

ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

УДК 574.3:57.042
ББК (Б)26.22 67.407

И.Б. Ведерников, Г.Т. Фрумин

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Представлены результаты исследования влияния снижения требований к качеству сточных вод, поступающих от абонентов централизованных систем водоотведения на эффективность работы очистных сооружений, обслуживаемых предприятиями ВКХ. На основании среднедлительных данных химического анализа по 14 показателям содержания в сточных водах веществ до и после очистки построены модели зависимости качества очистки от гидравлической и массовой нагрузки на очистные сооружения. На примере одного из наиболее типичных предприятий ВКХ, расположенных в Ленинградской области, выявлено, что 3% абонентов централизованных систем водоотведения являются поставщиками более 90% загрязнений. Определены показатели снижения загрязнения водного объекта веществами, сбрасываемыми в составе сточных вод, в результате уменьшения их концентраций в водах, поступающих на очистку.

Ключевые слова:

качество поверхностных вод, нормирование, охрана окружающей среды, очистные сооружения, предприятие ВКХ, сточные воды.

Ведерников И.Б., Фрумин Г.Т. Влияние изменения законодательства в области государственного регулирования природопользования на эффективность водоохранных мероприятий // Общество. Среда. Развитие. – 2015, № 2. – С. 138–144.

© Ведерников Игорь Борисович – кандидат биологических наук, старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург; e-mail: ivedernikov@ro.ru

© Фрумин Григорий Тевелевич – доктор химических наук, профессор, Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург; e-mail: gfrumin@mail.ru

Охрана водных объектов является одной из приоритетных задач рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности населения. Наземные водные объекты формируют значительную ресурсную базу для водопользования, кроме того, поверхностные водоемы и водотоки представляют собой среду жизни пресноводных организмов и формируемых ими экосистем [11–13].

Наряду с усилением негативного влияния антропогенных факторов на водные ресурсы возрастает также роль водоохранных мероприятий. В том числе, совершенствуется система водного законодательства, что можно отметить как положительное антропогенное влияние.

Вынос веществ и микроорганизмов в водные объекты является негативным воздействием на состоянии окружающей

среды. Формирование качества водных объектов в значительной мере зависит от состава и количества сбрасываемых сточных вод, образующихся в результате хозяйственной и иной деятельности.

Предприятия водно-коммунального хозяйства (ВКХ, Водоканалы) на практике являются наиболее вовлеченными в природоохранную деятельность. Выполняя функции приема и очистки хозяйственно-бытовых, ливневых и промышленных сточных вод, предприятия ВКХ с определенной эффективностью снижают и предотвращают антропогенную нагрузку на гидросферу.

Наряду с функциями по очистке хозяйственно-бытовых сточных вод, а также поверхностного стока с территорий населенных мест, Водоканал принимает до 40% промышленных сточных вод, чаще

всего содержащих преобладающее количество загрязняющих веществ.

Технические условия приема сточных вод в основном зависят от конфигурации и производительности очистных сооружений перед выпуском в водный объект. Качественные характеристики принимаемых сточных вод в системы централизованного водоотведения (ЦСВ) могут на несколько порядков превышать нормативные значения допустимого воздействия на водные объекты (НДВ), которые выражаются в том числе в виде предельно допустимых уровней воздействия (ПДУ) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение требований к качеству сточных вод абонентов ЦСВ и водопользователей

Показатель	Тех. нормативы	ПДУ*	Кратность снижения
pH	6,0–9,0	6,5–8,5 [9]	±10
Взвешенные вещества, мг/дм ³	300	10,25 [7]	30
БПК _{п.} , мг O ₂ /дм ³	300	3 [7]	100
ХПК, мг O/дм ³	500	30 [9]	16,7
NH ₄ ⁺ (N), мг/дм ³	50	0,4 [7]	125
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	—	0,08 [7]	—
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	—	40 [7]	—
Сухой остаток	3000	1000 [9]	3
Cl ⁻	1000	300 [8]	3,3
SO ₄ ²⁻	300	100 [8]	3
Fe _{общ.}	3	0,1 [8]	30
PO ₄ ³⁻	12 (P _{общ.})	0,15 [8]	100
Нефтепродукты	10	0,05 [8]	200
СПАВ	10	0,5 [8]	20

*Приведены величины ПДУ для воды водного объекта культурно-бытового значения первой рыбохозяйственной категории.

