

УДК: 626.814:681.518

Р.Р. Шагидуллин¹, В.З. Латыпова², О.В. Никитин², О.Г. Яковлева²¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Shagidullin@mail.ru²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, ecoanrt@yandex.ru

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ НА КУЙБЫШЕВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В работе проведена оценка техногенной нагрузки и воздействия выпусков сточных вод промышленных предприятий на качество вод Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан.

Ключевые слова: качество воды, сточные воды, оценка воздействия, техногенная нагрузка.

Введение

Водные ресурсы в бассейне р. Волга испытывают огромные антропогенные нагрузки, превышающие средние по России. Особенно они возросли после создания каскада водохранилищ на рр. Волга и Кама и, в частности, после введения в строй Куйбышевского водохранилища, относящегося к числу крупнейших техногенных водных объектов мира. Основная техногенная нагрузка на водохранилища осуществляется в местах расположения крупных городов и промышленных предприятий, включая выпуски сточных вод и неорганизованное поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком с селитебных территорий.

В данной работе обсуждаются результаты оценки техногенной нагрузки и воздействия выпусков сточных вод основных промышленных предприятий Республики Татарстан на качество поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в период 2007-2009 гг. на основе систематизации материалов статистической отчетности предприятий по форме № 2-тп (водхоз) и результатов экспериментального эколого-аналитического контроля водного объекта с использованием предложенных ранее критериев и методики оценки воздействия промышленных предприятий на водные объекты (Шагидуллин и др., 2011; Оценка качества вод..., 2009).

Оценка техногенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище производилась, в основном, от коммунально-бытовых объектов (ОАО «Зеленодольск-Водоканал» филиал «Водоканалсервис», МУП «Водоканал» г. Казань, ЗАО «Санаторий Санта», ОАО «Коммунальные сети Верхнеуслонского района», база отдыха «Газовик» ООО «Газпром Трансгаз Казань», ОАО «Чистополь-водоканал» филиал «Водоканалсервис», ОАО «Алексеевск-водоканал», ООО «Спасские коммунальные сети»), а также от ряда производственных объектов (ФГУП «ПО Завод им. Серго», ОАО «Зеленодольский завод им. Горького», ОАО «Зеленодольский фанерный завод», ОАО «Органический синтез», ОАО «Казанский завод синтетического каучука»), сбрасывающих сточные воды непосредственно в водохранилище.

Обобщенные данные по нагрузке на Куйбышевское водохранилище за счет сброса сточных вод предприятий по всем принятым критериям (Шагидуллин и др., 2011) приведены в таблице 1 (ИЗ – индекс загрязненности, КЗ – коэффициент загрязненности).

Наибольший вклад в загрязнение Куйбышевского водохранилища по расходу сточных вод (84%), а также по

суммарной массе всех сбрасываемых загрязняющих веществ (ЗВ) (70%) вносит МУП «Водоканал» г. Казань. Далее следует ОАО «Казанский завод СК» (5,5% по расходу сточных вод и 12,7% по абсолютной массе сбрасываемых ЗВ), ОАО «Органический синтез» (5,1% по расходу сточных вод и 4,6% по абсолютной массе сбрасываемых ЗВ). Определенный вклад вносят также предприятия ЖКХ крупных городов (ОАО «Зеленодольскводоканал», «Чистополь-водоканал»), вклад остальных рассмотренных предприятий и по расходу сточных вод, и по абсолютной массе сбрасываемых ЗВ составляет величину < 1%. Т.е., наибольшая масса сбрасываемых в водохранилище ЗВ приходится на те предприятия, на которых образуется наибольшее количество сточных вод по расходу.

