

УДК 504.4.062.2

**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ  
НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ БАСЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ СЕЛЕНГИ  
(РОССИЙСКАЯ ЧАСТЬ)****© Ульзетуева Ирина Дабеевна**

кандидат географических наук, ведущий инженер  
Байкальского института природопользования СО РАН  
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8  
e-mail: idulz@yandex.ru

**© Гомбоев Баир Октябрьевич**

доктор географических наук, главный научный сотрудник  
Байкальского института природопользования СО РАН  
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8  
e-mail: bgom@binm.bscnet.ru

**© Жамьянов Даба Цыбан-Доржиевич**

кандидат географических наук, научный сотрудник  
Байкальского института природопользования СО РАН  
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8  
e-mail: dabaj@mail.ru

**© Молотов Валерий Сергеевич**

кандидат технических наук, начальник  
Территориального отдела водных ресурсов по Республике Бурятия  
Енисейского бассейнового управления Федерального агентства водных ресурсов  
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Борсоева 13б  
e-mail: baikalkomvod@mail.ru

*В статье представлена интегральная оценка экологического состояния бассейна р. Селенги на российской части. Данная оценка была сделана на основе анализа факторов прямого и косвенного воздействий на водные объекты. Факторы прямого воздействия основываются на показателях водозабора для нужд ЖКХ, промышленности, сельского хозяйства и др. и сброса сточных вод, а факторы косвенного воздействия – на основе показателей площадного и линейно-сетевого воздействий на водосборную площадь, такие как численность и плотность населения, структура сельскохозяйственного производства, объемы промышленного и сельскохозяйственного производств и т. д. Используемые показатели косвенной оценки воздействия группировались по видам антропогенных воздействий. Полученные результаты анализа факторов прямого воздействия на водные объекты показали, что высокую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты наиболее экономически развитого водохозяйственного участка, что также подтверждается анализом факторов косвенного воздействия.*

**Ключевые слова:** бассейн р. Селенги, интегральная оценка, антропогенная нагрузка, сточные воды, водохозяйственные участки (ВХУ), водный объект, водопотребление.

**ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON WATER OBJECTS  
OF THE SELENGA RIVER TRANSBOUNDARY BASIN  
(THE RUSSIAN PART)***Ulzetueva Irina D.*

PhD in Geography, Leading Engineer, Baikal Institute of Nature Management  
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences  
6 Sakhyanovoy, Ulan-Ude, 670047, Russia

*Gomboev Bair O.*

DSc in Geography, Chief Research Fellow, Baikal Institute of Nature Management  
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
6 Sakhyanovoy, Ulan-Ude, 670047, Russia

*Zhamyanov Daba Ts.-D.*

PhD in Geography, Research Fellow, Baikal Institute of Nature Management  
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences  
6 Sakhyanovoy, Ulan-Ude, 670047, Russia

*Molotov Valery S.*

PhD in Engineering, Head of the Territorial Department of Water resources  
of the Republic of Buryatia of the Yenisei Basin Authority, the Federal Water Resource Agency  
13 «b» Borsoeva, Ulan-Ude, 670000, Russia

*The integrated estimation of the ecological condition of the Selenga river basin in the Russian part is presented in the article. This estimation has been done on the basis of factors analysis of direct and indirect impact on water objects. The factors of direct influence are based on indicators of water withdrawal for needs of housing and communal services, industry, agriculture, etc. and discharge of sewage waters, and factors of indirect influence, on the basis of indicators of the area and linearly-network influence on the water catchment area, such as number and population density, agricultural production structure, volumes of the industrial and agricultural production etc. The used indicators of the indirect estimation of influence were grouped according to the kinds of anthropogenic influences. The obtained results of the factors analysis of the direct influence on the water objects have revealed that the water objects of the most economically developed water-resource region suffer high anthropogenic impact that also is confirmed by the analysis of indirect influence factors.*

*Keywords: the Selenga river basin, integrated estimation, anthropogenic impact, waste water, water resource areas, water object, water demand.*

