

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО КОНЦЕНТРАЦИОННЫМ КОЭФФИЦИЕНТАМ

2. выявлены устойчивые превышения Zn, Cd, Pb, Cu в ЧС, ВВ, почвах и ДО в экосистеме реки Барнаулки по сравнению с региональным фоном, установлена тенденция накопления Zn и Cu при сохранении повышенных содержаний Pb и Cd.

3. Исследованы абиотические и биотические компоненты экосистемы: снежный покров, почва, вода, взвешенное вещество, донные отложения, гидробионты; экспериментальным путем рассчитаны концентрационные коэффициенты абиотического и биотического накопления микроэлементов в консервативных компонентах экосистемы бассейна Оби, которые могут применяться для оценки экологического состояния других водных экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вода. Контроль химической бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. – М.: Протектор, 2000. – 848 с.

2. Темерев С.В., Егорова Л.С. Экстракционный способ подготовки аналитических образцов//Патент РФ №2232718, 10.02.2003. – 6с.

3. Темерев С.В. Электрохимический способ определения мышьяка в природных объектах//Патент РФ №2269771, приоритет от 05.10.2004. – 5 с.

4. Темерев С.В., Галахов В.П., Плотнокова Ю.Е. Фомирование и распределение химического стока реки Барнаулки// Изв. Алт. гос. ун-та, 2001. – Т.21, №3. – С.32-37.

5. Папина Т.С., [Сухенко С.А.], Темерев С.В., Артемьева С.С. Тяжелые металлы в объектах среднего течения реки Алей /Материалы научных

исследований. Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края. – Т. 2, кн. 2. – Барнаул, 1993. – С. 54-62.

6. Темерев С.В., Савкин В.М. Тяжелые металлы – индикаторы состояния реки Оби //Химия в интересах устойчивого развития. – 2004. – Т.12. С. 569-579.

7. Индюшкин И.В., Темерев С.В. Оценка объемов снегового стока металлов в водоток в рамках модели «накопление- смыв» для урбанизированных территорий//Химия в интересах устойчивого развития, Т. 12, 2004. – С.525-539.

8. Галахов В.П., Темерев С.В., Сапрыкин А.И., Шуваева О.В., Эйрих А.Н., Дудник А.В., Полесский С.Н., Кошечева О.С., Бондарович А.А., Якубовский В.И. Тяжелые металлы антропогенного происхождения в ледниках Алтая (по исследованиям в бассейне Актру)//Материалы гляциологических исследований. – 2002. Вып.93. – С.195 – 199.

9. Сысо А.И. Общие закономерности распределения микроэлементов в покровных отложениях и почвах Западной Сибири//Сибирский экологический журнал. – №3. – 2004. – С.273-287.

10. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 400 с.

11. Газина И.А., Темерев С.В., Индюшкин И.В. Содержание ртути в рыбах Верхней и Средней Оби// Изв. Алт. гос. ун-та, 2003. – № 3. – С.93-95.

12. Темерев С.В. Оценка экологического состояния речных систем (Западная Сибирь, Средняя Обь)// Изв.Алт. гос. ун-та, 2005. – № 3. – С.45-49.

13. Темерев С.В., Галахов В.П., Эйрих А.Н., Серых Т.Г. Особенности формирования химического состава снегового стока в бессточной области Обь-Иртышского междуречья//Химия в интересах устойчивого развития, 2002, Т.10. – С.485-496.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ХИМИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

С.В. Темерев

Методом химических индикаторов и сравнительного анализа пространственного распределения химической нагрузки по микроэлементам на экосистемы Обь - Иртышского бассейна проведена количественная оценка экологического состояния основного водотока – р. Обь в ее верхнем и среднем течении. Особенности формирования поверхностных вод Оби рассмотрены с позиций бассейнового подхода и количественно по химическим нагрузкам оценено взаимодействие реки с поверхностью водосбора.