Однако, как сообщалось (Шагидуллин и др., 2011), использованные критерии не являются однозначными характеристиками техногенной нагрузки, т.к. предприятие может сбрасывать большой объем сточных вод, но с низкими концентрациями веществ. Если эти концентрации не превышают фоновых значений, то воздействие на водный объект будет практически отсутствовать (сколько забрали

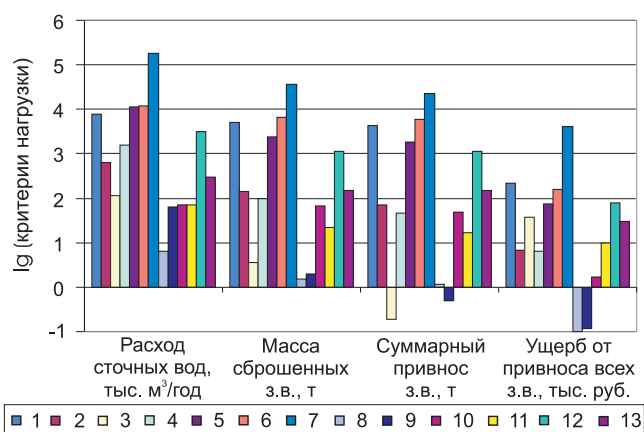


Рис. Обобщенные характеристики нагрузки на Куйбышевское водохранилище (в логарифмических координатах). 1 – ОАО «Зеленодольск-Водоканал» филиал «Водоканалсервис», 2 – ОАО «Зеленодольский завод им. Горького», 3 – ОАО «Зеленодольский фанерный завод», 4 – ФГУП ПО завод им. Серго, 5 – ОАО «Органический синтез», 6 – ОАО «Казанский завод синтетического каучука», 7 – МУП «Водоканал» (г. Казань), 8 – ЗАО «Санаторий Санта», 9 – ОАО «Коммунальные сети Верхнеуслонского района», 10 – ООО «Газпром Трансгаз Казань» (База отдыха «Газовик»), 11 – ООО «Спасские коммунальные сети», 12 – Предприятие «Чистополь-Водоканал» филиал ОАО «Водоканалсервис», 13 – ОАО «Алексеевск-Водоканал».

воды и загрязняющих веществ, столько же и сбросили).

Поэтому для более адекватной оценки нагрузки в данной работе рассчитаны привносы ЗВ в водохранилище (Табл. 1), представляющие собой разницу между массой ЗВ в составе сточных вод при водоотведении и массой ЗВ в составе природной воды, используемой при водопотреблении (Шагидуллин и др., 2011).

Как видно из таблицы 1, вывод о наибольшем вкладе МУП «Водоканал» г. Казань в техногенную нагрузку на водохранилище подтверждается и при использовании другого критерия – по привносу ЗВ: его вклад оценивается в 63% от общей нагрузки. Несколько меньший вклад в техногенную нагрузку вносят ОАО «Казанский завод синтетического каучука» (17%), ОАО «Зеленодольск-водоканал» (12%) и ОАО «Органический синтез» (5%). Вклад каждого из оставшихся предприятий в привнос ЗВ в Куйбышевское водохранилище составляет < 1%. Для предприятий «Чистополь-водоканал» и «Алексеевск-водоканал» в связи с отсутствием фоновых характеристик водного объекта в зоне их воздействия привносы не определялись. Они приняты равными абсолютной массе сбрасываемых загрязняющих веществ, поэтому однозначно завышены.

Наиболее объективным показателем суммарной нагрузки сточных вод предприятий на водный объект является следующий предложенный критерий антропогенной нагрузки на водохранилище – ущерб от привноса ЗВ в денежном выражении (Шагидуллин и др., 2011), учитывающий не только массу ЗВ, сбрасываемых предприятием в водоем, но и их относительную опасность, заложенную в неявном виде в дифференцированные ставки платы за сброс различных ЗВ. Рассчитанный суммарный ущерб по предприятиям представлен в таблице 1.

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, на первом месте из рассматриваемых предприятий по ущербу от привноса ЗВ в денежном выражении находится также МУП «Водоканал» г. Казань (ущерб составляет 86% от общего ущерба, наносимого всеми рассматриваемыми предприятиями). Ущерб от воздействия сточных вод каждого из других рассмотренных предприятий не превышает 5%.

Обращает на себя внимание, что вклад техногенной нагрузки МУП «Водоканал» г. Казань (86%) в общую нагрузку на Куйбышевское водохранилище по показателю наносимого ущерба значительно превышает вклад

(63%) того же предприятия, оцененный по привносу загрязняющих веществ. Причина этого заключается в том, что в сточных водах МУП «Водоканал» г. Казань содержится много высокотоксичных веществ (никель, цинк, алюминий, кобальт, формальдегид, нефтепродукты и т.д.), отсутствующих в сточных водах других предприятий и обладающих высокой опасностью для водного объекта и, следовательно, и высокими ставками платы. Поэтому нагрузка по критерию ущерба за привнос ЗВ в водохранилище, учитывающая не только массу, но и степень опасности веществ, лучше, чем другие «массовые» критерии, характеризует степень воздействия предприятий на водохранилище.