Бассейн р. Селенги расположен в пределах двух государств — Российской Федерации и Монголии. Река Селенга, берущая свое начало в Монголии, является самым крупным притоком оз. Байкал, являющегося объектом Всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

В природном отношении бассейн р. Селенги расположен в пределах гористой центральной части Азиатского материка, занимая пространство, вытянутое с юго-запада на северо-восток, между 46°20' и 53°00' с.ш. и 96°50' и 112°50' в. д. Общая площадь бассейна составляет 447 тыс. км<sup>2</sup>, или 82 % площади водосборного бассейна оз. Байкал. На Монголию приходится 299 тыс. км<sup>2</sup>, или 67 % площади бассейна р. Селенги, а на Россию — почти 148 тыс. км<sup>2</sup>, т. е. 33 % общей площади. Однако больше половины общего годового стока реки (15,4 км<sup>3</sup> из 30 км<sup>3</sup>) формируется в российской части бассейна [7].

В административном отношении российская часть бассейна р. Селенги находится в Сибирском федеральном округе Российской Федерации, включает территорию Республики Бурятия, часть Забайкальского края, образованного в результате объединения Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа. На территории Республики Бурятия в бассейн входят наиболее экономически развитые районы, включая г. Улан-Удэ.

Основными водопотребителями в бассейне р. Селенги являются предприятия энергетики, жилищно-коммунального хозяйства и промышленные организации.

Интегральная оценка экологического состояния бассейна базируется на оценке измененности бассейновой системы под воздействием двух групп показателей [1, 6]:

1. Прямое (непосредственное) воздействие — объемы водозабора для использования воды на хозяйственно-питьевые, производственные, сельскохозяйственные и другие нужды с созданием оборотного и повторно-последовательного водоснабжений, сброса сточных вод.

Анализ параметров прямых воздействий выполнен на основе информации об использовании водных объектов отраслями хозяйства.

Интенсивность нагрузки определена исходя из объемов забора и сброса вод:

- высокая — > 100 млн м<sup>3</sup>/г.;
- средняя — 11–100 млн м<sup>3</sup>/г.;
- низкая — 1–10 млн м<sup>3</sup>/г.;
- очень низкая — < 1 млн м<sup>3</sup>/г.;
- незначительная или отсутствует — 0 м<sup>3</sup>/г.

Важной характеристикой экологического состояния водных объектов является качество воды. Оценка качества воды водных объектов, являющихся источниками централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, выполняется в рамках системы социально-гигиенического мониторинга, осуществляемого территориальными управлениями Роспотребнадзора. В качестве индикативного

гигиенического показателя, характеризующего состояние и качество воды водоисточников, служит доля проб воды водоисточников, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

2. Косвенное (опосредованное) воздействие — показатели площадного и линейно-сетевого воздействий на водосборную площадь: численность и плотность населения, структура сельскохозяйственных угодий, объемы промышленного и сельскохозяйственного производств в стоимостном и натуральном выражениях, объемы используемых в сельском хозяйстве ядохимикатов и количество применяемой агротехники, протяженность судоходных путей, сроки навигации, объем грузоперевозок и др.

Косвенное воздействие на водные объекты бассейна оценивается по следующим показателям:

– плотность населения территории (чел/км<sup>2</sup>), характеризующая демографическую нагрузку на водосборную площадь;

– плотность промышленного производства (объем производимой в регионе промышленной продукции в тыс. р., приходящийся на 1 км<sup>2</sup>) опосредованно определяет нагрузку на водосборную площадь;

– распаханность территории (отношение площади пашни к общей площади территории бассейна р. Селенги, %) свидетельствует об интенсивности использования территории для земледелия;

– животноводческая нагрузка (количество условных голов КРС на 1 км<sup>2</sup>) определяет интенсивность использования территории бассейна р. Селенги для развития животноводства.

Распаханность территории и животноводческая нагрузка в совокупности определяют сельскохозяйственную нагрузку на территорию бассейна.

Используемые показатели группировались по видам антропогенных воздействий — демографические, промышленные и сельскохозяйственные. Сельскохозяйственная нагрузка получена как среднеарифметическое значение балльных оценок интенсивности земледельческой (распаханность) и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок. Для каждого из показателей принята восьмибалльная условная шкала интенсивности [1].

