваются немногими авторами [1–3]. При этом данные вопросы широко обсуждаются на различных совещаниях, с неизменной констатацией их актуальности и рекомендациями к изучению [4, 5].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Задача данного исследования — определение естественной устойчивости природных вод бассейна оз. Байкал к антропогенным воздействиям. Необходимо отметить, что наряду с собственными разработками использованы отдельные приемы, предложенные ранее другими авторами. Так, В. А. Скорняковым, Ю. С. Даченко и В. В. Масленниковой проведены оценка и картографирование самоочищающих способностей природных вод территории РФ [3]. Данная работа является комплексным географическим исследованием, методические и практические подходы которого достаточно универсальны, что позволяет применять их при изучении экологических вопросов.

Природные условия водосбора Байкала в основном находятся в ненарушенном состоянии. Стокоформирующие ландшафтные комплексы можно считать естественными или слабоизмененными, и это большая ценность как с геополитической, так и с экологической точки зрения. В то же время высокие требования к экологическому состоянию водной среды региона выступают сдерживающим фактором интенсификации хозяйственной деятельности, что не лучшим образом отражается на развитии территории. Такое двойное положение обуславливает необходимость повышения эффективности управления водными ресурсами. В данном аспекте важны оценка устойчивости поверхностных вод

к внешним воздействиям и внутренним изменениям, изучение водно-экологического потенциала природных комплексов и поиск путей его увеличения.

Среди часто используемых в практике критериев оценки водно-экологического состояния природной среды основными выступают качество воды, кратность разбавления стоков, экологический сток, степень нарушенности водосбора (распаханность, вырубки, гари, эрозия почв и др.), доля модификации русла и пойменно-долинных комплексов и т. д. Эти параметры могут интерпретироваться и как факторы устойчивости водной среды к воздействиям. Однако комплексными критериями экологического потенциала территории, на наш взгляд, являются способность водных объектов к самоочищению и водно-экологические свойства ландшафтов водосбора.

УСЛОВИЯ САМООЧИЩЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Способность водных объектов к самоочищению — это уникальное природное явление, которое обусловлено целым рядом физических, химических и биологических процессов, способствующих нейтрализации загрязнителей, поступающих на поверхность водосбора и в водные объекты, и восстановлению первоначальных свойств и состава воды. Исследование механизмов очищения и возможностей поддержания этой функции — одна из важнейших природоохранных задач, находящаяся в неразрывной связи с экологическим состоянием территории в целом. В решении многих практических водохозяйственных вопросов определение самоочищающей способности водной массы является обязательной процедурой.

В проектировании и строительстве, в частности в практике районной планировки, оценка самоочищения водных объектов ведется по стандартизированной методике [6]. При крупномасштабных исследованиях на небольших территориях такой подход позволяет произвести оценку водных объектов на основании установленного перечня гидрологических и химико-биологических мероприятий. В условиях региональных исследований для характеристики водно-экологического состояния территорий такой подход неприемлем в связи с необходимостью большого числа экспериментальных измерений.

Для обоснования параметров водоотведения в ряде нормативных документов и методических рекомендаций употребляется другое, близкое по смыслу понятие — ассимилирующая способность водного объекта. Данная характеристика показывает способность водного объекта принимать определенную массу загрязняющих веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контрольном пункте или пункте водопользования [7]. Здесь мы отказались от использования критерия «ассимиляция», поскольку он не отражает комплекс физико-географических условий устойчивости водных объектов к внешним воздействиям, и употребляем понятие «самоочищающая способность» как более отвечающее нашей цели.

Свойства самоочищения поверхностных вод показывают потенциальную способность природных вод территории нейтрализовать поступление загрязнителей и восстанавливать первоначальные свойства и состав воды. Способность водных объектов к самоочищению формируется комплексом различных процессов — химических, физических и биологических, вклад которых в трансформацию загрязняющих веществ зависит от индивидуальных физико-географических и химико-биологических особенностей рек и водоемов. Существенное значение имеет активность разнообразных биологических форм, осуществляющих так называемую биологическую очистку водоемов. Однако анализ процессов трансформации загрязнений, поступающих в водные объекты, свидетельствует, что преобладающую роль в очищении играют разбавление и окисление. Именно эти параметры выбраны нами в качестве критериев оценки.