На рисунке сопоставлены численные значения (в логарифмических координатах) всех использованных в работе критериев нагрузки, производных от массы сбрасываемых в водохранилище загрязняющих веществ. Как видно, по критерию ущерба ОАО «Зеленодольск-водоканал» выходит на второе место по воздействию на Куйбышевское водохранилище после МУП «Водоканал» г. Казань, что также обусловлено наличием в сточных водах этого предприятия токсичных веществ, в частности тяжелых металлов. Однако концентрации этих веществ ниже, чем в сточных водах МУП «Водоканал» г. Казань.

Итак, рассматриваемые предприятия по степени техногенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище, оцениваемой с учетом ущерба от привноса ЗВ в водохранилище, можно разделить на три группы в порядке убывания:

– первая группа (высокой нагрузки) включает МУП «Водоканал» г. Казань, который по всем «массовым» критериям оказывает наиболее сильное воздействие на Куйбышевское водохранилище;

– вторая группа (средней нагрузки): ОАО «Зеленодольск-Водоканал», ОАО «Казанский завод СК», Предприятие «Чистополь-Водоканал», ОАО «Органический синтез», ОАО «Зеленодольский фанерный завод», ОАО «Алек-

Предприятие - водопользователь	Расход сточных вод, тыс. м ³ /год	Масса сброшенных ЗВ, т	Суммарный привнос ЗВ, т	Ущерб за привнос всех ЗВ, тыс. руб	ИЗ	КЗ
ОАО «Зеленодольск-Водоканал» филиал «Водоканалсервис»	7855,7	5126,87	4234,43	217,46	4,3	3,3
ОАО «Зеленодольский завод им. Горького»	624,10	142,80	71,89	6,73	2,6	2,2
ОАО «Зеленодольский фанерный завод»	114,50	3,52	0,19	37,25	1,2	0,7
ФГУП «ПО завод им. Серго»	1536,9	99,63	45,79	6,30	1,0	0,7
ОАО «Органический синтез»	11411,6	2447,69	1797,91	74,25	1,4	0,8
ОАО «Казанский завод синтетического каучука»	12158,8	6727,45	5928,57	159,27	1,5	0,9
МУП «Водоканал» (г. Казань)	185073,2	37247,26	22339,37	4126,93	2,9	2,1
ЗАО «Санаторий Санга»	6,4	1,48	1,18	0,10	3,1	2,3
ОАО «Коммунальные сети Верхнеуслонского района»	64,4	1,97	0,48	0,12	0,6	0,3
ООО «Газпром Трансгаз Казань» (База отдыха «Газовик»)	69	66,66	49,31	1,71	3,2	3,2
ООО «Спасские коммунальные сети»	71,3	21,78	17,10	9,55	24,0	23,2
Предприятие «Чистополь-Водоканал» филиал ОАО «Водоканалсервис»	3089,6	1136,80	*)	78,62	4,5	3,7
ОАО «Алексеевск-Водоканал»	305	145,97	*)	30,00	16,3	7,2

Табл. 1. Обобщенные показатели нагрузки сточных вод предприятий на Куйбышевское водохранилище. *) В связи с отсутствием фоновых характеристик в зоне воздействия данных предприятий привнос не определялся. Ущерб рассчитывался по общей массе поступивших в водохранилище загрязняющих веществ.

