

## МЕТОДИКА ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕЧНОГО БАССЕЙНА ПО СОВОКУПНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА)

© 2011 г. И.Д. Рыбкина, Н.В. Стоящева, Н.Ю. Курепина

*Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Барнаул*

**Ключевые слова:** СКИОВО, Обь-Иртышский речной бассейн, антропогенная нагрузка, водопользование, водный стресс.

В статье представлена авторская методика зонирования (ранжирования) территории крупного речного бассейна по степени совокупной антропогенной нагрузки, апробированная на примере Обь-Иртышского бассейна. Результаты работы нашли отражение в виде картографических моделей бассейна в целом и отдельных водохозяйственных участков. Методика может быть использована в целях разработки Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО).



**И.Д. Рыбкина**



**Н.В. Стоящева**



**Н.Ю. Курепина**

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2006 № 883 «О порядке разработки, утверждения и реализации Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО), внесения изменений в эти схемы», в настоящее время проводятся работы по СКИОВО в отдельных речных бассейнах страны. В Институте водных и экологических проблем СО РАН в преддверии разработки СКИОВО р. Оби по заказу Верхне-Обского бассейнового

водного управления в 2008—2010 гг. выполнялись работы по теме «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша».

Целями СКИОВО являются [1]: определение допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты, оценка потребностей в водных ресурсах в перспективе, формирование основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод, а также обеспечение охраны водных объектов. Уже на первых этапах работы проводится оценка экологического состояния водных объектов и масштабов хозяйственного освоения речного бассейна. В ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ, г. Екатеринбург) разработаны специальные формы [2], позволяющие обобщить большой массив исходных данных по видам и уровню хозяйственного освоения территории. Вместе с тем, систематизированный по указанным формам материал является статистическим и не дает общих представлений о распределении антропогенной нагрузки на территорию крупного речного бассейна, а тем более не позволяет детализировать картину воздействий на отдельные водные объекты, поскольку практически вся социально-экономическая информация сведена по административным образованиям и не имеет привязки к водосборным бассейнам. Кроме того, характеристики отдельных видов воздействий не дают представления о совокупной нагрузке. Между тем, зонирование территории по степени ее интенсивности предусмотрено требованиями к СКИОВО.

Для Обь-Иртышского бассейна нами предложена методика зонирования (ранжирования) территории по степени совокупной антропогенной нагрузки. Оценка проводилось нами по двум группам показателей. В первую группу включены показатели площадного воздействия, по которым собственно и осуществлялось зонирование территории водосбора. В качестве основных (базовых) применялись: плотность населения на водосборной территории (чел/км<sup>2</sup>), плотность промышленного производства (показатель заимствован из работы С.В. Одессер [3] и представляет собой объем производимой в регионе промышленной продукции в тыс. руб., приходящийся на 1 км<sup>2</sup>) и сельскохозяйственная освоенность, включающая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (количество условных голов на 1 км<sup>2</sup>) [4]. Расчеты данных показателей проводились с административной привязкой в границах существующего водохозяйственного районирования РФ.

Используемые показатели были сгруппированы по видам антропогенных воздействий — демографических, промышленных и сельскохо-

**Таблица.** Шкала основных показателей для зонирования ВХУ по степени антропогенной нагрузки

Показатель	Интенсивность нагрузки (баллы)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Незначительная или отсутствует	Очень низкая	Низкая	Пониженная	Средняя	Повышенная	Высокая	Очень высокая
Плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	0,0	≤0,1	0,2—1,0	1,1—5,0	5,1—10,0	10,1—25,0	25,1—50,0	>50,0
Плотность промышленного производства, тыс. руб./км <sup>2</sup>	0,0	≤10,0	10,1—100,0	100,1—1000,0	1000,1—3000,0	3000,1—4000,0	4000,1—5000,0	>5000
Распаханность, %	0,0	≤0,1	0,2—1,0	1,1—5,0	5,1—15,0	15,1—40,0	40,1—60,0	>60,0
Животноводческая нагрузка, усл. гол./км <sup>2</sup>	0,0	≤0,1	0,2—1,0	1,1—2,0	2,1—3,0	3,1—6,0	6,1—10,0	>10,0

зяйственных. 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.