Разбавление загрязняющих веществ, поступающих в водный объект, — один из основных физических факторов, обеспечивающих снижение концентрации консервативных загрязнений в воде. Выведение поллютантов из водной массы путем эвазии, седиментации, испарения и других процессов важно, но выполняет второстепенную роль. Процесс разбавления загрязняющих веществ водами рек и водоемов находится в прямой зависимости от количества водной массы, и характеризовать его можно притоком воды в водоем и расходами воды в реках. Для анализа используется минимальный расход воды, который определяет условия наибольшего экологического напряжения. Рассматривая территорию Байкальского региона, необходимо отметить дефицит данных сети наблюдений о притоке воды в водоемы, в связи с чем мы используем материалы о среднегодовом объеме водных объектов.

Главным фактором очищения воды от неконсервативных загрязнителей является процесс окисления органических веществ, зависящий от количества кислорода, поступающего из атмосферы.

Аэрация и реаэрация водных масс определяются условиями перемешивания и температурным режимом водного объекта. Хорошее перемешивание и насыщение водной массы кислородом обеспечиваются достаточно быстрым течением рек. Количество кислорода, требуемое для протекания процесса окисления, обозначается как биохимическое потребление кислорода (БПК₅ и ХПК) и нормируется для различных веществ при температуре воды 20 °С.

Таблица 1

Основные гидрологические характеристики и условия самоочищения водотоков бассейна оз. Байкал

Водный объект и место отбора проб	Площадь водосбора, км ²	Средняя температура воды за летний период, °С	Средний уклон реки/участка, ‰	Летний минимальный 30-дневный расход воды, м ³ /с	Условия самоочищения
Голоустная, с. Большое Голоустное	2260	12,4	4,6	6,17	IV
Бугульдейка, дер. Большая Бугульдейка	1700	11,1	5,6	4,64	IV
Снежная, ст. Выдрино	3000	9,0	10,6	40,7	IV
Анга, с. Еланцы	711	12,8	6,1	2,18	IV
Верхняя Ангара, с. Уоян	7840	12,0	3,5	135,0	II
Верхняя Ангара, с. Верхняя Заимка	20 600	14,4	3,0	268,0	II
Баргузин, с. Могойто	9350	16,6	6,0	78,8	II
Баргузин, с. Баргузин	19 800	18,1	3,8	154,0	II
Баргузин, пос. Усть-Баргузин	21 100	17,7	3,0	—	II
Турка, с. Соболиха	5050	13,5	4,0	45,3	III
Селенга, с. Усть-Кяхта	283 000	19,0	4,0	—	I
Селенга, с. Новоселенгинск	360 000	18,6	4,5	879,0	I
Джида (Селенга), с. Хамней	8480	14,6	4,9	36,0	III
Джида, ст. Джида	23 300	17,5	4,7	66,1	II
Темник, улус Улан-Удунга	4240	10,7	4,1	35,3	III
Чикой, с. Гремячка	15 600	14,8	3,0	113,0	III
Чикой, с. Поворот	44 700	18,0	3,0	302,0	I
Хилок, ст. Сохонда	1900	17,3	2,0	0,54	III
Хилок, ст. Могзон	3240	18,6	1,9	3,72	IV
Хилок, г. Хилок	15 400	15,9	1,0	36,9	III
Хилок, с. Малета	25 700	17,2	0,9	65,7	III
Хилок, с. Малый Куналей	29 600	15,8	0,8	68,5	III
Хилок, дер. Хайластуй	38 300	18,5	0,7	94,0	II
Унго, с. Усть-Унго	2290	15,5	3,7	11,1	III
Уда, с. Усть-Эгита	3900	15,1	1,9	2,47	IV
Уда, с. Хоринск	7850	13,4	1,6	5,74	IV
Уда, с. Первомаевка	28 300	16,4	1,5	58,0	III
Уда, г. Улан-Удэ	34 700	17,5	1,3	67,8	III
Она, с. Онинск	3580	12,6	5,4	9,44	IV
Кудун, с. Михайловка	3300	15,6	3,0	7,31	III
Кудун (Селенга), с. Хоринск	7800	14,4	2,0	12,7	III
Курба (Большая Курба), с. Тэгда	3620	13,4	6,3	20,9	III
Курба (Большая Курба), с. Новая Курба	5500	15,1	4,5	24,6	III
Брянка (Шабур), разъезд 28	4400	14,2	2,5	4,97	IV
Итанца, с. Турунтаево	2120	12,3	3,7	9,11	IV
Селенга, пос. Орхон	23 600	14,0	2,8	46,5	III
Селенга, пос. Мурен-гол	92 300	18,0	0,9	195,0	II
Селенга, пос. Мурен	16 300	14,0	9,6	35,3	IV
Орхон, г. Сухэ-Батор	83 700	18,0	1,9	122,0	II
Туул, г. Улан-Батор	47 890	18,0	0,3	26,0	IV

