

УДК 556.18

Н.Л. Фролова¹, И.Б. Воробьевский²**ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
В БАСЕЙНЕ ИРТЫША³**

Рассмотрены гидроэкологические ограничения водопользования в бассейне Иртыша, одного из наиболее сложных в водохозяйственном отношении регионов страны. Они включают оценку (наличие или отсутствие дефицита) водных ресурсов, характеристику загрязнения поверхностных водных объектов на основе различных индексов качества воды, а также оценку негативного воздействия вод в виде опасных гидрологических явлений. Дана общая комплексная оценка гидрологических ограничений, характеризующих для данной территории состояние нормы, риска и кризиса.

Ключевые слова: гидроэкологическая безопасность, водные ресурсы, качество воды, опасные гидрологические процессы, гидроэкологические ограничения.

Введение. Задачи охраны окружающей среды и рационального природопользования — одни из наиболее острых и социально значимых проблем современности. Масштабы и негативные последствия природопользования достигли таких пределов, когда возможности использования водных ресурсов и требования сохранения водной среды стали для большинства регионов лимитирующим фактором социально-экономического развития. Одновременно нарастает экстремальность изменения характерных расходов и уровней воды, проявления русловых процессов, ледовых явлений, нередко стали локальные и бассейновые проблемы изменения качества воды. В связи с этим комплексный анализ водохозяйственных проблем становится частью политики экономически эффективного и экологически безопасного использования водных ресурсов. Оно соответствует критериям обеспечения гидроэкологической безопасности водного объекта (реки или ее участка, озера, водохранилища, горизонта подземных вод или артезианского бассейна), его водосбора или другой территории (район, область, республика, регион, страна) [1].

Поддержание гидроэкологической безопасности на уровне нормы обеспечивает достаточные водные ресурсы, надежное водоснабжение, приемлемое качество воды, низкий природный уровень развития опасных гидрологических явлений, стабильность числа водных объектов, природные условия существования водных и наземных экосистем. Требования обеспечения гидроэкологической безопасности для каждого вида природо- и водопользования могут быть выражены в виде ряда условий, отражающих ограничения на допустимые изменения параметров состояния водного объекта в течение расчетного периода. Часть гидроэкологических ограничений определяется при-

родными условиями, изменение которых можно с той или иной степенью достоверности предвидеть, чтобы избежать возможных негативных последствий. Другая часть ограничений возникает в процессе хозяйственной деятельности и задается самими водопользователями. Цель исследования — разработка методических приемов и на их основе оценка основных гидроэкологических ограничений водопользования на примере российской части бассейна Иртыша, одного из наиболее сложных в водохозяйственном отношении регионов страны, для многих частей которого характерны дефицит водных ресурсов, загрязнение поверхностных водных объектов, начиная с пограничных створов, наличие опасных гидрологических процессов, которые приносят большой ущерб населению и хозяйству. В такой постановке вопроса подобные исследования проводятся впервые.

Материалы и методы. В процессе работы использованы многолетние статистические данные гидрологических и гидрохимических наблюдений Государственного водного кадастра и “Ресурсов поверхностных вод” для российской части бассейна Иртыша, ежегодные “Государственные доклады о состоянии окружающей среды”; данные Государственного комитета РФ по статистике и его территориальных подразделений об использовании и охране водных ресурсов, данные Нижнеобского бассейнового водного управления МПР России. Расчет основных гидрологических характеристик проводился по 55 участкам 9 водохозяйственных районов, выделенных ФГУП “Центр регистра и кадастра” [5]. Статистическая обработка проводилась с помощью стандартных пакетов Statistica и Excel, а пространственный анализ гидрологических и гидрохимических характеристик — с помощью программного пакета ArcViewGis 3.2.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, доц., канд. геогр. н., e-mail: frolova_nl@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, студент, e-mail: hydrovorobey@mail.ru

³ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-05-00339), ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” (государственный контракт № 02.740.11.0336 и проект № П164).

Общая характеристика бассейна. Иртыш — самый крупный приток Оби, длина 4248 км, протекает по территории Китая с названием Черный Иртыш (512 км), Казахстана (1696 км) и России (2040 км). Площадь бассейна 1643 тыс. км², в том числе стокоформирующая — 1110 тыс. км². Трансграничные и основные притоки Иртыша — Ишим и Тобол, показатели по этим рекам приведены в табл. 1. Истоки Иртыша (Черный Иртыш) находятся на границе Монголии и Китая, на восточных склонах хр. Монгольский Алтай на высоте 2500 м над уровнем моря в западной части китайской провинции Синь-Сянь (Джунгария). На территории Казахстана Черный Иртыш впадает в проточное оз. Зайсан. Вытекая из оз. Зайсан, Иртыш течет на северо-запад до границы с РФ. Сток Иртыша на территории Казахстана регулируется Бухтарминским, Усть-Каменогорским, Шульбинским водохранилищами. Ниже г. Ханты-Мансийск река впадает в Обь. Российская часть бассейна Иртыша расположена на территории Курганской, Тюменской, Омской, Свердловской, Челябинской, Новосибирской области и Ханты-Мансийского автономного округа. Незначительная часть бассейна расположена в пределах Пермского края и Республики Башкортостан (рис. 1). В бассейне Иртыша создан крупнейший индустриально-аграрный комплекс с высоким уровнем освоенности территории,

характеризующийся развитыми отраслями материального производства, научно-техническим потенциалом, наличием материально-сырьевой базы. Здесь размещены 80 городов, 68 поселков городского типа, 6635 сельских населенных пунктов [5].