Из представленных данных следует, что предприятия должны обеспечить стократную и более очистку сточных вод по таким показателям, как биологическое потребление кислорода полное (БПК_{п.}), азот аммонийный (NH₄⁺ /N/), фосфаты (PO₄³⁻) и нефтепродукты (Н/пр-ты); десятикратную и более по показателям: взвешенные вещества (Взв.в-ва.), химическое потребление кислорода (ХПК), железо общее (Fe_{общ.}) и синтетические поверхностно активные вещества (СПАВ); в несколько раз по показателям: общая минерализация (Сух. ост.), хлориды (Cl⁻) и сульфаты (SO₄²⁻).

В связи с вступлением в силу Федерального закона от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [10], а так же подзаконных актов [1–4], к хозяйствующим субъектам, являющимся абонентами предприятий ВКХ, и сбрасывающим в единую ЦСВ более 200 м³/сут. сточных вод суммарно по всем выпускам, предъявляются требования, аналогичные требованиям для водопользователей. Так, абоненты соответствующих категорий должны осуществлять платежи за негативное воздействие на водные объекты, в связи с чем должны иметь всю необходимую разрешительную документацию: разрешение на сброс, нормативы допустимого сброса (НДС) и иные.

НДС для абонентов разрабатываются согласно методике, утвержденной приказом Минприроды от 17 декабря 2007 г. № 333 (в редакции Приказов Минприроды от 22.07.2014 г. № 332, и от 29.07.2014 г. № 339) [5, 6].

Основой природоохранного нормирования служит принцип непревышения НДВ, которыми выступают предельно допустимые концентрации веществ и микроорганизмов (ПДК) в воде водных объектов различных категорий использования.

Следовательно, требования к качеству сточных вод, поступающих от абонентов, многократно жесточайше.

Фактически суммарная допустимая нагрузка на очистные сооружения (ОС) в части качественного состава сточных вод определяется из нормативных показателей качества сбрасываемых вод и эффективности работы ОС:

$$C_{\text{ex},ij}^* = \frac{C_{\text{НДС},ij}}{100 - \alpha_{ij}} \cdot 100, \quad (1)$$

$$\alpha_{ij} = \frac{M_{\text{вых},ij}}{M_{\text{ex},ij}} \cdot 100, \quad (2)$$

$$M_{\text{вых},ij} = q \cdot C_{\text{вых},ij}, \quad (3)$$

$$M_{\text{ex},ij} = q \cdot C_{\text{ex},ij}, \quad (4)$$

$$C_{\text{НДС},ij} = \min(\bar{C}_{\text{ФАКТ},ij}, \text{ПДК}_i), \quad (5)$$

где $C_{\text{вх},ij}^*$ – допустимая нагрузка на очистные сооружения;

α_{ij} – эффективность очистки сточных вод, %;

$M_{\text{вых},ij}$, $M_{\text{вх},ij}$ – масса примесей в составе сточных вод на выходе и входе в ОС, т;

$C_{\text{вх},ij}$, $C_{\text{ex},ij}$ – концентрация примесей в составе сточных вод на выходе и входе в ОС, мг/дм³;

q – расход сточных вод, м³/мес.;

$C_{ндс\ ij}$ – ПДУ содержания веществ и микроорганизмов в сбрасываемых сточных водах в водный объект, мг/дм³;

$\bar{C}_{факт\ ij}$ – средняя за период фактическая концентрация веществ и микроорганизмов в сточных водах, мг/дм³;

ПДК_{*i*} – предельно допустимая концентрация веществ и микроорганизмов в сточных водах, мг/дм³;

i – вид вещества или микроорганизмов;

j – период.