Примечание. Здесь и в табл. 2, 6 условия самоочищения: I — хорошие, II — удовлетворительные, III — плохие, IV — очень плохие.

Таблица 2

Основные гидрологические характеристики и условия самоочищения озер бассейна оз. Байкал

Озеро	Площадь водного зеркала, км ²	Средняя температура воды за летний период, °С	Средний объем воды, км ³	Средняя глубина, м	Условия самоочищения
Гусиное	164,7	17,0	2,4	15	III
Хубсугул	2760	11,5	381	139	II
Барун-Торей	578	15,5	1,38	2,5	III
Баунт	165	12,7	<2	17	III
Большое Еравнинское	104	15,5	<1	3,5	III
Арахлей	58,5	14,2	0,62	15	IV
Шакшинское	52,5	15,1	0,2	3,9	IV

В процессе разработки оценочных градаций рассматривались варианты соотношений гидрологических, гидрометрических и гидрохимических характеристик водных объектов. Так, в небольших водотоках и мелких водоемах при интенсивном перемешивании происходит значительное поступление кислорода из атмосферы, что способствует высокой степени очищающей способности. Однако при больших уклонах и скоростях течения интенсивность биохимических процессов будет недостаточной для реализации самоочищения за период, равный времени добегания. В условиях же медленного течения и больших глубин формируется неизбежный дефицит кислорода и избыток углекислого газа. Для обобщающей характеристики самоочищающего потенциала водных объектов бассейна Байкала наиболее показательными можно считать водосборы рек 4–6-го порядков (по Страллеру) и озера с площадью водосбора не менее 50 км². Кроме этого, уклоны водотоков, используемых в анализе, не превышают 10 ‰ (табл. 1, 2).

С повышением температуры растворимость кислорода в воде уменьшается, а темпы химических процессов и соответствующее потребление кислорода возрастают. Процессы перемешивания воды в водоемах определяются разницей плотности и динамическими параметрами, такими как волнение, сгонно-нагонные явления и др. Недостаточность данных сети наблюдений за волнением (так же как и за притоком) на водоемах региона обусловила необходимость косвенных оценок динамических характеристик. Так, в качестве показателя перемешивания использованы морфометрические параметры соотношения глубины и площади зеркала, которые в определенной степени характеризуют потенциальную интенсивность волнения [8].

Дополнительным граничным условием является сезонная цикличность гидрологических и биохимических процессов в водных объектах. Особенности зимнего периода связаны главным образом с наличием ледяного покрова, который сокращает возможность насыщения кислородом водной массы, и с низкими температурами, уменьшающими интенсивность биологической очистки воды. На фоне данных процессов наблюдается снижение самоочищающих свойств водного объекта. С другой стороны, в условиях низких температур растворимость кислорода в воде повышается, и в случае отсутствия ледяного покрова окисление происходит интенсивно. В практике общих экологических оценок водных экосистем обычно опираются на оценку потребления кислорода в теплое время года [9, 10], что на уровне мелкомасштабных исследований и в условиях недостатка прямых измерений БПК₅ и ХПК дает возможность использовать в качестве индикатора скорости биохимических процессов среднюю температуру за теплый период. Используемые допущения и ограничения обоснованы задачами исследования, направленными на получение обобщающей характеристики устойчивости природных вод к внешним воздействиям для территории региональной размерности.