Ограничения на водные ресурсы и их использование. Наличие на определенной территории требуемого объема водных ресурсов надлежащего качества — один из основных лимитирующих факторов природо- и водопользования. В качестве показателя поверхностных водных ресурсов принят ежегодно возобновляемый речной сток в заданных (расчетных) створах, формирующийся в условиях естественного режима. Среднеголетний расход воды в устье Иртыша составляет 2830 м³/с, что соответствует объему стока, равному 89,2 км³ [3]. На границу России и Казахстана поступает 27,9 км³ (с. Татарка, Омская область) или 31% стока Иртыша в устье. В среднем течении Иртыша в результате отбора воды в канал Иртыш—Караганда происходит снижение годового естественного стока на 1,2—1,3 км³. Наглядный показатель изменения естественного стока Иртыша — хронологический график суммарного годового стока для створов г. Тобольск и г. Омск (рис. 2). Отметим уменьшение водности Иртыша в районе г. Омск после 1960 г.

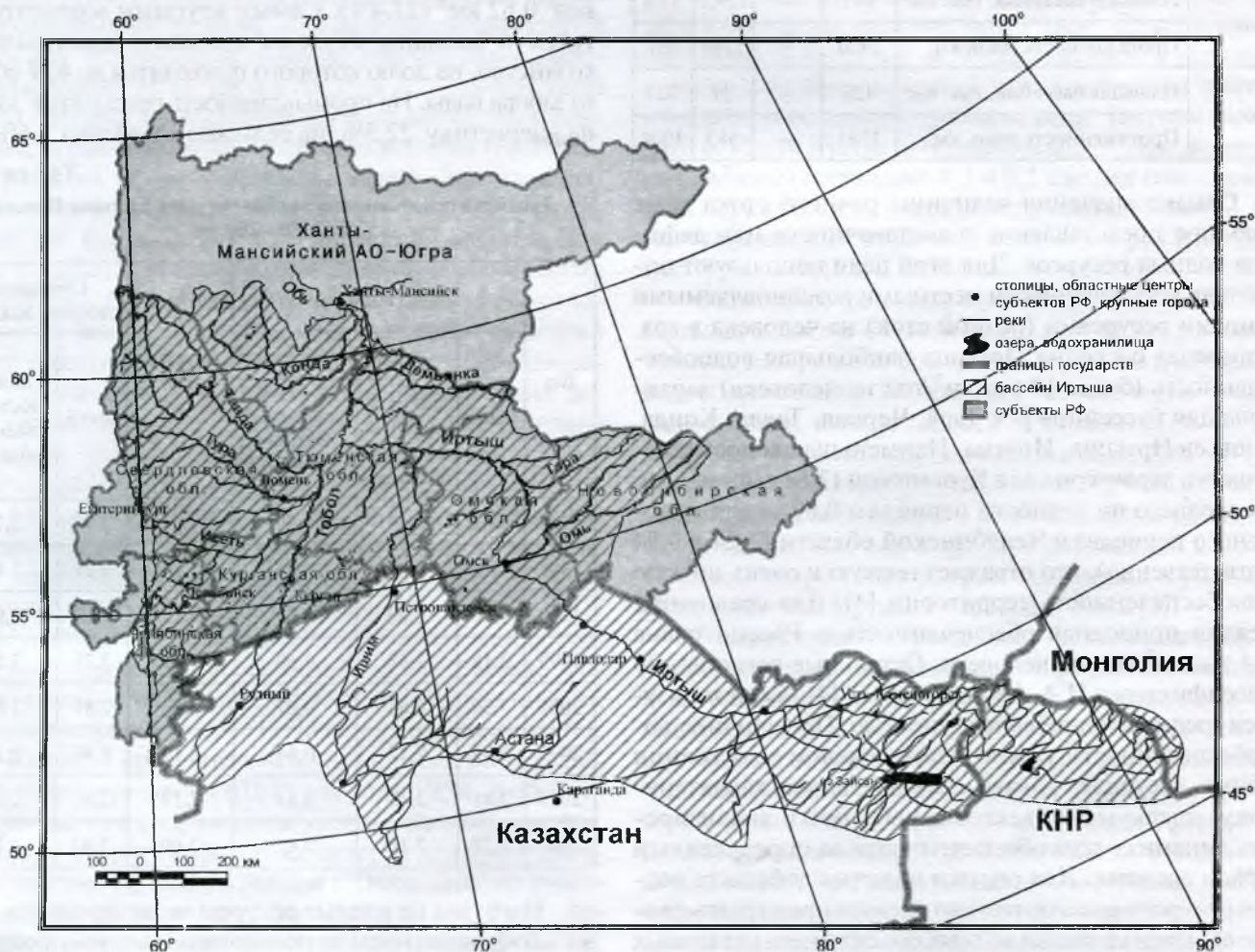


Рис. 1. Административное деление территории бассейна Иртыша

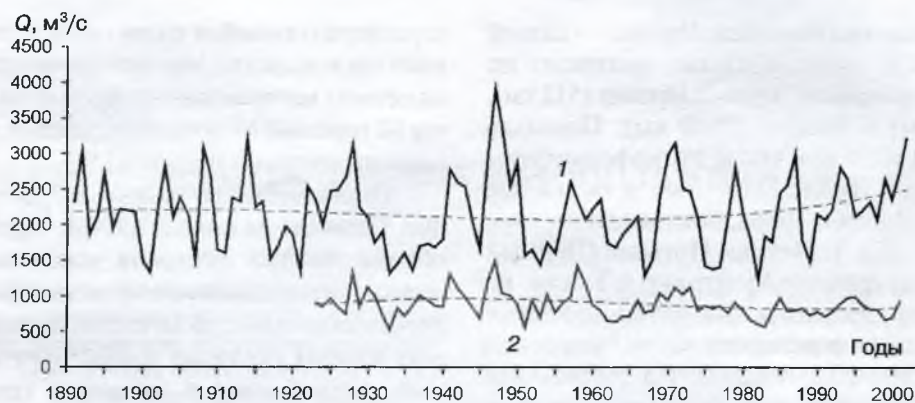


Рис. 2. Графики колебания бытового (наблюдаемого) годового стока р. Иртыш:
1 — г. Тобольск ($Q_{\text{ср}} = 2160 \text{ м}^3/\text{с}$); 2 — г. Омск ($Q_{\text{ср}} = 875 \text{ м}^3/\text{с}$)

Таблица 1
Трансграничные реки бассейна Иртыша

Река	Показатели	Всего	Распределение по государствам		
			КНР	РК	РФ
Иртыш (весь бассейн)	Площадь бассейна, тыс. км ²	1650	48	917	726
	Протяженность реки, км	4248	512	1696	2040
Ишим	Площадь бассейна, тыс. км ²	163	—	129,2	33,8
	Протяженность реки, км	2450	—	1783	667
Тобол	Площадь бассейна, тыс. км ²	426	—	99	327
	Протяженность реки, км	1591	—	583	1008