**Анализ факторов прямого (непосредственного) воздействия** на водные объекты в виде забора природных и сброса сточных вод показал, что относительно высокую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты наиболее экономически развитого водохозяйственного участка (ВХУ) 16.03.00.005 (табл. 1, рис. 1), расположенного вдоль р. Селенги, включая оз. Гусиное.

Таблица 1

*Интенсивность антропогенной нагрузки на водные объекты в результате забора природных вод и сброса сточных вод [2]*

Код ВХУ	Водный объект	Забор природных вод		Сброс сточных вод	
		объем водозабора, млн м <sup>3</sup>	интенсивность	объем водоотведения, млн м <sup>3</sup>	интенсивность
16.03.00.001	р. Джида	2,72	низкая	1,68	низкая
16.03.00.002	р. Чикой	3,92	низкая	0,61	очень низкая
16.03.00.003	р. Хилок	24,15	средняя	9,78	средняя
16.03.00.004	р. Уда	25,63	средняя	3,81	низкая
16.03.00.005	р. Селенга без р. Джида, Чикой, Хилок, оз. Гусиное	448,24	высокая	405,55	высокая
16.03.00.006	р. Селенга от г. Улан-Удэ до устья	6,13	низкая	3,62	низкая

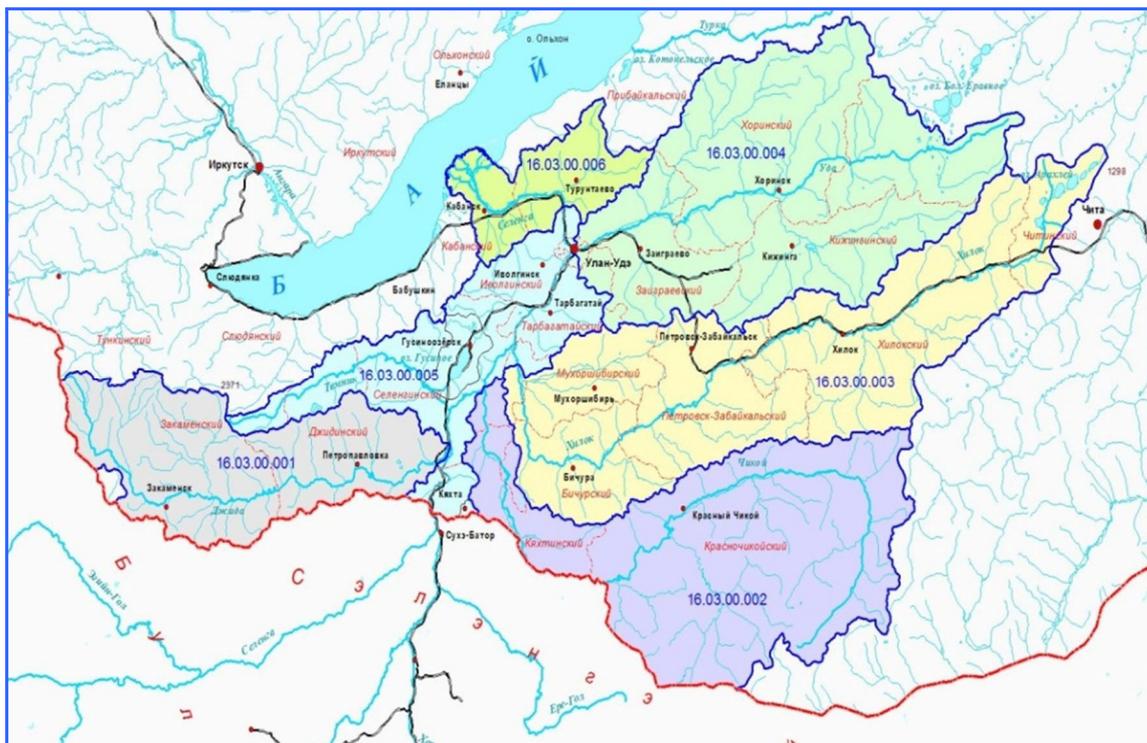


Рис. 1. Схема водохозяйственных участков бассейна р. Селенги (российская часть)

Очень низкую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты ВХУ 16.03.00.002, включающий Забайкальский край и Республику Бурятия. Водные объекты других ВХУ испытывают среднюю и низкую антропогенную нагрузку.

