

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савичев О.Г., Копылова Ю.Г., Хвашевская А.А. Эколого-геохимическое состояние окружающей среды в Северном Приангарье (Восточная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316. – № 1. – С. 129–136.
2. Карнаухова Г.А. Гидрохимия Ангары и водохранилищ Ангарского каскада // Водные ресурсы. – 2008. – Т. 35. – № 1. – С. 72–80.
3. Карпенко Л.В. Прогноз экологически опасных явлений при затоплении болот Богучанским водохранилищем // География и природные ресурсы. – 2000. – № 2. – С. 33–37.
4. Овчинников Г.И., Павлов С.Х., Трцинский Ю.Б. Изменение геологической среды в зонах влияния Ангаро-Енисейских водохранилищ. – Новосибирск: Наука, 1999. – 254 с.
5. Богучанское водохранилище. Подземные воды и инженерная геология / под ред. Ю.Б. Трцинского – Новосибирск: Наука, 1979. – 158 с.
6. РД 52.24.309-92. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета. – СПб.: Роскомгидромет, 1992. – 67 с.
7. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Дата введения 2001-07-01. – М.: Госстандарт России, 2000. – 31 с.
8. ГОСТ 17.1.2.04-77. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 17 с.
9. СанПиН 2.1.5.980-00. Санитарные нормы и правила. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: Минздрав России, 2000. – 23 с.
10. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей / Утв. приказом МПР России от 17.12.2007 г. № 333. Зарегист. в Минюст РФ 21.02.2008 г. № 11198. – М.: МПР, 2008. – 37 с.
11. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / под ред. Т.В. Гусевой. – М.: Эколайн, 2000. – 146 с.
12. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2007 г.: информационный бюллетень. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2008. – Вып. 4. – 194 с.

Поступила 02.09.2010 г.

УДК 502.33

## ОЦЕНКА РИСКОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Г. Невидимова, Е.П. Янкович\*

Институт мониторинга климатических и экологических систем, г. Томск

E-mail: olga-nevidimova@mail.ru

\*Томский политехнический университет

E-mail: yankovich@tpu.ru

*С позиции рисков водопользования проанализированы климатическая и гидрологическая ситуации на территории Томской области. Установлено, что риск водопользования по степени распространенности на территории Томской области можно отнести к массовому риску. В результате комплексного анализа климатической, гидрологической и социально-экономической напряженности получена общая оценка рисков водопользования. Проведена пространственная дифференциация территории по степени рисков водопользования с учетом социально-экономического фактора.*

### Ключевые слова:

*Водопользование, климатические изменения, гидрологическая напряженность, оценка риска.*

### Key words:

*Water consumption, risk assessment, climatic changes, hydrologic fragility.*

### Введение

Проблема исследования рисков водопользования тесно переплетается с проблемой полноты знаний о процессах, протекающих как в природной среде, так и в сфере социально-экономической. При этом существует необходимость в конкретной и территориально распределенной информации о геосистемной ситуации в отдельно взятом регионе. Поэтому интегральную оценку ситуации в водопользовании, которая возникает в результате интенсификации деятельности человека в пределах пойменно-русловых комплексов, нужно проводить путем объединения оценок климатического, гидрологического и социально-экологического содержания.

Водопользование – важнейший фактор, определяющий жизнедеятельность общества и развитие экономического потенциала. Томская область располагает значительными ресурсами поверхностных вод, намного превосходящими потребности промышленности, сельского хозяйства и жилищно-коммунального хозяйства Томской области даже при условии двукратного увеличения современных объемов сброса сточных вод и забора свежей воды. Поверхностные водные ресурсы Томской области сосредоточены в 131000 водных объектах, в том числе 8100 реках протяженностью 95 тыс. км. Густота речной сети колеблется от 0,39 до 0,29 км/км<sup>2</sup> [1].