ВВЕДЕНИЕ

Металлы наиболее стабильные во времени химические вещества и для них разработаны надежные методики анализа [1, 2, 3] в

природных объектах: воздухе, воде и почве. Для лабильных компонентов снеговой и природной воды использовали имитационный расчет химических нагрузок на водоток по

аналитическим данным в контрольных створах химического мониторинга. Физико-химическое распределение микроэлементов исследовано на модельных участках бассейна реки Обь (междуречье Оби и Иртыша, урбанизированные водосборы, замыкающий створ Средней Оби – п. Белогорье). Пространственное распределение химической нагрузки на водоток по микроэлементам по длине реки (Средняя Обь) изучено в лимитирующий период осенней межени и в период снеговых паводков модельных участках бассейна р. Обь.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве модельных участков бассейна Оби выбраны урбанизированные водосборы, контроль ниже г. Барнаула [4], г. Новокузнецка [5], створы Средней Оби: Колпашево и Белогорье (гидропосты метеослужбы) оценены вклады снегового паводка в химический сток тяжелых металлов Оби и Томи соответ-

ственно. На основании количественных оценок модуля химического стока веществ с модельных водосборов бассейна Оби получено распределение химической нагрузки для оценки экологического состояния экосистемы реки в целом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Источники Pb, Tm и MЭ локализованы на металлургических и рудодобывающих предприятиях Восточного Казахстана. Кроме атмосферного наблюдается и водный путь поступления металлов в бассейн Иртыша и далее в Нижнюю Обь. По восьми кернам снега был оценен сток металлов с территории города Усть-Каменогорск в реку Иртыш и оценена химическая нагрузка на водоток (с учетом коэффициента стока 0,65). Данные таблицы 1 являются несколько заниженными, так как не учитывают растворенные формы металлов. Средние объемы годового стока взяты из работы [6].

Таблица 1
Вклад (%) снегового стока в 2000 г. г. Усть-Каменогорска по металлам в общий среднемноголетний сброс в реку Иртыш

Металл	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn
m, тонн	110,8	2,9	10,4	1,4	76,5
<M>, тонн	Нет данных	Нет данных	6,9	2,5	100
Года усредн.	Нет данных	Нет данных	1993-1999	1998-1999	1993-1999
Вклад,	Нет данных	Нет данных	150%	56%	77%

Учитывая даже имеющиеся погрешности в анализе образцов, отобранных комитетом по экологии и нами, следует отметить устойчивое воздействие на экосистему Иртыша промышленных предприятий Усть-Каменогорска и дополнительных источников поступления металлов на поверхность водосбора и содержащихся в почвенном поглощающем комплексе почв [7]. В работе отмечается отрицательное воздействие твердой формы снега на качество почвенного покрова в бассейне Иртыша на территории Казахстана и как следствие – на формирование состава речных вод.

Минеральный снеговой сток в чистом виде, как правило, малозначим по сравнению с речным стоком. Но талые воды переносят твердые частицы снежной массы (ЧС), которые в сорбированной на них форме содержат существенные удельные количества микроэлементов. Кроме того, снеговая вода активно взаимодействует с подстилающей поверхностью, экстрагируя водорастворимые формы химических веществ (таблица 2), в т.ч. тяжелые металлы (ТМ) и микроэлементы (МЭ). В междуречьях рек Оби и Иртыша

сформированы области с повышенной минерализацией. В этих условиях солевой эффект повышает эффективность экстрагирования химических веществ снеговой водой из почвенного поглощающего комплекса.

Представленные в таблице 2 модули химического стока не учитывают вклад ионной денудации из почв Кулундинской степи в соленые озера, так как на момент моделирования объема нагрузки не было надежных фоновых содержаний МЭ в почвах Кулундинской котловины. Для бессточной области Обь-Иртышского междуречья выявлено влияние соленых озер на химический снеговой сток. Показана большая растворяющая и окисляющая активность снеговой воды по сравнению с рапой соленых озер, получены количественные данные объемов снегового химического стока. Индикационным методом получено пространственное распределение снегового стока главных анионов, подтверждено влияние диффузных природных источников минеральных солей, расположенных на поверхности соленых озер. В условиях антропогенеза показательные изменения в химическом стоке малых городских притоков (таб-

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО КОНЦЕНТРАЦИОННЫМ КОЭФФИЦИЕНТАМ И ХИМИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

лица 3) в экстремальные фазы водного режима: паводок, межень. Объем химического стока ТМ существенно зависит от формы их нахождения в снеговой воде. При этом взве-

шенные формы металлов, сорбированные на твердых частицах (ЧС) снежной массы, преобладают над водорастворимыми.