Сброс недостаточно очищенных либо загрязненных сточных вод является одной из важнейших причин ухудшения экологического состояния водных объектов. В зависимости от количества и качества сточных вод, ассимилирующей способности водотоков и водоемов формируется уровень нагрузки сточных вод на водные объекты, во многом определяющий их современное экологическое состояние.

Антропогенная нагрузка сточными водами на водные объекты бассейна р. Селенги по ВХУ оценивается как очень слабая, что объясняется несоизмеримостью объема водного стока и объема сбрасываемых сточных вод. Все ВХУ отнесены к I категории по степени нагрузки сточными водами (табл. 2).

Таблица 2

Параметры антропогенной нагрузки общим объемом сточных вод на ВХУ бассейна р. Селенги [1]

Код ВХУ	Водный объект	Среднего- летний объем стока, W млн м <sup>3</sup> /г.	Сброс сточ- ных вод, q, млн м <sup>3</sup> /г.	Кэффи- циент нагрузки, q/W	Характеристика нагрузки
16.03.00.001	р. Джида	2 419	1,68	0,0007	очень слабая
16.03.00.002	р. Чикой	8 452	0,61	0,0001	очень слабая
16.03.00.003	р. Хилок	3 106	9,78	0,0031	очень слабая
16.03.00.004	р. Уда	2 154	3,81	0,0018	очень слабая
16.03.00.005	р. Селенга без р. Джи- да, Чикой, Хилок, оз. Гусиное	27 531	38,25	0,0014	очень слабая
16.03.00.006	р. Селенга от г. Улан- Удэ до устья	29 991	3,62	0,0001	очень слабая

Санитарно-эпидемиологическая обстановка приводится по материалам исследований ГСЭН Республики Бурятия по совместной российско-монгольской программе по контролю санитарной ситуации на водных объектах бассейна.