Однако значения величины речного стока дают неполное представление о достаточности или дефиците водных ресурсов. Для этой цели используют показатели обеспеченности местными возобновляемыми водными ресурсами (речной сток) на человека в год. В пределах бассейна Иртыша наибольшая водообеспеченность (более 10 тыс. м³/год на человека) характерна для бассейнов рек Тара, Черная, Тавда, Конда, низовьев Иртыша, Ишима. Наименьшая водообеспеченность характерна для Курганской (3,81 тыс. м³/чел. для среднего по водности периода и 0,69 — для маловодного периода) и Челябинской области (2,24 и 0,94 соответственно), что отражает низкую и очень низкую водообеспеченность территории [4]. Для сравнения: средняя природная обеспеченность в России равна 28,4 тыс. м³/год на человека. Остальные регионы, по классификации И.А. Шикломанова [4], характеризуются средней водообеспеченностью. По величине водообеспеченности можно судить в целом о состоянии водных ресурсов, давать сравнительную характеристику отдельных субъектов и регионов и анализировать динамику водообеспеченности за определенный период времени. Для оценки наличия дефицита водных ресурсов дополнительно следует привлекать данные об использовании водных объектов для различных отраслей хозяйства.

Современная оценка использования водных объектов выполнена на основании отчетности формы 2ТП-водхоз (материалы Нижнеобского бассейнового водного управления). Динамика использования водных объектов по бассейну Иртыша за 1980—2007 гг. представлена в табл. 2, а отраслями экономики за 1990—2005 гг. и на перспективу [5] показана на рис. 3. Всего из водных объектов бассейна Иртыша в 2007 г. было забрано 2,78 км³ воды, в том числе из поверхностных источников 2,16 км³ (77,6%), из подземных источников 0,62 км³ (22,4%). Самым крупным водопотребителем в бассейне остается жилищно-коммунальное хозяйство, на долю которого приходится до 40% общего забора воды. На промышленность приходится 31,7%, на энергетику 22,5%, на сельское хозяйство 4,6%.

Таблица 2
Динамика использования водных ресурсов бассейна Иртыша за 1980—2007 гг.