Таким образом, в условиях преобразования природоохранного законодательства складываются предпосылки увеличения эффективности водоохраных мероприятий организаций ВКХ, одна из таких организаций рассматривается в данной работе.

Объект исследования – процессы водоотведения и очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод на примере предприятия МУП «Водоканал г. Пикалево».

Формирование общего объема сточных вод, поступающих на очистку, происходит при их отведении от абонентов (табл. 2).

Данные табл. 2 указывают на то, что 3% организаций, которые принадлежат к абонентам «200+» образуют 92% объема сточных вод. Среди них 22% относятся к коммерческим предприятиям, занимающимся производством и переработкой продукции.

Сравнительная характеристика объемов водоотведения и водопотребления указывает на сбалансированность этих показателей (рис. 1).

Водопотребление, м³/сут.

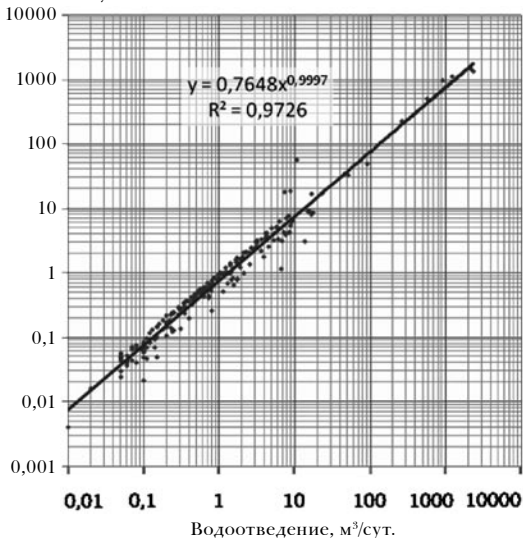


Рис. 1. Характеристики баланса водопотребления и водоотведения (БВВ) абонентов.

В конечном итоге все очищенные сточные воды поступают в водный объект – реку Рядань, которая является притоком

Таблица 2

Распределение объемов водоотведения среди абонентов МУП «Водоканал г. Пикалево» (в числителе – суточный объем водоотведения, м³/сут., в знаменателе – количество организаций в категории)

Организации	Категории абонентов*					Итого
	200+	20+	10–20	<10	<1	
Бюджетные организации	263,9	143,1	63,8	90	5,8	566,6
	1	2	4	17	17	41
Муниципальные предприятия	—	—	—	2,29919	—	2,29919
	—	—	—	1	—	1
Управляющие компании (по населению)	4503,6	—	10,7	—	—	4514,3
	2	—	1	—	—	3
Собственные нужды	913,481	—	—	—	—	913,481
	1	—	—	—	—	1
Коммерческие предприятия, ИП + Физические лица	1794,6	69,59	47,22	170,24	34,33	2115,98
	2	2	3	53	101	161
Итого	7475,58	212,69	121,72	262,539	40,13	8112,66

* Категории абонентов: «200+» – организации, суммарный объем водоотведения по всем выпускам в одну ЦСВ составляет более 200 м³/сут. (приравниваются к водопользователям [1]); «20+» – организации, суммарный объем водоотведения по всем выпускам в одну ЦСВ составляет более 20 м³/сут. (должны ежегодно подавать декларацию и качестве сточных вод в природоохранные гос. органы [3]); «10–20» – организации, суммарный объем водоотведения по всем выпускам в одну ЦСВ составляет 10–20 м³/сут.; «<10» – организации, суммарный объем водоотведения по всем выпускам в одну ЦСВ составляет менее 10 м³/сут.; «<1» – организации, суммарный объем водоотведения по всем выпускам в одну ЦСВ составляет менее одного кубического метра в сутки.

первого порядка р. Тихвинка – притока второго порядка р. Сясь бассейна Ладожского озера. Река Рядань имеет код ЛАД Сясь 0096 0065. Водный режим р. Рядань характеризуется зимней меженью, весенним половодьем, летне-осенней меженью. На р. Рядань построены два гидроузла. Гидроузел № 1 находится в 53-х км от устья и используется для производственного водоснабжения предприятия ЗАО «Базэл-Цемент-Пикалёво». В 4 км от гидроузла № 1 вниз по течению построен гидроузел № 2, минимальный санитарный пропуск воды через него составляет 0,43 м³/с.