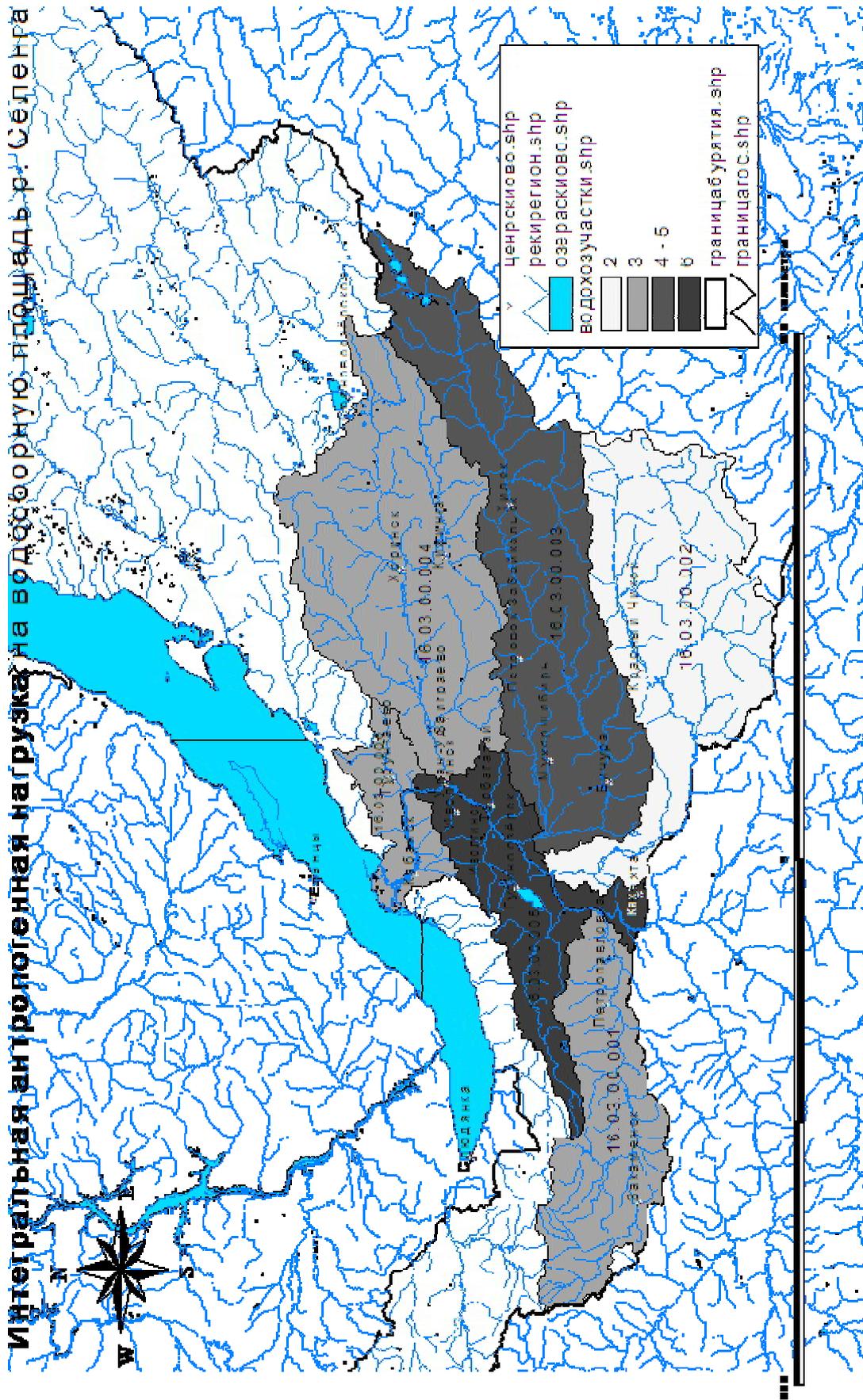


Рис. 2. Интегральная антропогенная нагрузка на водосборную площадь р. Селенги (русская часть)

На базе поверхностных водных объектов бассейна осуществляется хозяйственно-питьевое водоснабжение для 70 % населения Монголии и Республики Бурятия. Кроме этого, все водные объекты в той или иной мере используются в рекреационных целях. Наблюдения за источниками хозяйственно-питьевого значения и мест массового рекреационного водопользования на территории Республики Бурятия проводились в 153 постоянных створах. Ежегодно отбирались 600–700 проб воды и проводились анализы по микробиологическим, химическим и радиоактивным показателям [3].

В рамках эпидемиологического надзора за холерой органами ГСЭН Республики Бурятия в течение нескольких лет отбирались пробы воды в 27 точках рек бассейна, в т. ч. в пределах г. Улан-Удэ на р. Селенге и Уде, в Кяхтинском, Иволгинском и Кабанском районах. По результатам анализов взятых проб воды в районе г. Улан-Удэ было выделено 7 штаммов неаглотинирующих холерных вибрионов.

Также выявлена проблема вирусного загрязнения водных источников питьевого назначения. Индикация вируса гепатита А в пробах воды из р. Селенги (створ ниже г. Улан-Удэ) показала их наличие в 60 % проб, а присутствие маркеров ротавирусов было выявлено в 18 пробах. В отдельных пробах обнаруживались вибрионы 1–4 групп Хейберга и кишечной палочки.

Результаты радиологического наблюдения показали благоприятную обстановку на протяжении всего ряда лет наблюдений.

Неблагополучная ситуация в бассейне р. Селенги отмечена с качеством питьевой воды. Исследования показали, что удельный вес нестандартных проб питьевой воды в централизованных системах водоснабжения составил 12,2 %, в системах децентрализованного водоснабжения — 16,7 %.

**Анализ параметров косвенных воздействий.** Демографическая нагрузка в бассейне р. Селенги в границах субъектов Российской Федерации распределена неравномерно. Рисунок расселения носит отчетливо выраженный ленточный характер; населенные пункты концентрируются в долинах р. Селенги и ее притоков (р. Уда, Хилок, Чикой, Джида), а также вдоль Транссибирской железнодорожной магистрали и южной железнодорожной ветки на Монголию.