Условия самоочищения, как показано выше, представляют собой интегральный показатель, главными критериями оценки которого являются температура, расход и объем воды, уклоны водотоков, а также морфометрические показатели водоемов. Параметризация данных характеристик основана на статистическом и сравнительном анализе. По совокупности оценочных признаков разработаны шкалы и матрицы, при помощи которых определялись самоочищающие способности водных объектов (табл. 3–7). Использовались кадастровые материалы по водным объектам бассейна Байкала [11–13]. Для крупных рек территории анализ осуществлялся по участкам (см. табл. 3).

Температура воды за теплый период рассчитывалась как средняя за четыре месяца (июнь–сентябрь), так как на реках региона переход температуры воды через 0 °С отмечается в мае и октябре. Шкала температур разбита на три интервала — ниже 10, от 10 до 15 и выше 15 °С (см. табл. 3, 6).

Таблица 3

**Условия трансформации загрязняющих веществ в результате биохимических процессов
и перемешивания вод в водотоках**

Температура воды, °С	Уклон водотоков, ‰			
	>15	7–15	2–7	0–2
>15	Хорошие (1)	Хорошие (1)	Хорошие (1)	Средние (2)
10–15	Хорошие (1)	Средние (2)	Средние (2)	Средние (2)
<10	Средние (2)	Плохие (3)	Плохие (3)	Плохие (3)

Таблица 4

Условия самоочищения вод в водотоках

Расход воды, м³/с	Условия трансформации		
	1	2	3
>800	Хорошие (I)	Хорошие (I)	Удовлетворительные (II)
400–800	Хорошие (I)	Удовлетворительные (II)	Удовлетворительные (II)
200–400	Удовлетворительные (II)	Удовлетворительные (II)	Плохие (III)
100–200	Удовлетворительные (II)	Плохие (III)	Плохие (III)
50–100	Удовлетворительные (II)	Плохие (III)	Очень плохие (IV)
10–50	Плохие (III)	Очень плохие (IV)	Очень плохие (IV)
<10	Плохие (III)	Очень плохие (IV)	Очень плохие (IV)

Таблица 5

Условия перемешивания вод в водоемах

Глубина, м	Площадь, км²			
	>1000	500–1000	100–500	<100
<20	Хорошие (I)	Хорошие (I)	Хорошие (I)	Удовлетворительные (II)
20–50	Удовлетворительные (II)	Удовлетворительные (II)	Удовлетворительные (II)	Плохие (III)
50–100	Плохие (III)	Плохие (III)	Плохие (III)	Очень плохие (IV)
>100	Плохие (III)	Очень плохие (IV)	Очень плохие (IV)	Очень плохие (IV)

Таблица 6

**Условия трансформации загрязняющих веществ в результате биохимических процессов
и перемешивания вод в водоемах**

Температура воды, °С	Условия перемешивания			
	I	II	III	IV
>15	Хорошие (1)	Хорошие (1)	Хорошие (1)	Средние (2)
10–15	Хорошие (1)	Средние (2)	Средние (2)	Средние (2)
<10	Средние (2)	Плохие (3)	Плохие (3)	Плохие (3)

Таблица 7

Условия самоочищения вод в водоемах

Объем воды, м³	Условия трансформации		
	1	2	3
>500	Хорошие (I)	Хорошие (I)	Удовлетворительные (II)
100–500	Удовлетворительные (II)	Удовлетворительные (II)	Плохие (III)
10–100	Удовлетворительные (II)	Плохие (III)	Очень плохие (IV)
<10	Плохие (III)	Очень плохие (IV)	Очень плохие (IV)

Коэффициент окисления органического вещества, принятый в стандартных схемах расчета, для этих градаций будет составлять 50, 70 и 90 % от его величины для 20 °С [14]. Объемы воды, необходимые для разбавления загрязняющих веществ, определялись исходя из минимальных 30-дневных расходов водотоков и среднегодового объема воды в водных объектах (см. табл. 1, 2, 4, 7).