Год	Забор воды, км ³			Используй- зовано, км ³	Сброшено сточных вод, км ³	
	Всего	в том числе из			всего	в поверх- ностные водные объекты
		поверх- ностных водных объектов	подземных водных объектов			
1980	3,83	3,13	0,70	3,54	2,98	2,79
1985	4,15	3,31	0,84	3,80	3,21	2,86
1990	4,06	3,33	0,73	3,75	3,13	2,97
1999	3,18	2,58	0,60	2,63	2,72	2,61
2001	3,30	2,63	0,67	2,63	2,87	2,66
2003	2,81	2,17	0,64	2,17	2,47	2,24
2005	2,81	2,18	0,63	2,19	2,44	2,38
2007	2,78	2,16	0,62	2,09	2,47	2,17

Нагрузка на водные ресурсы характеризуется также коэффициентом использования водных ресурсов $K_{\text{исп}}$, равным отношению величины полного водопо-



Рис. 3. Динамика водопотребления в бассейне Иртыша по отраслям экономики

требления к возобновляемым водным ресурсам (суммарный речной сток) [4]. В пределах бассейна Иртыша умеренная нагрузка на водные ресурсы характерна лишь для Челябинской области, причем как в маловодные (около 24%), так и в средние по водности годы (10%). Уровень водообеспечения становится здесь фактором, ограничивающим развитие региона (при этом учитывается только количество воды). Для маловодных лет нагрузка на водные ресурсы около 10% характерна для Курганской и Свердловской областей. Для всех остальных регионов отмечается низкая нагрузка (менее 3%). Однако для характеристики гидроэкологической безопасности рассматриваемых территорий этого показателя недостаточно. Оценка необходимости ограничения водопотребления, привлечения дополнительных источников воды может быть сделана на основе нормирования предельно допустимого безвозвратного изъятия поверхностных вод.

Авторы предлагают рассчитывать возможный дефицит водных ресурсов как разность между величиной водопотребления и нормой предельно допустимого изъятия стока (ПДИ). В качестве нормы ПДИ можно принимать минимальную разность между стоком реки определенной обеспеченности и объемом экологического стока (пуска) той же обеспеченности. Экологический сток рассчитывается по методикам [6].

На рис. 4 представлены значения величины дефицита водных ресурсов (ДВР) для года с 95%-й обеспеченностью при современном уровне водопользования. В первую очередь дефицит характерен для приграничного участка Иртыша в районе г. Омск. ДВР на участке от границы до устья р. Омь составляет 1,7 км³. Дефицит распространяется вплоть до устья р. Тобол. В связи с постоянным увеличением водозабора на

территории Казахстана (с 3,5 до 4,0 км³) и колоссальным темпом роста изъятия воды в КНР (с 1 до 4,0 км³) [5] ДВР в маловодье составит более 5 км³. Существующие проблемы в бассейне р. Тобол связаны в основном с расположением крупных промышленных центров в бассейнах основных притоков реки. Так, суммарный ДВР р. Исеть в устье (в основном вследствие дефицита на р. Миасс) составляет 0,3 и 0,5 км³ для современного и перспективного водозабора соответственно. Существенные ДВР отмечены в бассейне р. Тагил (приток Туры) — 0,12 и 0,18 км³ соответственно.

Возможное решение проблемы ДВР в бассейне Иртыша лежит в области уменьшения непроизводительных потерь воды при транспортировке и внедрения водосберегающих технологий; обеспечения рационализации и комплексности использования водных ресурсов. В регионах, испытывающих ДВР в силу природных факторов, предлагается строительство водохранилищ, вовлечение в хозяйственный оборот запасов подземных вод и др. Для российской стороны особенно остро стоит вопрос, связанный с уменьшением водности Иртыша в створе г. Омск [3].

Экологические ограничения водопользования — ограничения, связанные с лимитированием масштаба и интенсивности хозяйственной деятельности для предупреждения изменений экологического состояния водных объектов, качества воды, направленности и интенсивности гидрологических процессов, при которых возможны негативные изменения условий существования и воспроизводства водных биоценозов. Ограничения при использовании поверхностных вод могут быть связаны с высокими фоновыми концентрациями химических веществ, химическим загрязнением вод вследствие природопользования. Возникающее