Ингредиенты	г. Зеленодольск			ОАО «Органический синтез»			МУП «Водоканал», г. Казань			ЗАО Санаторий «Санта»		
	выше	ниже	$\alpha, \%$	выше	ниже	$\alpha, \%$	выше	ниже	$\alpha, \%$	выше	ниже	$\alpha, \%$
Взвешенные вещества	11,9	11,3	-5,3	6	6,4	6,3	7,9	10	21,0	7,7	4,8	-60
БПК5	5,2	4,1	-26,8	1,7	1,8	5,6	1,2	2,1	42,9	1,1	1,3	14,1
Азот аммонийный	0,11	0,23	52,2	0,15	0,17	11,8	0,17	0,29	41,4	0,23	0,14	-64,3
Нитриты	<0,02	0,031	35,4	0,029	0,032	9,4	0,026	0,05	48,0	<0,02	0,022	9,0
Нитраты	2,82	1,4	-101,4	1,59	1,77	10,2	3,1	2,4	-29,2	1,9	3,8	50,0
Сульфаты	84,5	50,5	-67,3	40,2	47,3	15,0	56	58	3,4	56	57,5	2,4
Хлориды	11,0	10,9	-0,9	8,31	8,83	5,9	12	13,1	8,4	10,2	12,8	20,3
Фосфаты по Р	0,095	0,088	-8,0	0,04	0,04	0	0,11	0,15	26,7	0,10	0,11	9,1
АПАВ	<0,015	0,053	71,6	<0,015	<0,015	0	0,036	0,031	-16,1	<0,015	0,023	35,0
Нефтепродукты	<0,05	<0,05	0,0	<0,05	<0,05	0	<0,05	<0,05	0	<0,05	<0,05	0
Фенолы	0,0026	0,0040	35,0	<0,0005	<0,0005	0	0,0018	0,0022	18,2	0,0013	0,0016	18,8
Железо	<0,1	0,11	9,0	0,49	0,46	-6,5	<0,1	0,4	75,0	0,12	0,10	-20,0
Медь	0,0045	0,0060	25,0	<0,002	<0,002	0	0,0078	0,0087	10,3	0,0061	0,0080	23,8
Никель	<0,005	0,009	44,0	-	-	-	0,015	<0,005	0	<0,005	<0,005	0
Цинк	<0,004	0,009	55,0	-	-	-	<0,004	<0,004	0	0,010	<0,004	0
Марганец	0,005	0,007	28,6	-	-	-	0,031	0,035	11,4	0,031	0,088	64,8

Табл. 2. Концентрация (мг/л) загрязняющих веществ в зоне воздействия предприятий на Куйбышевское водохранилище.

сеевск-Водоканал»;

– третья группа (низкой нагрузки): ООО «Спасские коммунальные сети», ОАО «Зеленодольский завод им. Горького», ФГУП «ПО завод им. Серго», База отдыха «Газовик», ОАО «Коммунальные сети Верхнеуслонского района», ЗАО «Санаторий Санта».

Из рассмотренных «массовых» критериев наиболее адекватно отражает нагрузку на водохранилище критерий «ущерб от привноса ЗВ со сточными водами», т.к. он в неявном виде отражает как массу, так и степень опасности поступающих в водохранилище ЗВ.

Однако «концентрационный» критерий, например, ИЗ или КЗ (Шагидуллин и др., 2011; Оценка качества вод..., 2009), также важен для оценки степени воздействия, поскольку высококонцентрированные сточные воды могут нанести существенный ущерб водной экосистеме непосредственно в зоне сброса (рассеяния), т.е. до достижения зоны полного смешения.

Если «массовые» критерии характеризуют общую нагрузку на принимающий водный объект в целом, то «концентрационные» более важны для оценки воздействия сточных вод в зоне их выпуска. Применительно к водохранилищам необходимо учитывать оба ряда предложенных критериев, т.к. в условиях замедленного водообмена ЗВ способны депонироваться в донных отложениях, аккумулироваться в биоте, повышая общее содержание ЗВ в водной экосистеме.

Оценка степени воздействия сточных вод предприятий на качество вод Куйбышевского водохранилища проведена по изменению концентрации отдельных групп ЗВ в воде водохранилища в контрольных створах в зоне воздействия этих предприятий относительно концентрации в фоновых створах. Наибольший интерес представляла оценка воздействия по органическим и биогенным веществам, поскольку большинство рассматриваемых предприятий относится к коммунально-бытовой сфере. Оценка проводилась по величине коэффициентов α (%), характеризую-

щих степень воздействия (Шагидуллин и др., 2011; Оценка качества вод..., 2009).