Оценка самоочищающей способности рек и водоемов производилась в два этапа. На первом этапе оценивалась трансформация загрязняющего вещества в результате биохимических процессов, которые обуславливаются температурным режимом и интенсивностью перемешивания водных масс (см. табл. 3, 5, 6). Второй этап заключался в определении условий разбавления загрязнителей на основании величины расходов воды водотоков и объемов воды в водоемах (см. табл. 4, 7).

Полученные характеристики, индицирующие условия трансформации загрязняющих веществ, позволили классифицировать водные объекты территории по четырем категориям, соответствующим различным степеням условий самоочищения, — плохие, неудовлетворительные, удовлетворительные и хорошие.

Анализ результатов подтвердил сложность и многофакторность процессов, определяющих степень самоочищающего потенциала водных объектов. Наиболее благоприятные условия самоочищения формируются в случае сочетания значительных объемов воды, интенсивного перемешивания и высокой температуры воды. Благоприятные для самоочищения условия в бассейне Байкала отмечаются на отдельных участках Селенги, относительно благополучное положение складывается на Баргузине и Верхней Ангаре. Среди водоемов территории, по нашим оценкам, наиболее хорошие условия самоочищения сложились на оз. Хубсугул, а для озер Арахлей и Шакшинское ситуация неблагоприятная (рис. 1).



Рис. 1. Условия самоочищения водных объектов бассейна оз. Байкал.

Самоочищение поверхностных вод: 1 — хорошее, 2 — удовлетворительное, 3 — неудовлетворительное, 4 — плохое.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДОСБОРА ОЗ. БАЙКАЛ (РОССИЙСКАЯ ЧАСТЬ)

Устойчивость водной среды к внешним воздействиям формируется не только в водных объектах. Существенное значение имеют природные условия водосбора, водно-экологические свойства которого определяются сочетанием гидрологических функций ландшафтов. Устойчивость водосбора к антропогенным воздействиям мы понимаем как естественную способность ландшафтов поддерживать качество воды и стабилизировать режим водных объектов, компенсировать внешние нагрузки и внутренние изменения по отношению к водной составляющей природных комплексов.

Гидрологические функции ландшафтов, среди которых основные — стокорегулирующая и стокорегулирующая, обуславливают вариации количественного и качественного поступления воды с водосбора в дренирующий водный объект. В интерпретации водно-экологических свойств водосбора наибольшее значение имеет стокорегулирующая функция, которая характеризует перераспределение увлажнения территории во времени и пространстве. Стокорегулирование в ландшафте контролируется растительным покровом, почвенно-грунтовым слоем и крутизной склонов. На основе представлений о ландшафтной структуре водосбора и стокорегулирующих функциях ландшафтов возможно определить водно-экологический потенциал территории. Такая оценка осуществлена для бассейна Байкала, ландшафты которого поделены на три категории по степени водно-экологических свойств [15].

Пространственная дифференциация водосбора по уровню стокорегулирования ландшафтов является ландшафтно-гидрологическим обоснованием территорий с различным водно-экологическим потенциалом. Низкий водно-экологический потенциал характерен для высокогорных ландшафтов, а также степных природных комплексов. Интенсивный сток после выпадения осадков и формирование маломощного почвенно-растительного покрова на крутых склонах сопровождаются быстрым поступлением загрязняющих веществ в водные объекты и развитием эрозионных процессов, что свойственно как высокоувлажненным горным территориям, так и степям. Устойчивость такой территории к антропогенным воздействиям крайне низкая, техногенные аварийные ситуации могут привести к существенным водно-экологическим проблемам. В бассейне Байкала такие районы приурочены к склонам хребтов Хамар-Дабан и Восточного Саяна, участкам Джидинского нагорья и степей в различных частях водосбора (рис. 2).

Районы с высоким водно-экологическим потенциалом представлены темно- и светлехвойными моховыми комплексами на водоразделах, пологих склонах, подгорных равнинах и низменностях. Высокая влагоемкость ландшафтов, процессы аккумуляции и фильтрации способствуют замедленной водоотдаче, обуславливая водоохраные и средозащитные функции данных территорий. Природные комплексы этой зоны обладают значительными самоочищающими и самовосстанавливающими способностями и характеризуются большой устойчивостью к внутренним и внешним изменениям. Такие участки расположены на южном побережье озера, по долинам крупных рек (Верхняя Ангара, Баргузин, Темник, Чикой) и отдельных небольших водотоков.