Таблица 2

Удельный снеговой сток форм ТМ, связанных с твердыми частицами снега, и основных растворенных анионных форм, соответствующий максимальному снеговому запасу 1997 года на исследуемой площади 1024 км² Благовещенского района[9]

МЭ, ед.изм.	Fe, мг/м ²	Cd, мкг/м ²	Mn, Мг/м ²	Cu, мг/м ²	As, мкг/м ²	Hg, мкг/м ²
Разброс	17 – 416	0,1 – 29 (3 – 10 [10])	0,3 – 6,1	0,14 -2,1	1 – 22	0,7 – 4,7
Всего, тонн	82,9	0,006	1,33	0,614	0,005	0,002
Модуль стока, г/км ² в день	450	0,03	7,4	3,0 (730 [11])	0,03	0,011
МЭ, ед.изм.	Pb, мг/м ²	Se, мкг/м ²	Zn, мг/м ²	Cl ⁻ , мг/м ²	SO ₄ ⁻ , мг/м ²	NO ₃ ⁻ , мгN/м ²
Разброс	0,03-1,0	2 – 13	0,2 – 1,8	236 - 4423	119 – 3932	36 – 372
Всего, тонн	0,123	0,006	0,86	902	468	184
Модуль стока, г/км ² в день	0,67	0,03	4,7	4890	2540 (4650 [11])	1000

Таблица 3

Результаты оценки химического стока реки Барнаулки в замыкающем створе (Пешеходный мост, ниже устья Пивоварки), 2005 год. % - вклад водной вытяжки почв (ВВП)

Металл	Паводок				Межень	
	Химич. сток, кг	Снеговой сток, кг			Химич. сток, кг	Имитация, кг
		Общий	Условно фоновый	Имитация По почвам		
Zn	281,5	120,4(43%)	16,9	62,0(22%)	220,3	33,7(15%)
Cd	18,1	3,3 (18%)	1,1	2,3 (13%)	4,4	0,04(1%)
Pb	50,1	28,1 (56%)	0,9	2,4 (5%)	110,2	8,1(7%)
Cu	105,3	74,6 (71%)	12,4	29,7(28%)	55,1	13,9(25%)

Объемные концентрации ТМ, учитывающие мутность снеговой воды, были использованы для расчета химического стока металлов и вклада химической нагрузки от снегового паводка в речной сток. При включении этих данных в имитационную часть модели «накопление - смыв», рассчитана химическая нагрузка на русловую сеть на модельном участке р. Барнаулки с замыкающим створом ниже впадения реки Пивоварки и р.Обь ниже г. Барнаула. Модуль химического стока формируется в большей степени поверхностным смывом ТМ с территории водосбора в водоток. В паводковый период наибольший вклад в загрязнение экосистемы вносит снеговой сток (до 70% по меди), в том числе существенный вклад в формирование химического состава стока вносит извлечение ТМ из почвенного покрова снеговой водой (до 30% по меди) (таблица 4). Как было показано ранее на примере открытых разрезов Кузбасса в бассейне Томи под влиянием активной угледобычи формируется полиэлементное диффузное загрязнение этого притока, которое оказывает весьма существенное воздей-

ствие на качество реки Обь. Даже без учета смыва химических веществ с водосбора снеговыми водами в русловую сеть Томи снеговой сток имеет вклад до 20% в суммарный объем речного стока ТМ [5].