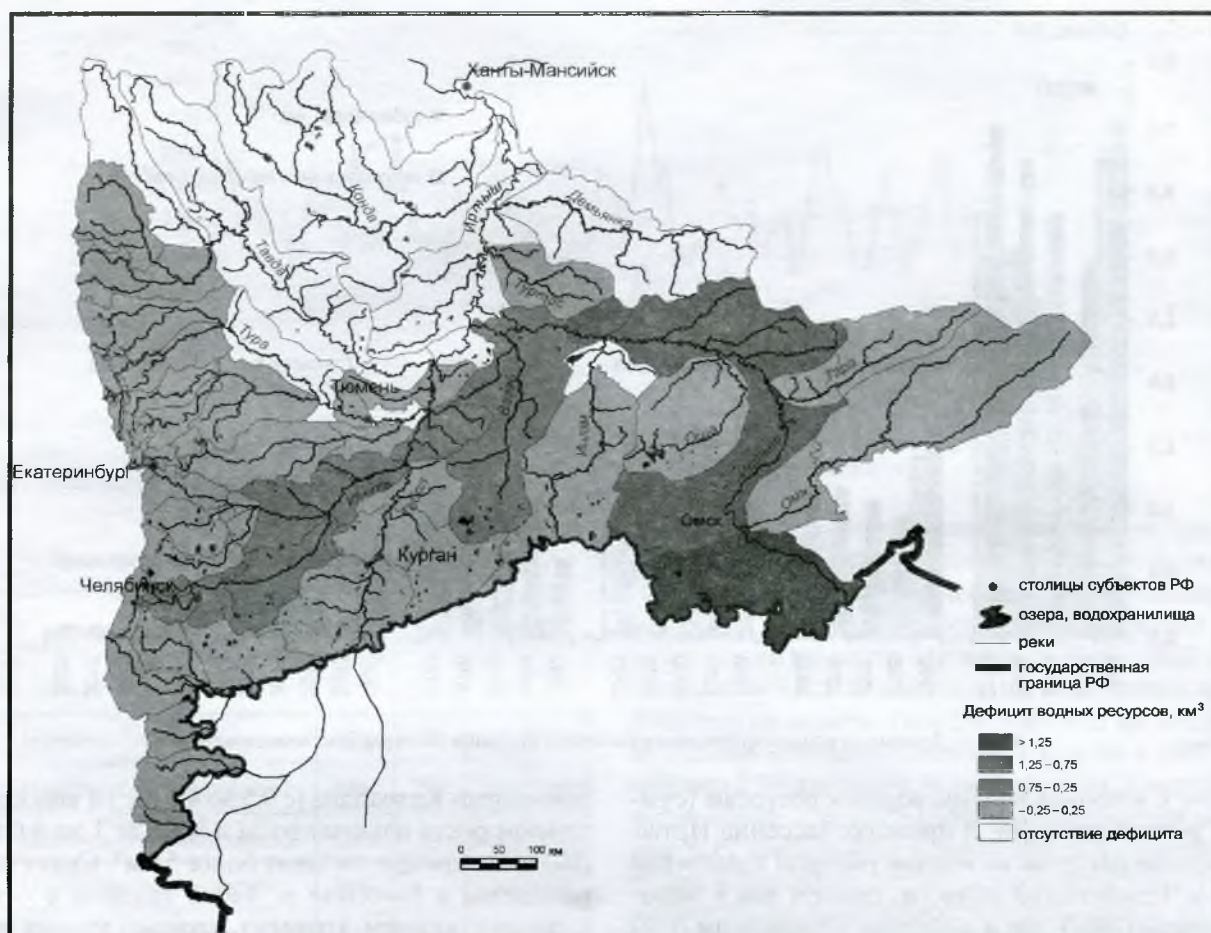


Рис. 4. Дефицит водных ресурсов для года с 95%-й обеспеченностью при современном уровне водопотребления

при этом неудовлетворительное качество воды соответствует случаю критических антропогенных нагрузок на водные объекты, их недостаточной способности к разбавлению и самоочищению, это ограничивает или исключает дальнейшее использование природных вод в интересах других водопользователей.

Этот тип ограничений оценивается на основе индекса загрязнения вод (ИЗВ), удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), единого критерия качества вод (ЕККВ), разработанного странами—членами СЭВ, и других показателей [2]. Показатели ИЗВ, УКИЗВ и ЕККВ дают представление об общей экологической нагрузке на водные объекты, поскольку учитывают содержание в воде характерных видов загрязняющих веществ. Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов бассейна Иртыша показала, что все водные объекты не соответствуют требованиям, предъявляемым к рыбохозяйственным водоемам. Подавляющая часть водных объектов бассейна или их участков непригодна для использования в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения без специального разрешения санитарно-эпидемиологических служб. К лимитирующим показателям относится содержание органических веществ, нефтепродуктов, фенолов, соединений железа. Высокое содержание органических веществ

отмечается в воде р. Омь. Повышенное содержание нефтепродуктов и фенолов (относительно ПДК) наблюдается во всех створах рек Иртыш, Омь и Ишим. Наибольшие значения концентрации нефтепродуктов присутствуют в воде Иртыша в створе ниже г. Тобольск (44 рыбохозяйственных ПДК). Содержание железа в воде Иртыша превышает рыбохозяйственные ПДК во всех створах в несколько раз, максимальные значения достигают 12 ПДК. Высокое содержание меди отмечается в Иртыше ниже г. Тобольск (до 15 ПДК).