Оценка степени антропогенной нагрузки проводилась на двух уровнях: водохозяйственных участков (ВХУ) и всей водосборной площади Обь-Иртышского бассейна. Расчетные материалы послужили базой для составления серии оценочных карт. На уровне ВХУ для каждого из показателей была принята восьмibalльная условная шкала интенсивности антропогенной нагрузки (таблица), в основу которой положена методика А.Г. Исаченко [5]. Картографирование выполнялось в среде ArcGIS на топографической основе масштаба 1:200 000. В качестве главной территориальной операционной единицы картографирования выступали муниципальные образования (административные районы и городские округа).

Для карты, отражающей зонирование антропогенной нагрузки на территорию Обь-Иртышского бассейна в целом (рис. 1), шкала интенсивности была упрощена до трех градаций: 1 — низкая (1—3 балла вось-

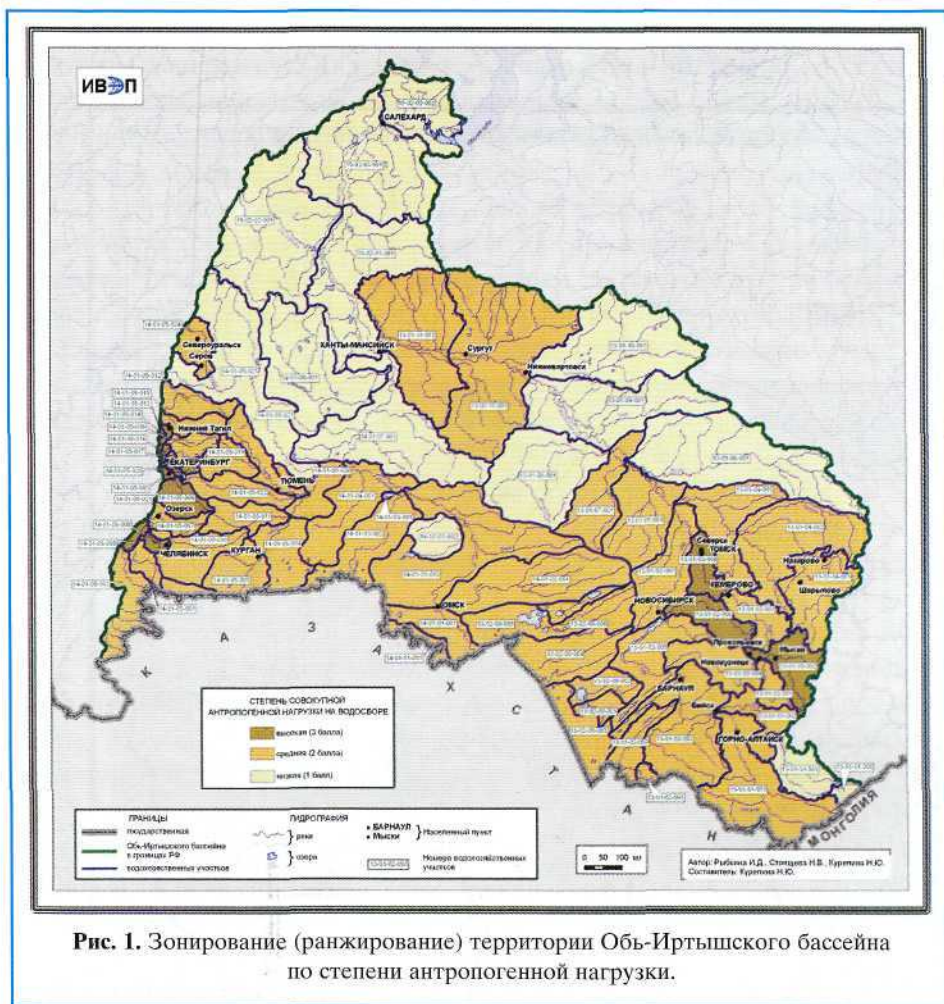


Рис. 1. Зонирование (ранжирование) территории Обь-Иртышского бассейна по степени антропогенной нагрузки.

мибалльной шкалы), 2 — средняя (4—6 баллов) и 3 — высокая (7—8 баллов). Картографирование осуществлялось в среде ГИС с использованием топографической основы масштаба 1:1 000 000.

Вторая группа показателей использовалась при характеристике антропогенной нагрузки непосредственно на водные объекты. Были учтены объемы общего водозабора и сброса сточных вод (по данным 2ТП-водхоз), а также водный стресс (коэффициент изъятия речного стока). Показатели рассчитывались по отдельным муниципальным образованиям в пределах ВХУ.