Массы вымываемых снеговой водой величины использованы в имитационной части расчета химической нагрузки на водоток в межень, когда основное питание реки происходит за счет атмосферных осадков и приповерхностного стока грунтовых вод (таблица 4). В зависимости от типа и мощности источника происходит формирование спектра и динамики химического загрязнения. Природные источники микроэлементов связаны в бассейне реки Обь с горными провинциями. При этом наиболее активная промышленная разработка месторождений металлов ведется в бассейне Иртыша, на территории Казахстана, здесь же расположены открытые разрезы каменного угля. Так как река Обь имеет многовершинный гидрограф и зарегулирована в верхнем течении Новосибирским водохранилищем, то распределение химической нагрузки следует оценивать в лимитирующий пери-

од осенней межени и в период половодья, включающего снеговой (апрель) и ледниковый (июль) паводки. Они характеризуются закономерной изменчивостью, а современный гидрологический подход предполагает при оценках объемов стока основываться на многолетних данных. При расчете химической нагрузки очень важно использовать представительные аналитические данные, поэтому в таблице 4 даны объемы химической нагрузки на водоток в верхнем течении в ледниковый паводок для Катунь и снеговой – для верхней Оби в зоне влияния г.Барнаула. Сток для ртути представлен по результатам

работы [8]. Нагрузка для Ag, Cu, Pb, Zn представлена для взвешенных форм металлов. Из таблицы 4 следует, что годовая нагрузка по ртути на Катунь значительно меньше, чем для меди и цинка – потенциальных биофилов. Значимое увеличение концентрационной нагрузки на водоток в Еланде (основной створ проектируемых Катунских водохранилищ) по меди связано с влиянием медной ртутной аномалии, выражающейся в аномально высоких концентрациях меди, отмечаемых в водах реки Эдиган (правый приток Катунь).

Таблица 4
Распределение химической нагрузки по микроэлементам на различных участках реки Обь в различные фазы водного режима

Элемент	Hg, т	Ag*,т	Cu*,т	Pb*,т	Zn*,т		
Створ реки,	Р.Катунь, с. Иня						
Период	1990	1991	Июль 1990 года				
Нагрузка	0,8	1,7	0,4	46,8	9,7	106,2	
Створ реки,	р.Катунь, с.Еланда						
Период	Июль 1990 года						
Нагрузка	--	0,1	78,6	7,7	75,8		
Створ реки,	Р.Катунь, с. Анос						
Период	1990	1991	Июль 1990 года				
Нагрузка	1,1	2,1	0,07	40,5	3,9	40,5	
Элемент	Fe, т	Mn, т	Cd, т	Cu, т	Pb, т	Zn, т	
Створ реки,	р.Обь, г.Барнаул						
Период	Снеговой паводок 15 суток, апрель 2003 года						
Нагрузка с учетом почв	325,5	359,5	0,8	41,8	79,9	195,7	
Вклад, %	63	-	-	5	-	25	
Сток реки	513,3	-	-	769,8	-	769,8	
Створ реки,	Р.Обь, г.Барнаул, поверхность стока 169 тыс. кв.км						
Период	Сентябрь (1999 - 2003 гг.)						
Имитация по фону для почв	812	39	0,002	2	1,2	3,5	
Вклад, %	62	20	-	15	24	8	
Сток реки	1300	200	0,2	13	5	43	
Эл-нт	Fe, т	Mn, т	As, т	Cd, т	Cu, т	Pb, т	Zn, т
Створ реки,	р.Обь, г. Колпашево, поверхность стока 486 тыс. кв.км						
Период	Сентябрь (1996 – 2002 гг.)						
Имитация по фону для почв	5800	278	15	0,01	14	8	25
Вклад, %	39	17	200	-	18	25	3
Сток реки	14700	1660	7	9	77	32	750
Створ реки,	Р.Обь, с.Белогорье, замыкающий, поверхность стока 2690 тыс. кв.км						
Период	Сентябрь (1996 – 2002 гг.)						
Имитация по фону для почв	14600	700	38	0,03	36	21	64
Вклад, %	20	12	165	--	4	4	1
Сток реки	71000	5800	23	34	1000	490	5000

В замыкающем створе Катунских исследований (с. Анос) годовой сток ртути существенно не увеличивался и оставался малозна-

чим по сравнению с потоком меди, цинка и свинца. Мощных природных источников серебра в бассейне Катунь нет, поэтому в от-

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО КОНЦЕНТРАЦИОННЫМ КОЭФФИЦИЕНТАМ И ХИМИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

сутствии рудопроявлений серебра его химическая нагрузка уменьшается достаточно резко и в створе Анос малозначима в сравнении с другими микроэлементами. Увеличение в период снеговых паводков химической нагрузки по цинку, свинцу и меди в створе Барнаул связано с влиянием урбанизированных водосборов, а также с потоком металлов от источников полиметаллических рудопроявлений бассейна реки Алей. Наличие весьма высоких содержаний цинка, никеля, свинца и меди отмечено в ДО в среднем течении этого левого притока [12].