По экологическим критериям (ЕККВ) водные объекты относятся к водоемам от чистых (I класс) до сильно загрязненных (VI класс). Данные по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показывают разброс значений индекса от 2,2 до 7,8 (рис. 5). Самые загрязненные реки бассейна — Тобол и его притоки, преобладающий класс по значению УКИЗВ — IV. Особую тревогу вызывает наличие в воде рек пестицидов группы ДДТ и ГХЦГ, применение которых запрещено в стране более 20 лет назад. Максимальное содержание ДДТ превышает рекомендованные концентрации Всемирной организации здравоохранения в 6—7 раз, а содержание ГХЦГ — до 10 раз. Огромная проблема для бассейна Иртыша — потенциальная угроза загрязнения ртутью, очаг которого



Рис. 5. Качество воды в реках бассейна Иртыша по показателю УКИЗВ (данные за 2006 г.)

расположен на территории Казахстана (район г. Павлодар). Установлено, что существенное значение в формировании качества вод Иртыша имеет трансграничное поступление загрязняющих вещества из Казахстана.

Гидроэкологические ограничения, определяемые негативным воздействием вод (опасные гидрологические явления), связаны с минимизацией водохозяйственного, социального риска, обеспечением безопасности населения и хозяйственных объектов. Этот вид ограничений используется при определении приемлемого риска организации природопользования в зонах потенциального развития опасных гидрологических явлений (затопление освоенной местности при наводнениях, истощение, пересыхание и перемерзание рек, экстремальные колебания уровней воды в реках; характерные даты термического и ледового режима, опасные горизонтальные и вертикальные деформации русел рек). В зависимости от учета этих и других опасных гидрологических явлений (ОГЯ) изменяется оценка безопасности населения и эффективности природо- и водопользования. Для оценки описываемых гидроэкологических ограничений используются характеристики масштаба развития, частоты и интенсивности гидрологических процессов (например, ве-

личина и интенсивность повышения уровней воды в период половодья). С аналогичными целями привлекаются характеристики негативного изменения абиотических компонентов ландшафтов или свойств водных объектов, а также биологические параметры водных биоценозов, социально-экономические показатели, отражающие величину соответствующих ущербов, жертв и т.д. Учет всех характеристик и параметров можно использовать при интегральной оценке степени безопасности природопользования в условиях конкретного сочетания ОГЯ.

Негативное воздействие ОГЯ на население и хозяйственную инфраструктуру в бассейне Иртыша связано с наводнениями, образованием зажоров и заторов, подъемом уровней воды в озерах, обуславливающим затопление местности, с русловыми деформациями (рис. 6). Наводнения, сформированные прохождением половодий и паводков на реках бассейна Иртыша, относятся к часто повторяющимся стихийным бедствиям, которые наносят огромный материальный ущерб населению и отраслям экономики. В естественном режиме в среднем течении Иртыша (до впадения р. Тобол) пойма затопляется в 60% случаев. В нижнем течении низкая пойма затопляется практиче-