На картах данные показатели отображались сложными круговыми картодиаграммами (рис. 2), разделенными вертикально на две части: за-

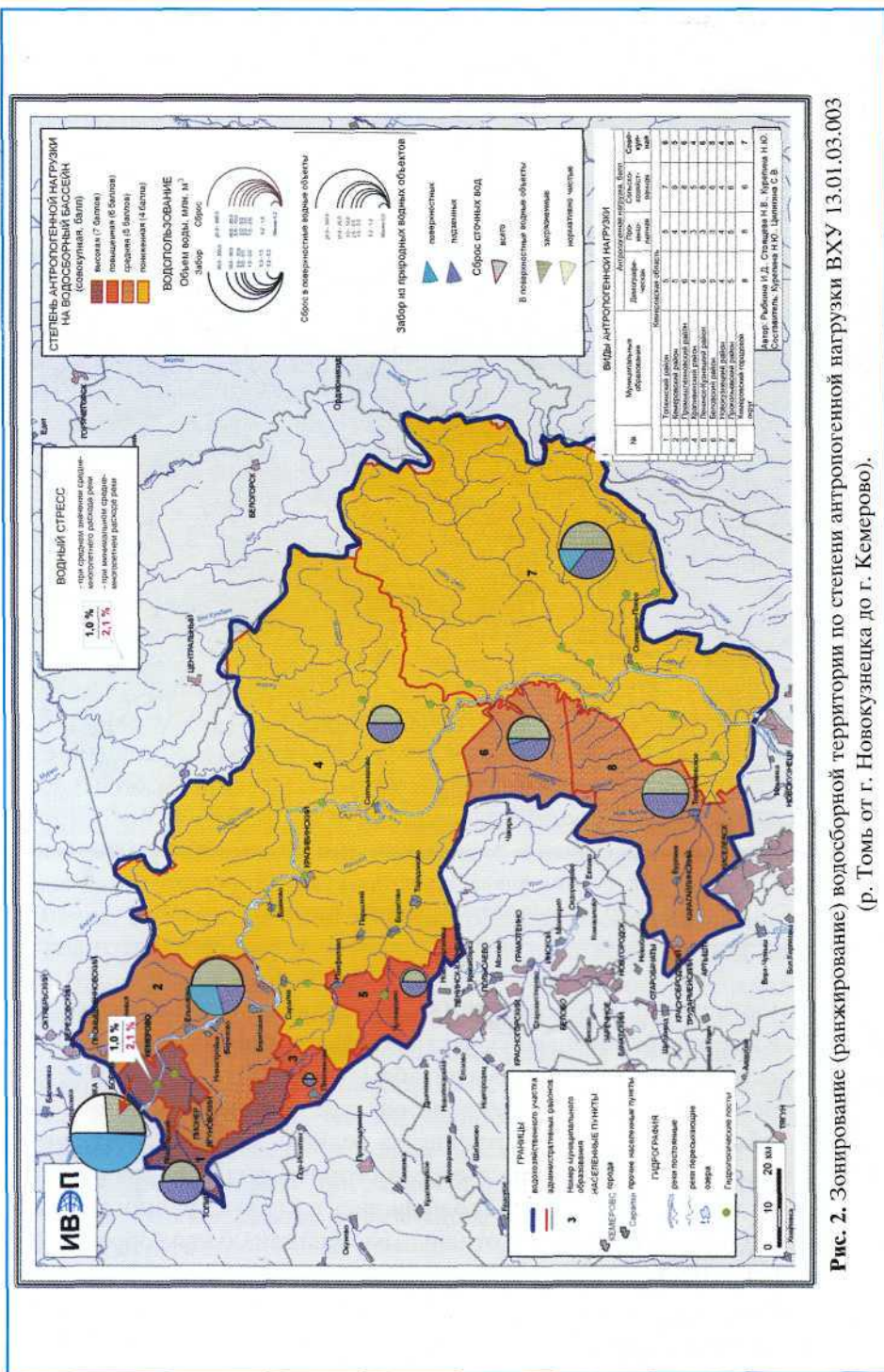


Рис. 2. Зонирование (ранжирование) водосборной территории по степени антропогенной нагрузки ВХУ 13.01.03.003 (р. Томь от г. Новокузнецка до г. Кемерово).