Большая часть водосбора характеризуется средними водно-экологическими свойствами и представлена светло- и темнехвойными сообществами на склонах и равнинах в сочетании с луговыми долинными комплексами. Относительная стабильность и сбалансированность гидрологического режима этих ландшафтов обеспечивают достаточную устойчивость территории к внешним воздействиям. Ландшафты данной категории имеют широкое распространение в Селенгинском среднегорье, в бассейнах рек Хилок, Чикой и Уда, на пологих склонах и по долинам рек.

Таким образом, в результате оценки водно-экологических свойств водосбора и самоочищающей способности водных объектов мы создали общую картину устойчивости территории к внешним воздействиям в отношении природных вод. Картирование результатов дает наглядное представление о пространственной дифференциации этих характеристик (см. рис. 2). Наименее устойчивыми в отношении воздействий на водную среду являются степные участки бассейна Селенги в среднем течении и частично бассейн Уды (приток Селенги). Центральные районы водосбора Селенги характеризуются сочетанием средних и низких показателей водно-экологического потенциала ландшафтов и высоких самоочищающих способностей главного водотока, что создает общую достаточно благоприятную картину устойчивости этой территории к внешним воздействиям. Высокой устойчивостью, в рамках нашей территориальной оценки, обладают отдельные участки предгорий южного и северо-западного побережий.