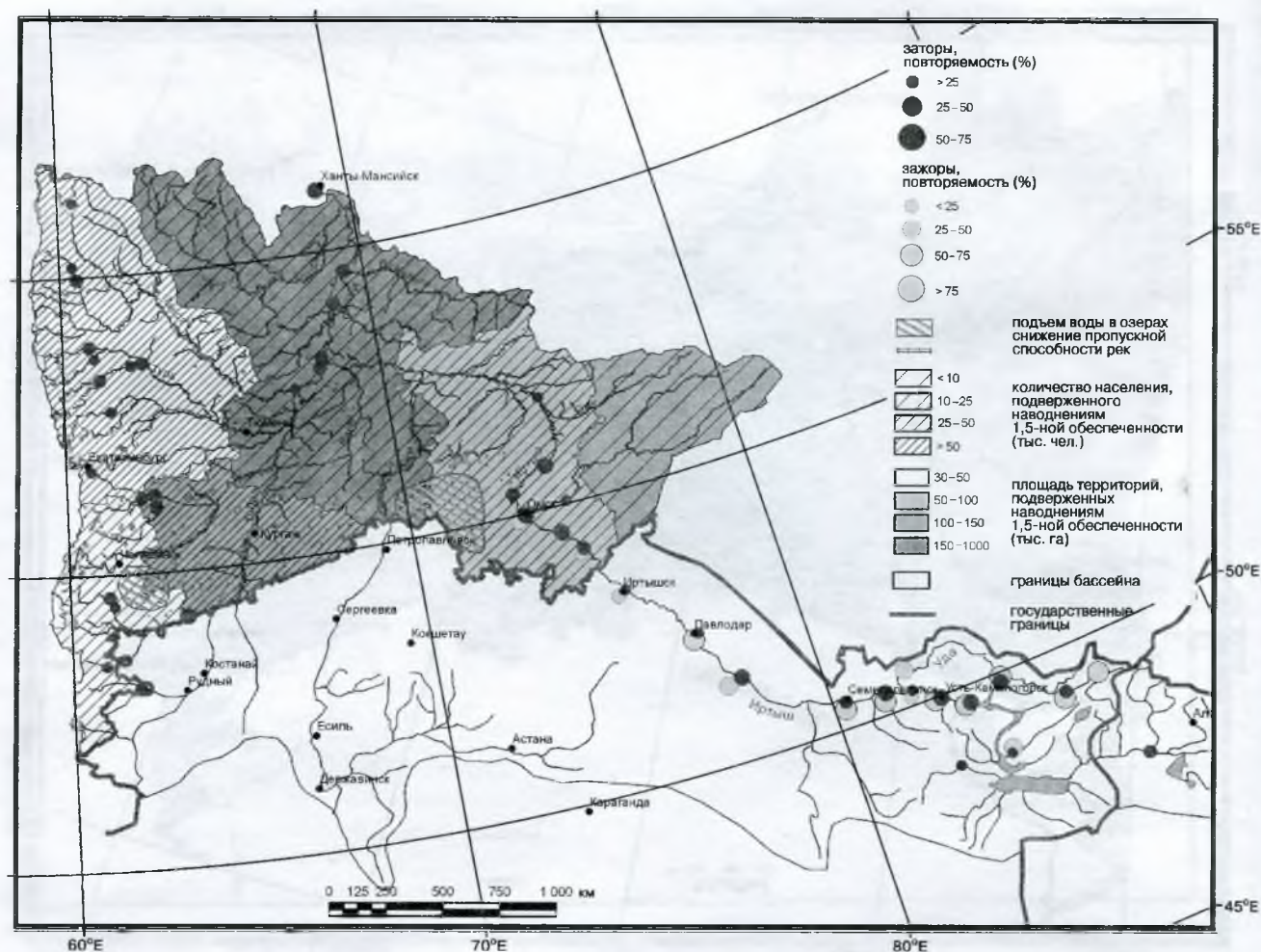


Рис. 6. Опасные гидрологические явления и их проявления в бассейне Иртыша

ски ежегодно, а высокая — раз в два года. Продолжительность затопления в среднем течении колеблется в широких пределах — от 20 до 97 дней, в нижнем течении — до 3–4 месяцев. Наиболее подвержены затоплению и подтоплению города и сельские поселения в Свердловской области, расположенные на берегах рек Тура, Тавда, Ница, Сосьва, Лозьва, а также в Курганской области на р. Тобол. Так, в 2002 г. прямой ущерб от наводнений в бассейне р. Тобол составил 186 млн руб. На бассейн р. Тобол приходится до 73% среднееголетнего прямого экономического ущерба от наводнений, на бассейн собственно Иртыша — 23%, на бассейн Ишима — 4%.

Для защиты населенных пунктов, объектов экономики в бассейне р. Иртыш построено более 324 км защитных инженерных сооружений — противопаводковых дамб обвалования с системами дренажа и аварийными водовыпусками. На реках бассейна р. Тобол в Курганской, Свердловской и Челябинской областях построено большое число водохранилищ, основное назначение которых — обеспечение потребности в воде объектов экономики и населения, а также предотвращение и снижение ущерба от наводнений. Оптимальное решение проблемы предотвращения негативных последствий наводнений возможно при условии осу-

ществления комплекса мероприятий: инженерно-технических (строительство защитных сооружений, реконструкция существующих, использование противопаводковых емкостей водохранилищ с целью срезы пиков половодий и паводков), адаптационных (перенос населенных пунктов из опасных зон, трансформация пахотных земель в пределах зон затопления и подтопления в заливные сенокосы и пастбища, ограничение рубок леса, организация водоохранных зон на паводкоопасных территориях и др.) и предупредительных (повышение оправдываемости прогнозов начала и дальнейшего развития процессов формирования половодья и паводков в режиме реального времени, своевременное оповещение и т.д.).

Для оценки опасности зажоров и заторов льда выбраны следующие показатели: повторяемость (частота) и превышение максимального уровня воды относительно межженного $H_{\max}$ (рис. 6). Основные заторные участки расположены на реках бассейнов Верхнего Иртыша (повторяемость 40%, $H_{\max} > 9$ м), Верхнего Ишима (повторяемость 50%, $H_{\max} > 10$ м), Тобола (30% и $H_{\max} > 5$ м). Основные зажорные участки расположены на реках бассейнов Верхнего Иртыша (повторяемость 80%, $H_{\max} > 4$ м).

На рис. 6 показаны области, в пределах которых существует локальная проблема затопления (подтопления) территорий в результате подъема уровня воды в озерах. В Челябинской области она возникает при повышении уровня воды оз. Курлады. Проблема затопления от повышения уровня воды в озерах имеет место также в Тюменской и Омской областях.