бор воды и сброс сточных вод. Объемы забора и сброса определяются радиусом диаграммы. Каждая часть диаграммы разделена на сектора. По полукругу забора воды определяется не только объем (млн м<sup>3</sup>), но и источник водоснабжения — поверхностные или подземные воды. По полукругу сброса сточных вод — общее их количество, объем сброса непосредственно в поверхностные водные объекты, структура сточных вод по качеству: загрязненные, нормативно очищенные или нормативно чистые. Интервалы шкал картодиаграмм соответствуют показателям водозабора и водоотведения всех ВХУ Обь-Иртышского бассейна.

Оценка водного стресса (термин *water stress* в настоящее время широко используется за рубежом при характеристике водно-экологических ситуаций) определяется соотношением водозабора из водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам. Если это отношение менее 10 %, то водный стресс не наблюдается, если от 10 до 20 %, существует слабая нехватка воды, если 20—40 % — умеренная, превышение 40 % означает высокий уровень нехватки воды (водный стресс) [6].

Для водохозяйственных участков Обь-Иртышского бассейна показатель водного стресса рассчитывался как отношение объемов водозабора из поверхностных водных источников муниципальных образований в границах ВХУ к среднему и минимальному значениям среднегоголетних расходов главного водотока. На картах данная информация отображается дробью, в числителе которой — показатель водного стресса при среднем значении среднегоголетнего расхода реки, в знаменателе — при минимальном расходе. Показатели привязаны к замыкающим гидрологическим створам.

Использование описанной выше методики позволило получить следующие результаты.

*Зонирование территории по степени антропогенной нагрузки.* Большинство ВХУ Обь-Иртышского бассейна характеризуются средней и низкой степенью совокупной антропогенной нагрузки. Высокие значения отмечаются только на региональном и локальном уровнях — в бассейнах Ини, Томи и Тобола, что связано с густозаселенностью и значительным уровнем индустриализации этих регионов. Всего выделено 11 участков с высокой степенью нагрузки (см. рис. 1):

- бассейн р. Иня — ВХУ 13.01.02.006;
- бассейн р. Томь — ВХУ 13.01.03.002 от истока до г. Новокузнецк, 13.01.03.003 от г. Кемерово до устья;
- бассейн р. Тобол:
  - р. Исеть — ВХУ 14.01.05.005 от истока до г. Екатеринбург, 14.01.05.006 от г. Екатеринбург до р. Теча;

- р. Миасс — ВХУ 14.01.05.008 от истока до Аргазинского г/у, 14.01.05.009 от Аргазинского г/у до г. Челябинск;
- р. Тагил — ВХУ 14.01.05.014 от истока до г. Нижний Тагил;
- р. Нейва — ВХУ 14.01.05.016 от истока до Невьянского г/у;
- р. Пышма — ВХУ 14.01.05.020 от истока до Белоярского г/у;
- р. Рефт — ВХУ 14.01.05.022.

Следует подчеркнуть, что 8 из 11 участков с высокой степенью нагрузки расположены в бассейне р. Тобол, при этом большая их часть приурочена к истокам его притоков.

Низкой степенью антропогенной нагрузки характеризуются два участка в верховьях р. Обь (ВХУ 13.01.01.001 оз. Телецкое; 13.01.01.200 бессточное междуречье Оби и Енисея) и 11 участков в среднем и нижнем течении реки (четыре ВХУ р. Обь: 13.01.09.001 от устья р. Васюган до р. Вах, 15.02.01.001 от р. Иртыш до р. Сев. Сосьва, 15.02.03.001 от р. Сев. Сосьва до г. Салехард, 13.02.03.002 от г. Салехарда до устья Оби; 13.01.06.001 р. Кеть; 13.01.08.001 р. Васюган; 13.01.10.001 р. Вах; 14.01.03.001 р. Ишим, оз. Большой Уват; 14.01.05.025 р. Тавда; 15.02.02.001 р. Сев. Сосьва; 14.01.07.001 р. Иртыш от г. Тобола до г. Ханты-Мансийска).

*Общий объем забора воды.* Ежегодно в Обь-Иртышском бассейне забирается более 9,0 млрд м<sup>3</sup> свежей воды, в т. ч. из поверхностных источников водоснабжения — 78 %. По объемам водозаборов (данные 2007 г.) выделяются бассейны рек Томь и Тобол, на которые, соответственно, приходится 30,8 и 25,1 %.