Для территории Томской области характерны экстенсивные формы водопользования и локаль-

ные зоны повышенной водоемкости, обусловленные особенностями хозяйственного комплекса. Водопользование в Томской области связано с развитием нефтегазового комплекса, промышленного производства, сельского хозяйства, водоснабжения городов и поселков, лесосплава, рыбного хозяйства. Для ряда районов области реки являются практически единственным видом транспорта. В пределах долин рек Оби, Томи, Васюгана, Чулыма, Кети сконцентрирована большая часть населения области.

Вместе с тем природно-климатические условия Томской области не только формируют и регулируют динамику речной сети, но и определяют направленность, интенсивность и риски пользования водными объектами – реками.

#### Основные тенденции климатических изменений в Томской области

Изменение климата включает в себя как сдвиги в частоте и масштабе спорадических погодных явлений, так и непрерывное повышение температуры приземного воздуха и трансформацию влажностного режима. Для выявления фактического изменения метеоклиматических условий на территории Томской области были проанализированы ряды наблюдений за температурой и осадками по 22 метеостанциям и 13 гидропостам Томской области за период с 1976 по 2006 гг.

Согласно полученным оценкам, на всей территории отмечается рост температуры со средней

скоростью 0,34 °C за 10 лет. Для обширной равнинной территории области фактически полученные значения повышения средней температуры за исследуемый период колеблются от 0,68 до 0,92 °C. Наиболее интенсивным потепление было в северных районах Томской области и на юго-востоке, наименее – в западных районах. Обращает на себя внимание субмеридианально ориентированная зона, тяготеющая к главной водной артерии области – р. Обь и ее крупным притокам – рр. Тымь, Парабель, Васюган, Тым и характеризующаяся относительно высокими значениями повышения средней температуры (до 0,85 °C), рис. 1.

Анализ временной изменчивости количества осадков показал, что в целом в регионе основной тенденцией является увеличение количества осадков. Причем, величина роста среднегодового количества осадков в 2,5 раза превышает величину снижения количества осадков, хотя обе величины невелики и по абсолютному значению не превышают 2,8 мм за исследуемый период, рис. 2. Тенденция роста сумм осадков наблюдается в центральных и южных районах области. Следует отметить, что для большинства этих территорий в последнее время отмечаются зональные активизации опасных экзогенных процессов: береговая и овражная эрозии, оползни. Другим важным результатом анализа изменчивости количества осадков представляется выявление факта снижения этого показателя для западных и северных районов, а также достаточно значимое снижение сумм осадков для отдельных