Средняя Обь отличается заметно большей водностью, но в межень нагрузки заметно ниже по сравнению с весенним половодьем. В этой фазе водного режима существенный вклад вносит приповерхностный сток и на формирование состава вод влияют диффузные источники МЭ на территории водосбора. Для расчета фонового вклада почвенных аккумулятивных горизонтов взяты среднегодовые модули водного стока и поверхности стока по среднееголетним данным [13].

Несмотря на возможные погрешности подобных расчетов 30 – 40%, следует отметить, химические нагрузки от микроэлементов на Среднюю Обь представлены впервые. В замыкающем створе мониторинга (с. Белогорье) фоновый вклад почв уменьшается в сравнении с промежуточным створом (г. Колпашево). Следует полагать что, сказывается увеличение химической нагрузки от заболоченных водосборов, в частности комплексообразующей роли элементов органическим веществом верховых болот. Для этой части водосбора характерен меньший модуль стока и аккумуляция водного стока в болотах Васюганья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показана надежность использования ТМ и МЭ как химических индикаторов экологического состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки:

– на модельном участке водотока рассчитан общий объем химической нагрузки на русловую сеть по металлам в период снегового паводка и оценен вклад снегового стока в формирование речного стока в замыкающем створе мониторинга. Вклад снегового стока в речной для металлов составил от 18 до 71 %, с наибольшими значениями по меди и свинцу соответственно. При этом значимый вклад от 5 до 28 % в формирование химического состава поверхностных вод вносят металлы, поступающие с поверхности водосбора;

– по собственным и опубликованным данным оценена химическая нагрузка на приток в меженную фазу водного режима, когда река меняет источники питания. Сравнительный анализ нагрузок свидетельствует об уменьшении химической нагрузки в этот период по сравнению с весенним половодьем на 2 – 3 порядка, что доказывает наличие диффузных источников ТМ (МЭ) на территории водосбора, величины которых определяются метеорологическими данными;

Наиболее значимое влияние на формирование и распределение химического стока тяжелых металлов в Средней и Нижней Оби оказывают водосборы крупных притоков: Томи, Чулыма и, особенно, Иртыша. Загрязненность вод реки Обь после впадения притоков и в местах расположения промышленных центров заметно увеличивается, что обуславливает существенные изменения в видовом составе гидробионтов, при этом наблюдается повышенное накопление в них и донных отложениях тяжелых металлов. Среди последних приоритетными являются железо, марганец, цинк, медь, свинец и кадмий.

В настоящее время особую тревогу вызывает нефтяное загрязнение рек, ареал которого неуклонно расширяется, охватывая не только Среднюю и Нижнюю Обь, но и многие участки Иртыша и его притоков. Нефтяное загрязнение бассейнов рек в условиях невысоких температур воздуха и воды на севере Западной Сибири, снижающих интенсивность процессов самоочищения вод, является наиболее тяжелым по своим последствиям для речных экосистем. Интегральным индикатором таких загрязнений и идентификации их источников могут служить донные отложения.

Дальнейшее выполнение гидролого-гидрохимического мониторинга следует направлять на изучение наиболее актуальных для современности вопросов, связанных с выявлением отдельных участков р. Обь и ее притоков, характеризующихся повышенной экологической напряженностью. Это позволит принять своевременные решения и разработать мероприятия по предотвращению их кризисного водно-экологического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вода. Контроль химической бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. – М.: Протектор, 2000, – 848 с.

