

Оценка вклада сточных вод объекта уничтожения химического оружия в г. Камбарка в общее загрязнение водных объектов

© 2009. А.А. Абрамова, аспирант; В.Г. Исаков, д.т.н., заведующий кафедрой, Ижевский государственный технический университет, e-mail: aaa2785@mail.ru

В данной статье приводятся результаты расчёта по определению вклада сточных вод объекта уничтожения химического оружия в г. Камбарка в загрязнение рек Кама, Камбарка, Буй.

The article presents the results of calculating the share of drain water from the chemical weapon destruction object in Kambarka town in contamination of the Rivers Kama, Kambarka, Bouy.

Ключевые слова: химическое оружие, сточные воды, отравляющие вещества, кратность разбавления

Проблема уничтожения ХО и все вопросы, связанные с обеспечением экологической безопасности при функционировании объектов уничтожения ХО, остаются актуальными для России. Под обеспечением экологической безопасности понимается «состояние защищённости природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера».

Одним из потенциальных источников экологической опасности на объектах уничтожения химического оружия (УХО) являются сточные воды (СВ).

Целью проводимого исследования являлось определение эффективности переработки сточных вод объекта УХО в г. Камбарке Удмуртской Республики.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: выявление источников образования СВ на объекте уничтожения химического оружия в г. Камбарке Удмуртской Республики; оценка антропогенного воздействия на гидросферу в зоне влияния промышленного объекта.

На объекте УХО в г. Камбарке образуются производственные, хозяйственно-бытовые и дождевые сточные воды. Производственные и хозяйственно-бытовые СВ, в случае загрязнения отравляющими веществами (ОВ), направляются на установку термического уничтожения отходов с последующим прохождением реагентной очистки и сбросом очищенных стоков в хозяйственно-бытовую канализацию и далее самотёком

в р. Каму. Дождевые СВ объекта УХО после очистки на локальных очистных сооружениях самотёчным выпуском сбрасываются в р. Камбарку и в р. Буй. В аварийном случае дождевые СВ подвергаются термическому обезвреживанию.

В статье приведены результаты исследования по оценке вклада СВ объекта УХО в г. Камбарке в загрязнение водных объектов. Проведён расчёт кратностей разбавления сточных вод, сбрасываемых в реки Кама, Камбарка, Буй, и определено состояние водных объектов в контрольных створах на расстоянии 500 м от места выпуска сточных вод.

Для расчёта кратностей разбавления СВ использовались методика А.В. Караушева для рассеивающих выпусков (р. Кама и р. Камбарка) и методика Фролова – Родзиллера для сосредоточенных выпусков (р. Буй) (табл. 1) [1, 2]. Данные методики применяются для расчёта предельно допустимых сбросов веществ в водные объекты со сточными водами. Отличительной особенностью методики А.В. Караушева является детальная проработка методов решения уравнения турбулентной диффузии, позволяющих получать поле концентрации загрязняющего вещества в пределах всего рассматриваемого участка, от места сброса сточных вод до контрольного створа. Исходные данные для расчёта представлены в табл. 2 [3, 4].

В результате проведения расчётов для реки Камбарки было построено поле концентраций взвешенных веществ на участке от места сброса СВ до контрольного створа (рис. 1).

Таблица 1

Описание методик, применяемых для расчёта кратностей разбавления сточных вод в водных объектах

Автор методики	Определяемый параметр		
	Коэффициент Шези	Коэффициент турбулентной диффузии	Кратность разбавления сточных вод
Караушева	$C = \frac{1}{n_{ш}} \sqrt{H}$	$D = \frac{g \cdot H \cdot \vartheta}{M \cdot C}$	$n = \frac{S_{ст}}{S_{max}}$
Фролова-Родзиллера	$C = \frac{R^y}{n_{ш}}$	$D = \frac{g \cdot \vartheta \cdot H}{37 \cdot n_{ш} \cdot C^2}$	$n_0 = \frac{q + \gamma \cdot Q}{q}$

Примечание:

- R – гидравлический радиус потока, м;
- $y = 2,5 \cdot \sqrt{n_0} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_0} - 0,1)$;
- $n_{ш}$ – коэффициент шероховатости ложа реки;
- H – средняя глубина реки, м;
- g – ускорение свободного падения, $g=9,81 \text{ м/с}^2$;
- ϑ – средняя скорость течения реки, м/с;

- M – коэффициент, зависящий от C , $M=0,7C+6$;
- $S_{ст}$ – концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, мг/л;
- S_{max} – максимальная концентрация загрязняющего вещества на контрольном створе реки, мг/л;
- q – расход сточной воды, м³/с;
- γ – коэффициент смешивания;
- Q – расход воды водотока, м³/с.

Из рисунка 1 следует, что максимальная концентрация взвешенных веществ на расстоянии 500 м от места выпуска составит от 4 до 6 мг/л, а именно, согласно расчёту, 5,41 мг/л. Следовательно, кратность разбавления $n=1,8$ СВ даёт увеличение концентрации взвешенных веществ в контрольном створе р. Камбарки на 2,11 мг/л (39% от общего загрязнения реки взвешенными веществами). В соответствии с СанПин 2.1.5.980-00 «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [5] допускается повышение содержания взвешенных веществ в водном объекте после сброса в него сточных вод не более чем на 0,75 мг/л по сравнению с фоновым значением. В данном случае

степень очистки СВ по взвешенным веществам недостаточна для выполнения нормативных требований. По нефтепродуктам на контрольном створе наблюдается превышение ПДК в 8 раз, что обусловлено высоким их фоновым содержанием в реке (рис. 2, рис. 3).

Для определения максимальных концентраций загрязняющих веществ, сбрасываемых в р. Каму через рассеивающий выпуск, была использована номограмма, аппроксимирующая детальный метод расчёта разбавления Караушева, изложенный выше.

Из построенной номограммы (рис. 4) определяется относительное значение концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе $\bar{S}_{max} = 0,01$. Абсолютные значения находятся по формуле:

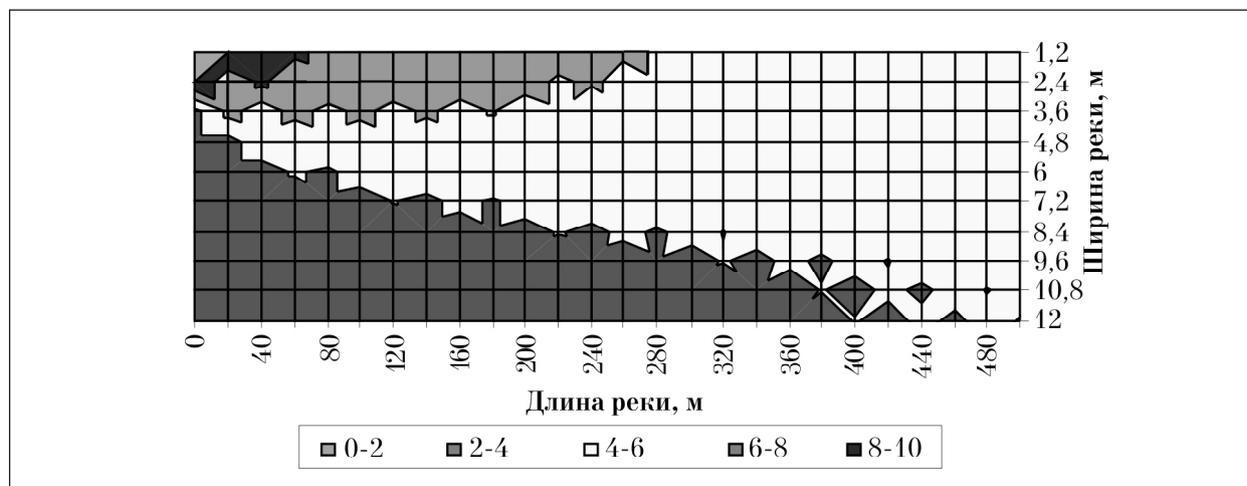


Рис. 1. Поверхностная диаграмма распространения взвешенных веществ в р. Камбарка (мг/л)