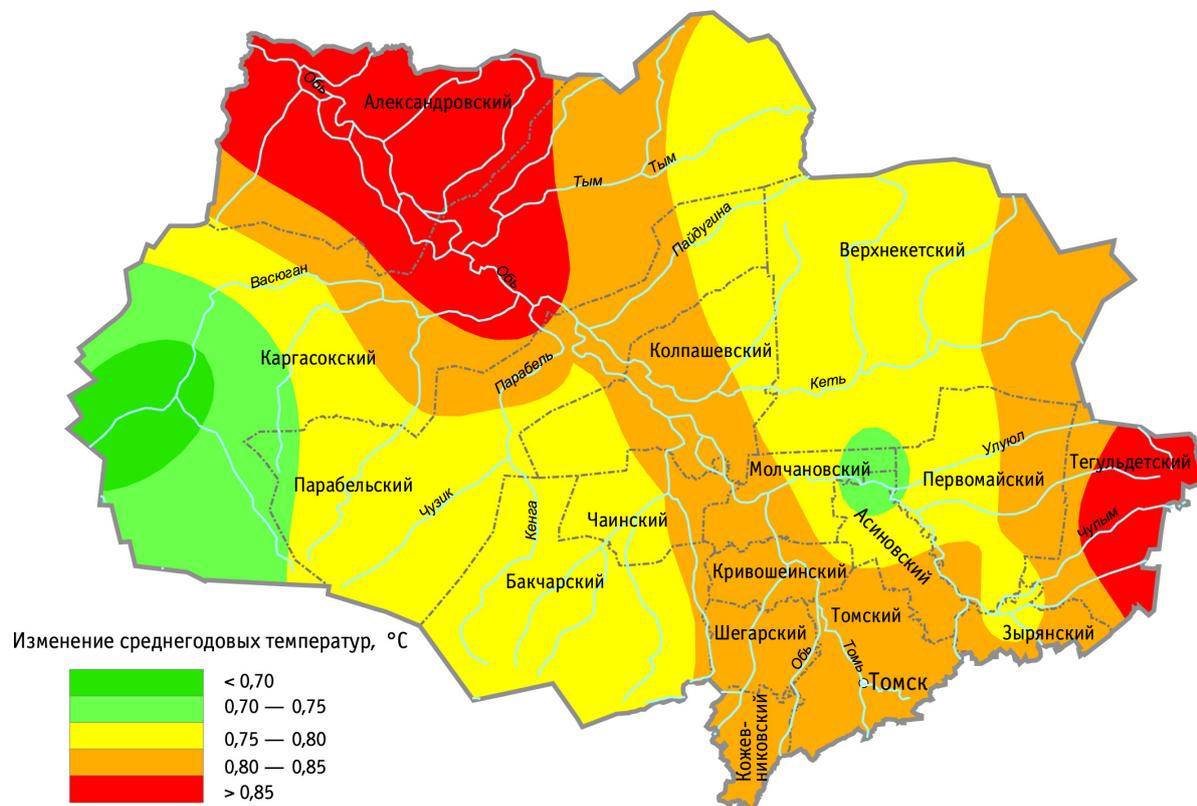


Рис. 1. Изменение среднегодовых температур на территории Томской области за период с 1976 по 2006 гг.