В пределах Республики Бурятия сосредоточена преобладающая часть населения бассейна (почти 9/10). Средняя плотность населения в бассейне составляет 6 чел/км<sup>2</sup>. В бурятской части бассейна этот показатель составляет 8,7 чел/км<sup>2</sup> и почти в 5 раз превышает аналогичный показатель в Забайкальском крае (1,8 чел/км<sup>2</sup>). Наиболее густо заселена центральная часть бассейна, включающая территории Иволгинского, Кяхтинского, Заиграевского, Мухоршибирского, Селенгинского, Тарбагатайского, Кабанского, Бичурского, Прибайкальского районов Республики Бурятия. На территории, занимающей около 30 % бассейна, сосредоточено 77 % его населения. К востоку и западу плотность населения уменьшается. Существенно ниже средней плотность населения в Закаменском и Джидинском районах (2–4 чел/км<sup>2</sup>), наименьшая плотность населения (1–1,5 чел/км<sup>2</sup>) в северо-восточных районах Бурятии (Еравнинский, Хоринский), а также районах Забайкальского края со сравнительно менее благоприятными условиями проживания и низкой транспортной доступностью.

Каркас расселения на бурятской части бассейна р. Селенги образуют 4 города, 7 поселков городского типа и 404 сельских населенных пункта. В городских поселениях проживает более 3/5 населения (483,8 тыс. чел.).

Среднюю демографическую нагрузку испытывают ВХУ 16.03.00.005, 16.03.00.006. Демографическая нагрузка на территории большинства ВХУ является пониженной (табл. 3).

Таблица 3

*Интенсивность демографической нагрузки по ВХУ бассейна р. Селенги [3]*

Код ВХУ	Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	Характеристика интенсивности нагрузки	Интенсивность нагрузки, баллы
16.03.00.001	4	пониженная	4
16.03.00.002	1,5	пониженная	4
16.03.00.003	1,5	пониженная	4
16.03.00.004	2,0	пониженная	4
16.03.00.005	8,7	средняя	5
16.03.00.006	8,7	средняя	5

**Сельскохозяйственная нагрузка.** Структуру сельскохозяйственного землепользования в бассейне р. Селенги формируют два основных вида деятельности — животноводство и растениеводство.

Животноводство — главная отрасль сельского хозяйства. Растениеводство в основном является вспомогательной отраслью, обеспечивающей животноводство кормами. Большая часть продукции сельского хозяйства приходится на животноводство.

Территория бассейна р. Селенги в целом отличается невысокой сельскохозяйственной нагрузкой. Средняя земледельческая нагрузка в границах двух ВХУ, включающих водосборную площадь р. Хилок и Джиды. На остальной территории бассейна земледельческая нагрузка пониженная (табл. 4). Животноводческая нагрузка в бассейне р. Селенги изменяется от пониженной до низкой.

Таблица 4

*Интенсивность сельскохозяйственной нагрузки по ВХУ бассейна р. Селенга [5]*

Код ВХУ	Распаханность			Животноводческая нагрузка		
	%	интенсивность		усл. гол/км <sup>2</sup>	интенсивность	
		характеристика	баллы		характеристика	баллы
16.03.00.001	5,1	средняя	5	3,1	пониженная	4
16.03.00.002	1,8	пониженная	4	0,9	низкая	3
16.03.00.003	5,5	средняя	5	1,4	пониженная	4
16.03.00.004	3,0	пониженная	4	1,8	пониженная	4
16.03.00.005	4,5	пониженная	4	3,1	пониженная	4
16.03.00.006						

**Интегральная антропогенная нагрузка на территорию бассейна р. Селенги**

Среди ВХУ бассейна р. Селенги только ВХУ 16.03.00.005 испытывает среднюю антропогенную нагрузку. На территории большинства ВХУ антропогенная нагрузка пониженная и низкая (табл. 5, рис. 2).