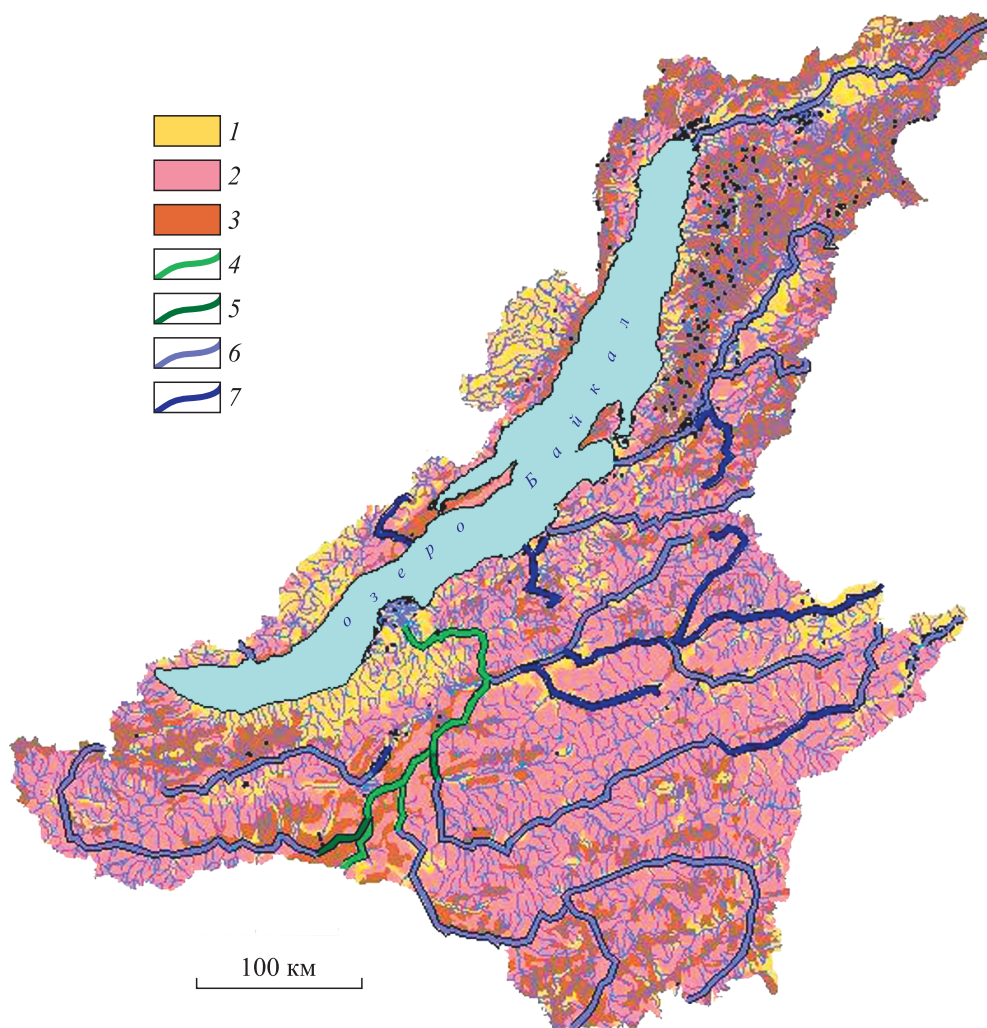


Рис. 2. Устойчивость природных вод к антропогенным воздействиям в границах российской части бассейна оз. Байкал.

Водно-экологический потенциал ландшафтов: 1 — высокий, 2 — средний, 3 — низкий. Способность водных объектов к самоочищению: 4 — хорошая, 5 — удовлетворительная, 6 — неудовлетворительная, 7 — плохая.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования характеризуют общую картину устойчивости территории к антропогенным воздействиям на водную среду. Построенные карты позволяют оценить потенциальную опасность поступления загрязняющих веществ в водные объекты бассейна оз. Байкал и возможные последствия этого процесса для их экологического состояния.

Полученные материалы имеют практическую ценность при проектировании водохозяйственных мероприятий и решении вопросов охраны окружающей среды, могут служить обоснованием для разработки рекомендаций по регулированию водоотведения и водно-экологических мероприятий в регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (14–46–04084).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Антропогенные** воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Под ред. Н. И. Коронкевича, И. С. Зайцевой. — М.: Наука, 2003. — 366 с.
2. **Гончаров А. В., Заславский М. Б., Исаев В. А. и др.** Типы кислородного режима рек бассейна Оби // География и природ. ресурсы. — 2013. — № 3. — С. 69–76.
3. **Скорняков В. А., Дашенко Ю. С., Масленникова В. В.** Картографирование условий самоочищения природных вод // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. — 1997. — № 5. — С. 62–66.
4. **Директива 2000/60/ЕС** Европейского парламента и Совета ЕС от 23 октября 2000 г. (Водная рамочная директива) [Электронный ресурс]. — <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:EN:NOT> (дата обращения 14.11.2013).
5. **Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С.** Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. — М.: Наука, 2006. — 221 с.
6. **Рекомендации** (методические) по составлению территориальных комплексных схем охраны природы областей, краев, автономных республик от 17 августа 1988 г. [Электронный ресурс]. — <http://docs.cntd.ru/document/9034808> (дата обращения 12.11.2013).
7. **ГОСТ 17.1.1.01–77.** Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Термины и определения [Электронный ресурс]. — <http://www.allsnips.info/docs/4/4711/index.htm> (дата обращения 12.11.2013).
8. **Калинин В. М.** Экологическая гидрология. Учебно-методический комплекс. — Тюмень: Изд-во Тюмен. ун-та, 2007. — 30 с.
9. **Новиков Ю. И.** Методы исследования качества воды водоемов. — М.: Медицина, 1990. — 400 с.
10. **Прокачева В. Г., Усачев В. Ф.** Сибирский федеральный округ. Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. — СПб.: Лема, 2010. — 164 с.
11. **Многолетние** данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейн Байкала. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — Т. 1, вып. 14. — 361 с.
12. **Ресурсы** поверхностных вод СССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1972. — Т. 16, вып. 3. — 595 с.
13. **Ресурсы** поверхностных вод СССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1973. — Т. 16, вып. 3. — 400 с.
14. **Кузнецов Л. М.** Экология: Методические указания к практическим работам для студентов всех специальностей. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та сервиса и экономики, 2004. — 39 с.
15. **Гидроклиматические** исследования Байкальской природной территории / Н. Н. Воропай, О. В. Гагарина, Е. А. Ильичева и др. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2013. — 185 с.

Поступила в редакцию 23 апреля 2014 г.