Таблица 2

Исходные данные для расчета

Название	Свойства водного объекта								Характеристика источника загрязнения		Фон водного объекта
	Расчетываемая длина, м	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м	Коэффициент извилистости водотока, Φ	Ширина водотока, м	Шероховатость dna, n_m	Мин. 30-суточный расход (Q) 95% обеспеч. летний, м ³ /сек	Средняя скорость течения реки, м/с	Название; расход (макс. в час)	Загрязняющие вещества, мг/л	
р. Буй	500	2	3,5	4,52	60	0,05	5	0,036	Очистные сооружения дождевых и бытовых стоков; 55,2	Нефтепродукты 0,05; взвешенные вещества 10.	Нефтепродукты 0,375; взвешенные вещества 3,3.
р. Кабарка	500	1	1,5	-	12	0,05	0,17	0,013	Очистные сооружения дождевых стоков; 112,5	Взвешенные вещества 10; нефтепродукты 0,05.	Взвешенные вещества 3,3; нефтепродукты 0,375.
р. Кама	500	3,5	4,5	-	650	0,035	-	0,3	Очистные сооружения бытовых стоков; 1120	Мышьяк 0,013; взвешенные вещества 1,5; нефтепродукты 0,03; сульфаты 62; хлориды 31; нитраты 8; нитриты 0,02; аммоний 0,4; СПАВ 0,1.	Взвешенные вещества 15,8; нефтепродукты 0,278; сульфаты 39; хлориды 29; нитраты 0,6; нитриты 0,009; аммоний 0,5; СПАВ 0,018.

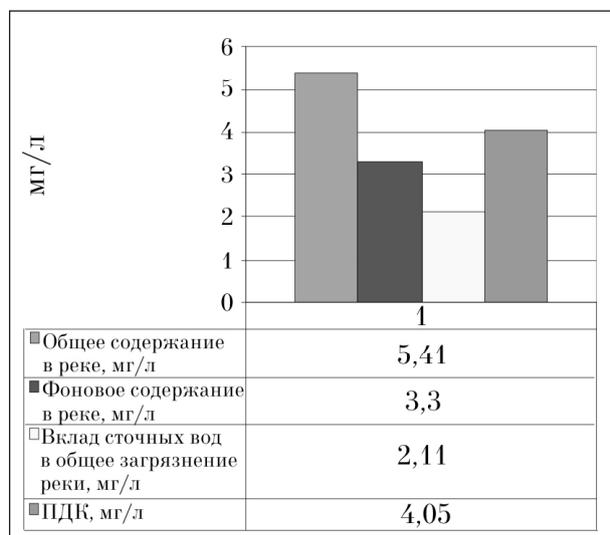


Рис. 2. Вклад сточных вод, сбрасываемых в р. Камбарку, в общее загрязнение реки взвешенными веществами

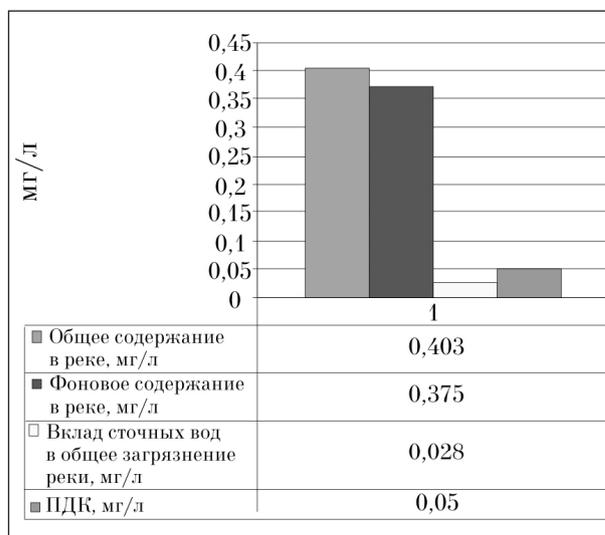


Рис. 3. Вклад сточных вод, сбрасываемых в р. Камбарку, в общее загрязнение реки нефтепродуктами

$$s_{\max}(x) = \bar{s}_{\max}(x) \cdot s_{\text{ст}}$$

Абсолютные значения максимальных концентраций S_{\max} загрязняющих веществ на расстоянии 500 м от места сброса в реку Каму сточных вод представлены в табл. 3.