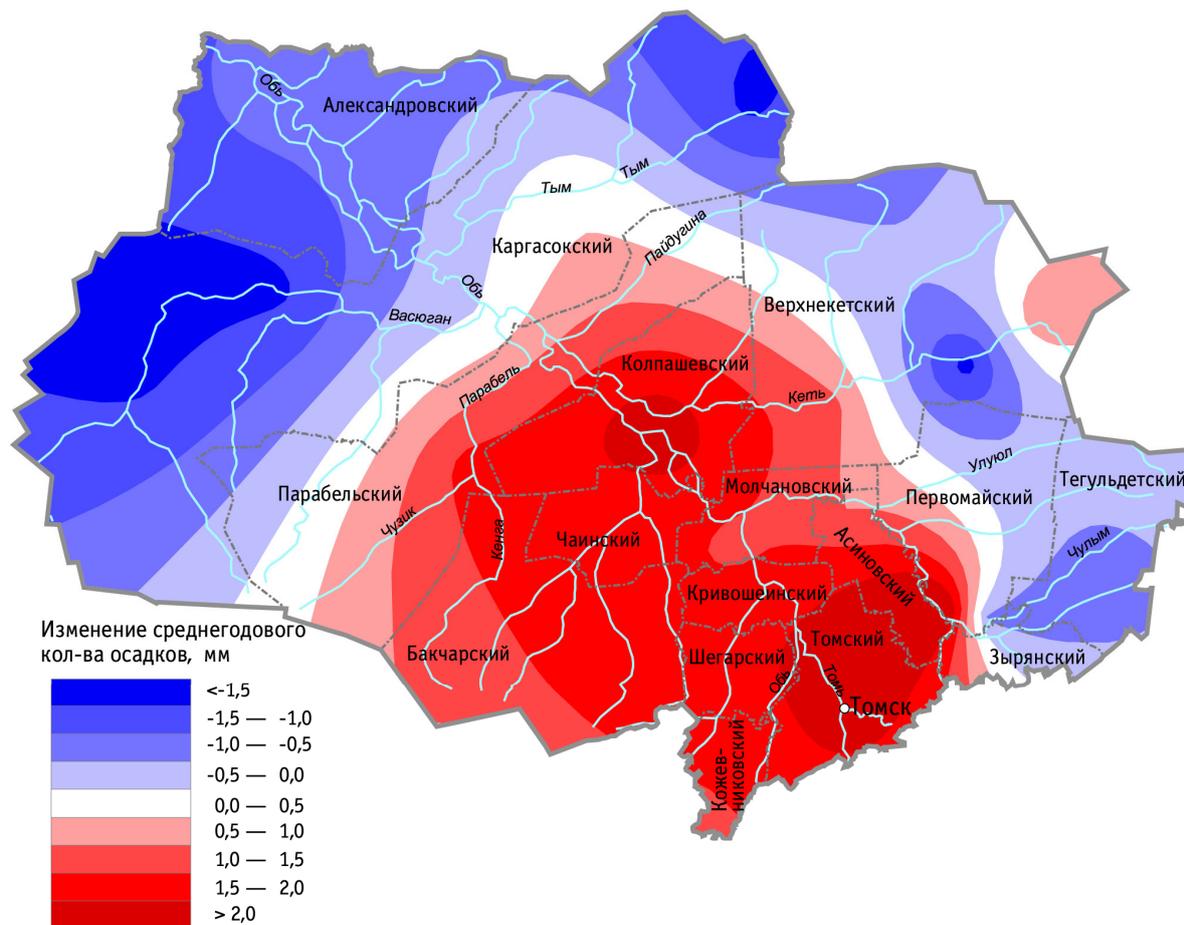


Рис. 2. Изменение среднегодовых сумм осадков на территории Томской области за период с 1976 по 2006 гг.

районов востока Томской области. В условиях роста среднегодовых температур, особенно при потеплении самой холодной части зимы, снижение количества осадков создает предпосылки для деградации многолетней, реликтовой мерзлоты и для активизации термокарстовых явлений.

#### Гидрологическая уязвимость Томской области

Указанные тенденции меняют соотношение тепла и влаги, которое определяет динамику природно-климатических процессов, в том числе и режим функционирования гидросети исследуемой территории. Поскольку гидрологические условия оказывают значительное влияние на особенности водопользования в Томской области, то для выбора оптимального варианта развития водопользования территории с учетом гидрологических ограничений необходимы комплексные, интегральные индикаторы, характеризующие уязвимость территории от гидрологических явлений.

В основе предлагаемой интегральной оценки лежат показатели напряженности, где под напряженностью понимается степень опасности разрушения функциональных связей между компонентами системы, обеспечивающими целостность и устойчивое развитие системы (территории, эко-

системы и пр.) [2, 3]. При построении системы показателей в рамках данного подхода учитывается характер взаимосвязей в тех компонентах геосистемы, которые обуславливают деградацию системы. Зная степень напряженности, можно оценить риск водопользования для исследуемой территории — чем выше уровень напряженности, тем более уязвима территория и больше вероятность ее разрушения в условиях нерегламентированного освоения.

В таблице приведены структура опасных гидрогеологических явлений и оценка степени гидрологической напряженности. Гидрологическая напряженность  $NG$  рассчитывалась по формуле

$$NG = \sum_{i=1}^5 k_i / 5, \text{ где } k_i - \text{коэффициент, соответствующий оценке по пяти основным гидрологическим факторам, являющимися индикаторными для Томской области: низкий уровень воды (число дней в году с низким уровнем); ледовые явления — комплексный показатель, в котором учитываются продолжительность ледоходов, продолжительность ледостава и раннее начало ледовых явлений; высокий уровень воды (число дней в году с максимальной продолжительностью стояния высоких вод);}$$

ствующий оценке по пяти основным гидрологическим факторам, являющимися индикаторными для Томской области: низкий уровень воды (число дней в году с низким уровнем); ледовые явления — комплексный показатель, в котором учитываются продолжительность ледоходов, продолжительность ледостава и раннее начало ледовых явлений; высокий уровень воды (число дней в году с максимальной продолжительностью стояния высоких вод);

**Таблица.** Структура опасных гидрологических явлений и гидрологическая напряженность на территории Томской области, баллы