Основные водозаборы приурочены к крупнейшим городам и промышленным центрам. Так, только на территории одного ВХУ 13.01.03.002 (р. Томь от истока до г. Новокузнецк без р. Кондома) забирается более 1,5 млрд м<sup>3</sup> или 17,7 % общего водозабора Обь-Иртышского бассейна. Из этого объема на поверхностный водозабор приходится 88,3 %. Два города — Мыски и Новокузнецк, в которых расположены Томь-Усинская ГРЭС и два крупнейших металлургических комбината Сибири, — забирают из поверхностных водных объектов, соответственно, 1056,7 и 280,8 млн м<sup>3</sup> воды.

Среди муниципальных образований максимальным общим водозабором отличается Нижневартовский район Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) — 828,1 млн м<sup>3</sup>; водозаборами объемом более 500 млн м<sup>3</sup> характеризуются города Новосибирск, Северск и Назарово; более 300 млн м<sup>3</sup> — Челябинск и Тюмень; более 200 млн м<sup>3</sup> — Омск, Кемерово, Нижний Тагил, а также Сургутский район ХМАО; более 100 млн м<sup>3</sup> — Озерск, Серов, Шарыпово, Североуральск, Барнаул, Бийск, Прокопьевск, Томск, а также Кемеровский муниципальный район Кемеровской области.

*Объемы сброса сточных вод.* В общем объеме сбросов на долю бассейна Томи приходится 33, Иртыша с Тоболом — 31, Чулыма — 10 %.

В территориальном разрезе выделяется участок р. Томь от истока до г. Новокузнецк (ВХУ 13.01.03.002), в пределах которого сбрасывается 1,4 млрд м<sup>3</sup> сточных вод (18,7 % объема сточных вод всех категорий, сбрасываемых в Обь-Иртышском бассейне), при этом доля загрязненных стоков здесь составляет 25,2 %. В г. Новокузнецк общий сброс достигает 221,17 млн м<sup>3</sup>, а доля загрязненных сточных вод — 93,7 %. Значительные объемы сбросов также имеют ВХУ 13.01.03.004 и 13.01.03.004, на территории которых наибольший сброс приурочен к городам Северск (470,12 млн м<sup>3</sup>) и Кемерово (261,80 млн м<sup>3</sup>), соответственно. Причем, если в Северске доля загрязненных стоков составляет 0,2 %, то в Кемерово их доля равна 47,3 %.

В бассейне Иртыша (с р. Тобол) сразу несколько участков характеризуются объемами сбросов сточных вод более 100 млн м<sup>3</sup>: ВХУ 14.01.05.023 (р. Тура от впадения р. Тагил до устья без рек Тагил, Ница и Пышма), на территории которого расположен г. Тюмень (общий сброс предприятий города — 325,81 млн м<sup>3</sup>); 14.01.05.024 (р. Сосьва от истока до в/п д. Морозково) с городами Серов и Североуральск (с общим сбросом 309,24 млн м<sup>3</sup>); 14.01.05.005 (р. Исеть от истока до г. Екатеринбург) с г. Екатеринбург (общий сброс — 273,38 млн м<sup>3</sup>); 14.01.05.009 (р. Миасс от Аргазинского г/у до г. Челябинск) с г. Челябинск (общий сброс — 248,48 млн м<sup>3</sup>); 14.01.01.003 (р. Иртыш от устья р. Омь до р. Ишим) с г. Омск (общий сброс — 204,59 млн м<sup>3</sup>); 14.01.05.007 (р. Теча) с г. Озёрск (общий сброс — 192,29 млн м<sup>3</sup>); 14.01.05.014 (р. Тагил от истока до г. Нижний Тагил) с г. Нижний Тагил (общий сброс — 159,24 млн м<sup>3</sup>). Значительной долей загрязненных стоков в их общем объеме отличаются города: Омск (99,4 %), Челябинск (94,6 %), Нижний Тагил (94,1 %), Екатеринбург (82,7 %).

В бассейне Чулыма на территории верхнего участка (13.01.04.001 от истока до г. Ачинск) сбрасывается более 700,0 млн м<sup>3</sup> сточных вод всех категорий. Только два города — Назарово и Шарыпово — сбрасывают 514,25 и 129,54 млн м<sup>3</sup>, соответственно. Однако доля загрязненных стоков невелика и составляет менее 8 % от общего объема.