Таблица 5

*Интегральная антропогенная нагрузка на водосборную площадь р. Селенги*

Код ВХУ	Интенсивность нагрузки, баллы				
	демографическая	промышленная	земледельческая	животноводческая	антропогенная
16.03.00.001	4	4	5	4	3
16.03.00.002	4	4	4	3	2
16.03.00.003	4	4	5	4	5
16.03.00.004	4	4	4	4	3
16.03.00.005	5	4	4	4	6
16.03.00.006	5	4	4	4	3
Среднее	4,3	4,0	3,7	4,1	4,7

**Выводы**

На основе анализа прямого и косвенного воздействий произведена интегральная оценка антропогенной нагрузки на водные объекты бассейна р. Селенги.

Результаты анализа факторов прямого воздействия на водные объекты в виде забора природных и сброса сточных вод показали, что высокую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты наиболее экономически развитого ВХУ, расположенного вдоль р. Селенги, включая оз. Гусиное.

Сельскохозяйственная нагрузка по бассейну невысокая и изменяется от средней земледельческой нагрузки в водосборной площади р. Хилок и Джиды до пониженной на остальной территории бассейна. Животноводческая нагрузка в бассейне р. Селенги изменяется от пониженной до низкой. Демографическая нагрузка в бассейне р. Селенги распределена неравномерно. Среднюю демографическую

нагрузку испытывают ВХУ, расположенные на р. Селенге. Демографическая нагрузка на территории большинства ВХУ является пониженной.

Таким образом, интегральная антропогенная нагрузка на водные объекты рассматриваемых ВХУ характеризуется как пониженная и низкая. ВХУ р. Селенги испытывает среднюю антропогенную нагрузку.

#### Литература

1. Исаченко А. Г. Экологическая география России. — СПб.: ИД СПбГУ, 2001. — 328 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Бурятия за 2010 год / Управление водных ресурсов оз. Байкал (Байкал-водресурсы) Федерального агентства водных ресурсов. — Улан-Удэ, 2011.
3. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Бурятия в 2010 году: гос. докл. / Управление Роспотребнадзора по Республике Бурятия, ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия». — 2011. — 241 с.
4. Районы Республики Бурятия. Социально-экономические показатели: стат. сб. № 01–01–16 / Бурятстат. — Улан-Удэ, 2011. — 85 с.
5. Статистический сборник № 06–02–08 / Бурятстат. — Улан-Удэ, 2011. — 52 с.
6. Рыбкина И. Д., Стоящева Н. В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию Верхней и Средней Оби // Мир науки, культуры, образования. — 2010. — № 6. — Ч. 2. — С. 295–299.

#### References

1. Isachenko A. G. *Ekologicheskaya geografiya Rossii* [Environmental geography of Russia]. St Petersburg: St. Petersburg State University Publishing House, 2001. 328 p.
2. *Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii poverkhnostnykh vodnykh ob"ektov, vodokhozyaistvennykh sistem i sooruzhenii na territorii Respubliki Buryatiya za 2010 god* [Information bulletin on the state of surface water bodies, water management systems and constructions on the Republic of Buryatia territory for 2010]. Ulan-Ude, 2011.
3. *O sanitarno-epidemiologicheskoi obstanovke v Respublike Buryatiya v 2010 godu: gos. doklad* [On sanitary-epidemiological situation in the Republic of Buryatia in 2010: State Report]. 2011. 241 p.
4. Raiony Respubliki Buryatiya. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli [Districts of the Republic of Buryatia. Socio-economic indicators]. *Statisticheskii sbornik № 01-01-16 – Statistical Yearbook № 01–01–16*. Ulan-Ude, 2011. 85 p.
5. *Statisticheskii sbornik № 06-02-08* [Statistical collection № 06–02–08]. Ulan-Ude, 2011. 52 p.
6. Rybkina I. D., Stoyashcheva N. V. Otsenka antropogennoi nagruzki na vodosbornuyu territoriyu Verkhnei i Srednei Obi [Estimation of anthropogenic load on catchment area of the Upper and Middle Ob]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya – A world of Science, Culture and Education*. 2010. No. 6. Part. 2. Pp. 295–299.