Русловые деформации осложняют водотранспортные условия, вызывая на многих участках рек необходимость проведения дноуглубительных и выправительных работ. Оползни и обвалы, наблюдаемые на берегах рек, нередко изменяют положение фарватера. Аккумуляция наносов в руслах затрудняет подход судов к причалам и лесоперевалячным базам. Такие процессы повсеместно распространены на Иртыше в пределах Омской области. В зоне негативного воздействия оказались пгт Черлак, пригород Омска, пгт Большеречье, г. Тара, пгт Тевриз и с. Усть-Ишим. Почти повсеместно на правобережье Иртыша на участке от с. Татарка Черлакского района до с. Карташево Муромцевского района, в долине р. Омь и на склонах крупных озерных котловин распространена овражная эрозия. Большое количество грунта, смываемого с водосборной площади, определяет аккумуляцию наносов в руслах рек и как следствие способствует заилению водных объектов. Заиление усиливается также в связи с бессистемной несанкционированной застройкой в водоохранных зонах и на берегах рек и озер. Снижение пропускной способности русел рек отмечено у рек Тобол, Миасс (Курганская область), Исеть и Ишим (Тюменская область). Кроме того, проблема заиления озер, являющихся источниками хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения, остро проявляется в Тюменской (Сладовский район — озера Дедюхино, Станичное, Евсино, Усово) и Свердловской областях.

Заключение. Комплексная оценка гидроэкологических ограничений предусматривает рассмотрение совокупности параметров, характеризующих состояние водных объектов, определяемых как природными процессами, так и хозяйственной деятельностью человека. Применительно к бассейну Иртыша для комплексной оценки ограничений выбраны количественные — удельная водообеспеченность территории,

величина водопотребления, коэффициент использования и дефицит водных ресурсов, экологический критерий (ЕККВ), класс качества воды по величине УКИЗВ, частота, продолжительность и площадь затопления поймы в результате половодья, величина ущербов от наводнений, повторяемость заторов и зажоров, превышение максимальных уровней над меженными значениями — и качественные — наличие особо опасных гидрологических явлений (ОГЯ) (водная эрозия, подъем уровня воды в озерах и т.д.) параметры. Параметры были назначены в связи со спецификой района исследований, а также с наличием или отсутствием соответствующей информационной базы. Пересчет численных значений в баллы осуществлялся по трем градациям — норме, риску, кризису. Почти все водохозяйственные районы бассейна Иртыша принадлежат к группе риска, бассейн р. Конда — нормы, участок Среднего Иртыша — кризиса (из-за наличия дефицита водных ресурсов и низкого качества воды).

Анализ характеристик опасных гидрологических явлений в российской части бассейна Иртыша, изучение состава гидрологических ограничений для отраслевого природопользования, превышение которых будет сопровождаться социальным, экономическим и экологическим ущербом, выявление пространственно-временных закономерностей сочетаний таких ограничений в связи с изменчивостью возобновляемых водных ресурсов, разбавляющей и самоочищающей способностью рек, минимальных и максимальных расходов воды, химического состава, характеристик русловых процессов и ледовых явлений необходимы при решении ряда водохозяйственных и природоохранных задач. Полученные результаты могут быть использованы для разработки и совершенствования схем комплексного использования и охраны водных объектов [5] в целях определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты; определения потребностей в водных ресурсах в перспективе; обеспечения охраны водных объектов; определения основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод.

Авторы благодарят сотрудников ЗАО ПО «Совинтервод» за предоставленные гидрологические и гидрохимические данные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеевский Н.И., Фролова Н.Л. Гидроэкологическая безопасность территории: причины изменения и способы повышения надежности // *Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: Мат-лы Междунар. науч. конф.* Томск, 2000. С. 4—7.
2. Алексеевский Н.И., Анисимова Л.А., Фролова Н.Л. Современные и ожидаемые гидрологические ограничения природопользования // *Природообустройство*. 2009. № 1. С. 50—57.
3. Винокуров Ю.И., Васильев О.Ф., Зиновьев А.Т. и др. Водохозяйственный комплекс Обь-Иртышского бассейна: состояние, проблемы и перспективы развития // *Пробле-*

мы безопасности в водохозяйственном комплексе России. Краснодар: ООО «Авангард плюс», 2010. С. 41—51.

4. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008. 600 с.

5. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Иртыш. М.: ЗАО ПО Совинтервод, 2010.

6. Фатеевский Б.В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока. Минск: ЦНИИ комплексного использования водных ресурсов, 1989. 160 с.

Поступила в редакцию
13.01.2011

N.L. Frolova, I.B. Vorobievsky

HYDROECOLOGICAL LIMITATIONS OF WATER USE IN THE IRTYSH RIVER BASIN

Hydroecological limitations of water use in the Irtysh River basin are discussed. It is one of the most problem regions of country in terms of water economy. The analyzed characteristics are as follows: presence/absence of water resource deficit, pollution of surface waters (basing on a number of water quality indices), adverse water impact in the form of dangerous hydrological phenomena. Complex evaluation of hydroecological limitations has been performed to describe standard, risk and crisis situations for the territory under study.

Key words: hydroecological safety, water resources, water quality, dangerous hydrological processes, hydroecological limitations.