Кратность разбавления сточных вод в р. Каме $n=100$.

Результаты расчёта показывают, что на контрольном створе р. Камы превышение

ПДК по загрязняющим веществам, попадающим со сточными водами, не наблюдается (табл. 3). Следовательно, вклад объекта УХО в г. Камбарке в общее загрязнение реки минимален: по нефтепродуктам 0,1 %, по взвешенным веществам 0,09%, по железу 0,1%, по сульфатам 1,6%, по хлоридам 2,06%, по азоту нитратному 12%. Однако наблюдается превышение фоновое содержания S_e нефтепродуктов над ПДК в 5,6 раза, железа в 5 раз, меди в 3 раза в р. Каме, что, согласно уравнению баланса вещества в воде водного объекта, делает сброс их в реку недопустимым.

Для реки Буй кратность разбавления СВ $n=56$. Рассчитанная концентрация взвешенных веществ на контрольном створе р. Буй равняется 3,42 мг/л. Из них 3,3 мг/л составляет фоновая концентрация и лишь 0,12 мг/л (3,5%) привносят СВ. По нефтепродуктам наблюдается фоновое превышение ПДК (ПДК=0,05 мг/л) в 7,5 раза, что обусловлено высоким их фоновым содержанием. Вклад СВ составляет 0,3% (рис. 5 и рис. 6).

Таким образом, в результате проведенных расчётов выявлено, что очистные сооружения объекта УХО и г. Камбарке в основном справляются с очисткой сточных вод до требований рыбохозяйственных нормативов, что позволяет говорить о достаточной эффективности обработки СВ. Исключение составляет р. Камбарка, на контрольном створе которой будет наблюдаться превышение ПДК по взвешенным веществам. Вклад сточных вод в общее за-

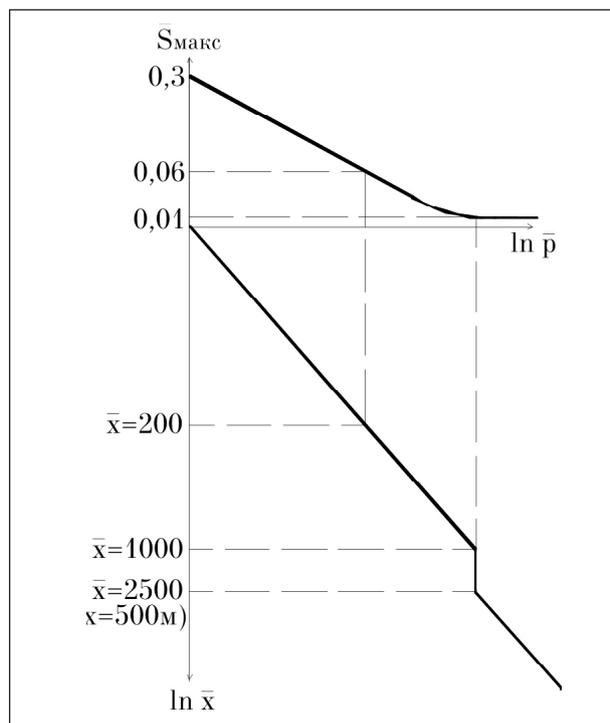


Рис. 4. Номограмма изменения относительных концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе р. Камы

Таблица 3

Максимальные концентрации загрязняющих веществ S_{max} в контрольном створе р. Кама

Загрязняющее вещество	S_e , мг/л	S_{cm_i} , мг/л	S_{max} , мг/л	ПДК _{р.х.} , мг/л
Мышьяк	–	0,013	0,00013	0,05
Взвешенные вещества	15,8	1,5	0,015	$S_e+0,75$
Нефтепродукты	0,278	0,03	0,0003	0,05
Железо общее	0,5	0,05	0,0005	0,1
Медь	0,003	0,001	0,00001	0,001
Сульфаты	39	62	0,62	100
Хлориды	29	61	0,61	300
Азот нитратный	0,6	8	0,08	40
Азот нитритный	0,009	0,02	0,0002	0,08
Аммоний	0,5	0,4	0,004	0,5
СПАВ	0,018	0,1	0,001	0,5

Примечание: S_e – фоновая концентрация загрязняющего вещества в речном потоке по данным [3]; S_{cm_i} – концентрация загрязняющего вещества в сбрасываемой сточной воде по данным [4]; ПДК_{р.х.} – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водного объекта рыбохозяйственного назначения.