Среди других участков высокими объемами сбросов характеризуются два ВХУ р. Обь: 13.01.02.007 (от Новосибирского г/у до впадения р. Чулым) с г. Новосибирск (общий сброс предприятий города — 526,97 млн м<sup>3</sup>) и 13.01.02.003 (от слияния рек Бия и Катунь до г. Барнаул) с г. Барнаул (общий сброс — 118,99 млн м<sup>3</sup>), ВХУ 13.01.01.002 (р. Бия) с г. Бийск (общий сброс — 116,23 млн м<sup>3</sup>). Вместе с тем, объемы загрязненных сточных вод в пределах этих участков невелики и не превышают 10—12 % в общей структуре.



*Водный стресс.* В целом для Обь-Иртышского бассейна водный стресс имеет низкий уровень и колеблется от 1,3 % в средние по водности годы до 2,1 % — в маловодные. Минимальных значений этот показатель достигает в горах Алтая (бассейн оз. Телецкое — менее 0,01 %, р. Катунь — 0,02 %), а также в среднем и нижнем течении реки, в районах, не связанных с нефте- и газопромыслом (ВХУ 15.02.02.001 р. Сев. Сосьва — менее 0,01 %). На участках, где осуществляется добыча нефти и газа, этот показатель существенно повышается (бассейн р. Вах — 3 % при среднем расходе и 4,3 % — при минимальном среднемноголетнем расходе), но не выходит за пределы значений низкого водного стресса (<10 %).

Умеренный водный стресс (10—20 %) наблюдается в бассейнах некоторых степных рек (в т. ч. Обь-Иртышского междуречья) в маловодные периоды. В бассейне Ишима в средние по водности годы водный стресс составляет 0,3 %, а при минимальных среднемноголетних расходах он увеличивается до 4,2 %. В бассейне оз. Чаны на территории области внутреннего стока этот показатель колеблется от 1,5 до 14,1 %; в бассейне р. Алей — от 7,7 до 18,6 %, соответственно.

Для Томи индекс водного стресса изменяется от низких (<10 %) до средних и даже высоких (20—40 % и более) значений. Если на участке реки от г. Новокузнецка до г. Кемерово в годы средней обеспеченности водный стресс составляет всего 1,0 % (в маловодные годы — 2,1 %), на участке от истока до г. Новокузнецка — 7,0 (12,5), то в районе г. Мыски общий забор поверхностных вод превышает 20 % от среднемноголетнего расхода р. Мрассу.

Максимальных значений водный стресс достигает в высокоиндустриальных и густонаселенных регионах Урала. Так, в верховьях бассейнов рек Исеть и Увелька забор воды составляет, соответственно, 14 и 18 % от их среднемноголетних расходов. Максимально высокие уровни водного стресса (более 50—70 %) испытывают на себе верхние участки рек Тагил (с г. Нижний Тагил) и Миасс (с г. Челябинск). При этом в верховьях р. Миасс на двух ВХУ забор воды равен расходу реки.

## Выводы

1. Предложенная методика позволяет дифференцировать водосборную территорию по степени совокупной антропогенной нагрузки такого крупного речного бассейна как Обь-Иртышский, а также конкретизировать уровни нагрузок на отдельные водные объекты.

Наиболее неблагоприятная водохозяйственная ситуация сложилась в индустриально развитых регионах Урала, где промышленное освоение

территорий приурочено к верховьям рек; в степной зоне с недостаточным увлажнением и высоким уровнем распаханности территории; в пределах ВХУ с крупными промышленными центрами и городами-миллионерами. Показатель водного стресса здесь имеет максимальные значения (до 10—20 %, на отдельных участках — до 40 % и выше).

В среднем и нижнем течении р. Оби, в горах Алтая и Кузнецкого Алатау водосборная территория характеризуется очаговым освоением, имеет низкий и средний уровень антропогенной нагрузки. Водный стресс минимален (в среднем менее 1 %, в очагах освоения — не более 10 %).