2. Темерев С.В., Егорова Л.С. Экстракционный способ подготовки аналитических образцов//Патент РФ №2232718, 10.02.2003. – 6с.
3. Темерев С.В. Электрохимический способ определения мышьяка в природных объектах// Патент РФ №2269771, приоритет от 05.10.2004, – 5 с.
4. Индюшкин И.В., Темерев С.В. Оценка объемов снегового стока металлов в водоток в рамках модели «накопление- смыв» для урбанизированных территорий//Химия в интересах устойчивого развития, Т. 12, 2004, С. 525-539.
5. Галахов В.П., Темерев С.В. Антропогенное загрязнение снега в бассейне р.Томи//Изв. РГО, № 5, 1993, С.93-97.
6. Экология Восточного Казахстана: проблемы и решения: Справочно-информационный вестник. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ, 2000, 44 с.
7. Панин М.С. Химическая экология. – Семипалатинск: Изд-во СГУ, 2002. – 852 с.
8. Эйрих С.С. Особенности распределения и миграции ртути в водных экосистемах бассейнов рек Катунь и Томи/Автореф. Канд. хим. наук.-Алт.гос.ун-т, Барнаул, 1999. – 20 с.
9. Темерев С.В., Галахов В.П., Эйрих А.Н., Серых Т.Г., Особенности формирования химического состава снегового стока в бессточной области Обь-Иртышского междуречья//Химия в интересах устойчивого развития, 2002, Т.10. – С.485-496.
10. Недашковский А.П. Исследования содержания Cd во льду Амурского залива (Японское море)/Тезисы докладов 6 конференции "Аналитика Сибири и Дальнего Востока - 2000" 21-24 ноября 2000, Новосибирск. – С. 423.
11. Barcan V., Sylina A., The appraisal of snow sampling for environmental pollution valuation//Water, Air and Soil Pollution. Т.89, 1996. – P.49-65.
12. Папина Т.С., [Сухенко С.А.], Темерев С.В., Артемьева С.С. Тяжелые металлы в объектах среднего течения реки Алей. /Материалы научных исследований. Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края. -Т. 2, кн. 2. – Барнаул, 1993. – С. 54-62.
13. Государственный водный кадастр, 84, Вып.10: Бассейны Оби(без бассейна Иртыша), Надыма, Пура,Таза, -Л.: Гидрометеиздат, - 492 с.

ПЛАНИРОВАНИЕ РИСКОВ НАВОДНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Жоров, В.О. Дмитриев, И.С. Постнова, С.Г. Яковченко

Исследован риск наводнений в бассейнах р. Томи, Ини, Яи, Кии, предложены и апробированы способы его оценки. Рассмотрены проблемы, связанные с достоверным прогнозом и уменьшением опасности наводнений. Показано, что совместное применение ГИС и гидрологических расчетов позволяет реализовать комплексную оценку риска наводнений.

ВВЕДЕНИЕ

Наводнения стали самым опасным видом стихийных бедствий в мире.

К числу территорий, испытывающих значительный ущерб от наводнения относится Кемеровская область. Гидрографическая сеть области принадлежит бассейну верхней Оби и представлена густой сетью малых и средних рек, озерами, водохранилищами, болотами. Общий объем поверхностного стока составляет 37 км^3 (6,4% от поверхностного стока всей Западной Сибири).

Водные ресурсы рек и годовые величины объема стока крайне неравномерно распределены в течение года. До 70% объема годового стока приходится на короткий период весеннего паводка. Всего на территории рассматриваемой в работе Кемеровской области протекает 32 110 рек общей протяженностью 76 479 км, из них: реки длиной до 10

км – 31 197 рек общей протяженностью 56 018 км; реки длиной более 10 км – 913.

Вследствие особенностей рельефа, климата, геологических условий речная сеть развита неравномерно и делится на реки равнинного и горного типа. На водосборных площадях участков горных рек формируется основной сток поверхностных вод области.

Данные о материальном ущербе от наводнений и территориях, подвергшихся наводнениям в разные годы по разным водным объектам, собранные Водной службой Главного Управления природных ресурсов показывают, что в 1999 г. были человеческие жертвы – 2 человека, в 2001 г. пострадало 1316 человек, а в 2002 г. – 131 человек. В 1999 г. только по одному г. Таштаголу ущерб составил 4,6 млн. руб., в 2001 г. – 5 млн. руб., в 2002 г. – 2,5 млн.руб. Однако, следует отметить, что эти годы были благоприятными в