Река	Гидрологический пост	Количество дней с низким уровнем воды	Ледовые явления	Высокие уровни воды	Объем стока наносов	Интенсивность поступления талых вод	Степень гидрологической напряженности
Обь	Молчаново	0,7	1,2	1,8	6,0	0,7	Высокая
	Колпашево	0,7	1,0	2,0	6,0	0,5	
	Прохоркино	0,7	1,8	1,3	6,5	0,8	
	Александровское	0,7	1,4	1,1	3,6	0,7	
Чулым	Тегульдэт	1,2	1,8	1,8	0,5	0,6	Повышенная
	Батурино	0,8	1,4	2,0	1,0	0,8	
	Зырянское	0,8	1,8	1,2	0,8	0,7	
Томь	Томск	0,9	1,4	1,3	1,3	0,8	Средняя
Васюган	Ср. Васюган	1,0	1,8	1,8	0,2	0,8	
Кеть	Родионовка	0,7	2,2	0,7	0,3	0,7	
Тым	Напас	0,3	2,6	1,8	0,1	0,7	
Чузык	Осипово	0,2	1,8	1,2	0,1	0,8	
Парабель	Новиково	0,3	1,8	0,7	0,1	0,8	Пониженная

сток наносов (объем перемещаемых наносов), а также сток талых вод (условная среднесуточная интенсивность снеготаяния), таблица. Коэффициенты (шкала от 0,1 до 1,0), соотнесенные с каждым фактором, отражают роль этого фактора в возникновении опасных ситуаций.

#### Оценка рисков водопользования

Анализ климатических и гидрологических особенностей территории в условиях, когда меняется температурно-влажностный режим, позволяет подойти к оценке той части рисков водопользования, которая возникает в результате интенсификации деятельности человека в пределах пойменно-русловых комплексов. Для более полной оценки водопользования необходимо определить социально-экологические последствия этой деятельности или степень экологической напряженности. В первую очередь острота ситуации зависит от особенностей расселения людей, проживающих вблизи потенциального источника опасности, социальной, инфраструктурной, производственно-технической реализации этих особенностей.

Применительно к климатическим и гидрологическим условиям территории интегральная оценка ситуации, формирующейся в водопользовании Томской области, осуществлялась путем объединения оценок климатического, гидрологического и социально-экологического содержания. Социально-экологическая напряженность  $NR$  в пределах определенного русла вычислялась по формуле

$$NR = \sum_{i=1}^3 g_i,$$

где  $g_1$  – балльная оценка концентрации населения вдоль русел;  $g_2$  – балльная оценка частоты мостовых переходов;  $g_3$  – балльная оценка количества пересечений русел с источниками повышенной экологической опасности – нефтегазопроводами.

В результате комплексного анализа климатической, гидрологической и социально-экономической напряженности была получена общая оценка рисков водопользования. Проведенные расчеты в пределах области свидетельствуют о широком диапазоне оценок, рис. 3.

Степень напряженности ситуации в области определяется следующими характеристиками: более 66,5 % территории (от общей площади области) подвержены высокому и повышенному уровню риска. На 9,89 % площади риск определяется как средний. Территории, на которых риск можно оценить как пониженный и низкий, занимают 23,61 % площади. Таким образом, по степени распространенности на территории Томской области риск водопользования можно отнести к массовому.

По области наиболее сложная ситуация складывается именно в тех районах, которые непосредственно примыкают к р. Обь. Несмотря на очевидную привлекательность этих районов, хозяйственное освоение территорий приводит к возрастанию риска в период высокой водности реки. Большая плотность населения на юге области (Томский, Кривошеинский, Молчановский районы), развитие трубопроводного транспорта в нефтегазоносных районах области (Александровский, Каргасокский, Парабельский районы) усугубленные высокой степенью гидрологической напряженности и активностью русловых процессов формируют высокий уровень риска в данных районах. Более спокойны в этом отношении восточные районы области (Верхнекетский, Первомайский, Тегульдэтский районы), где социальная инфраструктура и трубопроводный транспорт имеют самый низкий уровень развития в Томской области. Невысокие значения коэффициентов климатической, гидрологической, социально-экологической напряженности в Бакчарском районе обуславливают низкий риск-образующий потенциал данного района.