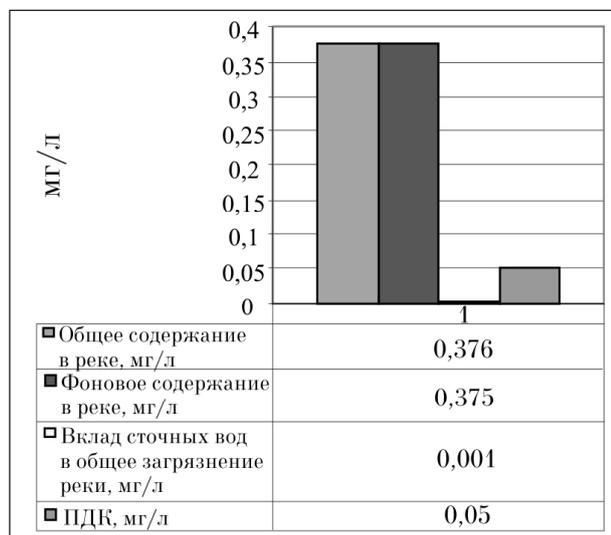


Рис. 5. Вклад сточных вод, сбрасываемых в р. Буй, в общее загрязнение реки нефтепродуктами

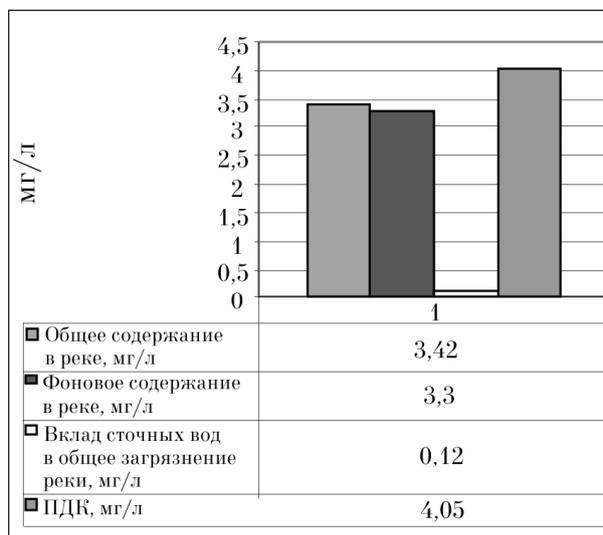


Рис. 6. Вклад сточных вод, сбрасываемых в р. Буй, в общее загрязнение реки взвешенными веществами

загрязнение водных объектов не превышает 12–39% (0,25% по мышьяку, 12% по нитратам, 39% по взвешенным веществам). Повышенные концентрации некоторых загрязняющих веществ (нитриты, нитраты, сульфаты, фосфаты, взвешенные вещества, БПК) на контрольных створах рек связаны с их высокими фоновыми значениями.

Литература

1. Методика расчёта предельно допустимых сбросов веществ в водные объекты со сточными водами). Харьков: ВНИИВО, 1990. 58 с.

2. Воробьёва О.Г. Инженерная защита окружающей среды. СПб.: «Лань», 2002. 288 с.

3. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды в Удмуртской Республике в 2006 г.» // Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2007. 230 с.

4. Информация об экологическом состоянии природной среды на границах санитарно-защитной зоны и в зоне защитных мероприятий объекта по уничтожению ХО в г. Камбарке в 2007 году. Ижевск: РЦ СГЭКиМ по УР, 2007.

5. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПин 2.1.5.980-00. М: Федеральный центр санэпиднадзора Минздрава России, 2000. 24 с.