2. Применение геоинформационно-картографического метода позволило отобразить статистическую информацию о совокупной антропогенной нагрузке в виде пространственно-ориентированной модели. Оригинальная разработка содержания карт с использованием нестандартных приемов представления информации (например, картодиаграмм по характеристикам водопользования) дала возможность объединить качественно разные показатели, характеризующие антропогенное воздействие на водосборе и отдельные водные объекты в доступном для восприятия (пользователя) виде. Визуализация результатов оценки антропогенной нагрузки в пределах всего Обь-Иртышского бассейна и его ВХУ показала пространственное варьирование степени воздействий на водосборе. Демонстрация показателей водного стресса применительно к водным объектам и гидрологическим постам позволила отразить наиболее напряженные территории.

3. Исходная статистическая и оценочная информация, представленная в картографическом виде, является основой для определения допустимых антропогенных нагрузок на водные объекты бассейна, позволяет повысить эффективность принятия административно-управленческих решений и разработать регламент водохозяйственной деятельности, сформулировать приоритетные направления реализации первоочередных мероприятий для достижения целевых показателей состояния водных объектов в рамках СКИОВО.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Утв. Приказом МПР России от 4 июля 2007 г. № 169, зарегистрированным в Минюсте РФ 10 авг. 2007 г., рег. № 9979.
2. Формы представления сформированных систематизированных материалов о состоянии водных объектов и состава водохозяйственных и водоохраных мероприятий в СКИОВО // Отчет о работе по информационному обеспечению в области водных ресурсов / ФГУП РосНИИВХ, рук. Ю.Б. Мерзликина. Екатеринбург. 2008.

3. *Одессер С.В.* Территориальная дифференциация в экономико-географических типологиях // Известия АН СССР. Серия географ. 1991. № 6. С. 61—69.
4. *Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В.* Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию Верхней и Средней Оби // Мир науки, культуры и образования. 2010. № 6 (25). Ч. 2. С. 295—299.
5. *Исаченко А.Г.* Экологическая география России. СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2001. 328 с.
6. *Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты / Ин-т водных проблем РАН. М.: Наука, 2006. 221 с.

**Сведения об авторах:**

Рыбкина Ирина Дмитриевна, к. г. н., доцент, старший научный сотрудник, Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1, e-mail: irina.rybkina@mail.ru

Стоящева Наталья Викторовна, к. г. н., старший научный сотрудник, ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, e-mail: stoyash@mail.ru

Курепина Надежда Юрьевна, к. г. н., научный сотрудник, ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, e-mail: kurepina@iwer.asu.ru

---

# ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ, УПРАВЛЕНИЕ

---

---

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

---

№ 4, 2011  
ЕКАТЕРИНБУРГ

---

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

---

- Естественные и антропогенные изменения русла реки Аргуни  
(в свете ее пограничного положения)  
*А.С. Завадский, Ю.В. Зима*.....4
- Применение ИМК ЕСОМАГ для моделирования стока воды  
с различных по площади водосборов  
*Е.Н. Антохина, В.А. Жук*.....17
- Минерализация и содержание органического вещества  
в воде Бурейского водохранилища в период заполнения  
*В.П. Шестеркин, С.Е. Сиротский, В.С. Таловская*.....33

## **УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Методика зонирования территории речного бассейна  
по совокупной антропогенной нагрузке  
(на примере Обь-Иртышского бассейна)  
*И.Д. Рыбкина, Н.В. Стояцева, Н.Ю. Курепина*.....42

Контроль водоотведения в условиях изменчивости  
контролируемых показателей  
*О.М. Розенталь, С.В. Михеева* .....53

Применение химически осажденных тонких пленок  
сульфида свинца в качестве материалов датчиков контроля  
содержания свинца в водных средах  
*А.С. Катышева, В.Ф. Марков, И.В. Зарубин, Л.Н. Маскаева,  
А.Ф. Никифоров*.....64

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Тритий в водоемах производственного и комплексного  
назначения в районе ПО «Маяк» на Урале  
*М.Я. Чеботина, О.А. Николин, А.И. Смагин, Е.Л. Мурашова*.....75

Закономерности сорбционной очистки маслосодержащих сточных вод  
*О.С. Воронина, А.Ф. Никифоров, В.В. Свиридов, А.В. Свиридов* .....85

## **ВОДОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРОДОВ И ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Реконструкция системы водоотведения города Перми.  
Вторая очередь биологических очистных сооружений  
*О.А. Кель*.....97

## **ИНФОРМАЦИЯ. ХРОНИКА. РЕЦЕНЗИИ**

Подготовка к 6-му Всемирному Водному Форуму .....108

## **ABSTRACTS** .....115