Концентрации загрязняющих веществ в Куйбышевском водохранилище в зоне воздействия некоторых рассматриваемых предприятий, а также рассчитанные коэффициенты α (Шагидуллин и др., 2011) приведены в табл. 2. В случае близости расположения нескольких водовыпусков предприятия (предприятий) целесообразно проводить оценку их суммарного (группового) воздействия по двум створам, один из которых (фоновый) расположен выше комплекса водовыпусков, а второй (контрольный) – ниже. Этот подход применен, например, к анализу степени воздействия близко расположенных предприятий г. Зеленодольск.

Как видно из рассчитанных значений коэффициентов α , наиболее сильное влияние на качество воды Куйбышевского водохранилища прослеживается в районе г. Зеленодольска. Предприятия города вносят вклад как в увеличение концентрации ионов аммония и нитритов в контрольном створе (52,2 и 35,4%, соответственно), так и в увеличение концентрации металлов (железо – 9%, медь – 25%, никель – 44%, цинк – 55%, марганец – 28,6%), а также концентрации органических веществ (фенолов – 35%, АПАВ – 71,6%) в Куйбышевском водохранилище.

Весьма существенное влияние по ряду показателей на качество воды Куйбышевского водохранилища наблюдается в зоне воздействия выпусков сточных вод МУП «Водоканал» г. Казань. Так, воздействие по аммонии и нитритам соизмеримо с воздействием в районе г. Зеленодольска: 41,4% аммония и 48% нитритов в контрольном створе имеют антропогенное происхождение.

Заметно влияние сточных вод и по содержанию легко разлагающихся органических веществ (по величине биологического потребления кислорода (БПК)), почти 43% содержания их в контрольном створе обусловлено сбросом сточных вод МУП «Водоканал» г. Казань. Воздействие по металлам (за исключением железа) несколько слабее, чем от предприятий г. Зеленодольск, зато четко просле-

Окончание статьи Р.Р. Шагидуллина, В.З. Латыповой, О.В. Никитина, О.Г. Яковлевой «Оценка техногенной нагрузки сточных вод предприятий на Куйбышевское водохранилище»

живается влияние антропогенных биогенов: доля фосфатов в контрольном створе составляет 26,7%. Заметно также увеличение концентрации в контрольном створе специфических органических веществ – фенолов, на 18,2%.

Следует отметить, что предприятие ЗАО Санаторий «Санта», не оказывающее, по данным проведенного анализа, существенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище, выявило серьезное влияние на качество воды в 500-метровой зоне от выпуска. Воздействие прослеживается по многим показателям, а по нитратам оно достигает 50%.

Заключение

Сточные воды МУП «Водоканал» г. Казань по всем критериям: по общей нагрузке на Куйбышевское водохранилище, по воздействию на его санитарный режим за счет сброса большого количества органических веществ, аммония и нитритов, а также по привносу наибольшего количества биогенов, способствующих эвтрофикации водоема, оказывают наибольшее воздействие на Куйбышевское водохранилище.

Следующим по степени воздействия является ОАО «Зеленодольск-Водоканал». На третьем и четвертом местах в ряду приоритетных объектов, влияющих на качество вод водохранилища, стоят ОАО «Казанский завод синтетичес-

кого каучука» и предприятие «Чистополь-водоканал».

Следует обратить также внимание на ООО «Спасские коммунальные сети», сбрасывающее в Куйбышевское водохранилище относительно небольшое количество, но весьма концентрированных сточных вод, что может оказать негативное воздействие на экологическую систему водоема непосредственно в месте выпуска сточных вод.

Литература

Оценка качества вод и уровня антропогенной нагрузки предприятий на Куйбышевское и Нижнекамское водохранилища в пределах вод Республики Татарстан. *Отчет о НИР*. Казань: КГУ. 2009. 230.

Шагидуллин Р.Р., Латыпова В.З., Никитин О.В., Яковлева О.Г. Развитие подходов к оценке воздействия промышленных предприятий на водные объекты. *Георесурсы*. № 2(38). 2011. 21-23.

R.R. Shagidullin, V.Z. Latypova, O.V. Nikitin, O.G. Yakovleva.
The evaluation of technogenic load of enterprises wastewaters on Kuibyshev reservoir.

The evaluation of technogenic load and the influence of sewage output of industrial enterprises on the water quality of Kuibyshev water storage basin in the region of the Republic of Tatarstan are implemented in this work.

Keywords: water quality, waste water, impact assessment, the technogenic load.