Среднегодовой расход 95% обеспеченности р. Рядань в створе гидроузла № 2 – 1,14 м³/с, минимальный среднемесячный расход: зимний – 0,43 м³/с, летний – 0,5 м³/с.

Качественные характеристики очистки сточных вод определялись методами

химического анализа по 14 показателям на входе в ОС и перед выпуском в водный объект ежемесячно в период с 2011 по 2014 гг. (табл. 3).

Анализ полученных данных указывает на ярко выраженную повторяющуюся сезонность формирования антропогенного стока (рис. 2).

На рис. 2 отчетливо обозначены периоды минимумов и максимумов, что примечательно, совпадающие с основными гидрологическими датами водного объекта – приемника вод.

Согласно технологическим особенностям физико-химической и биологической очистки сточных вод, на их эффективность оказывает влияние качество поступающих сточных вод, а так же гидравлическая нагрузка, при возрастании которой эффективность очистки должна снижаться. Данные

Таблица 3

Среднегодовые характеристики сточных вод
(в числителе – до очистки, мг/дм³; в знаменателе – после очистки, мг/дм³)

Показатель	Период (месяц)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Расход, м ³ /мес	229,3	228,1	235,1	240,2	258,9	248,1	255	227,7	250,5	287,7	225	228,6
Взв. в-ва	106,2	133,4	104,0	170,2	236,2	153,6	—	104,3	156,0	129,0	109,0	89,8
	2,6	2,4	2,8	2,7	2,5	2,5	—	2,5	2,5	2,8	2,8	2,4
рН	8,59	8,73	8,80	8,86	8,74	8,45	—	8,18	8,90	8,86	8,89	9,05
	7,55	7,78	7,65	7,70	7,53	7,43	—	8,46	7,24	7,61	7,38	7,75
БПКп.	102,9	112,0	98,7	169,5	90,6	125,3	—	71,7	98,0	69,7	60,9	43,1
	3,0	2,9	3,1	3,0	3,0	3,1	—	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
ХПК	213,4	158,1	211,2	231,4	224,0	372,4	—	196,8	144,2	141,4	153,6	114,0
	30,0	31,0	29,0	28,0	31,0	32,0	—	30,0	23,0	29,2	27,0	21,6
NH ₃ ⁺ (N)	18,50	28,00	36,00	33,00	28,00	25,00	—	31,00	26,00	27,00	27,00	6,20
	0,36	0,34	0,38	0,37	0,32	0,36	—	0,38	0,18	0,36	0,33	0,35
NO ₂ ⁻	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	—	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
NO ₃ ⁻	1,30	1,70	0,85	1,35	1,00	2,00	—	1,40	1,40	1,55	1,70	1,10
	8,96	8,93	8,99	8,17	8,43	8,95	—	8,67	6,83	8,73	8,57	8,13
Сух. ост.	480	555	518	600	491	503	—	466	559	507	536	402
	385	380	390	380	349	390	—	391	378	391	368	289
Cl ⁻	5,0	5,0	5,0	9,0	5,0	5,0	—	44,3	40,4	46,0	47,5	46,1
	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	—	33,0	31,2	33,9	33,0	31,0
SO ₄ ²⁻	32	35	35	35	35	41	—	25	33	30	31	35
	22	19	25	23	22	22	—	22	21	23	21	20
Fe _{общ.}	0,90	1,20	1,45	1,20	1,00	1,15	—	0,70	0,74	0,70	0,72	0,74
	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	—	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
P _{общ.}	0,45	0,49	0,58	0,54	0,50	0,48	—	0,41	0,89	0,49	0,45	0,41
	0,30	0,28	0,32	0,13	0,13	0,20	—	0,20	0,30	0,19	0,19	0,20
Нефтепродукты	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	—	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	—	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
СПАВ	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	—	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	—	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008

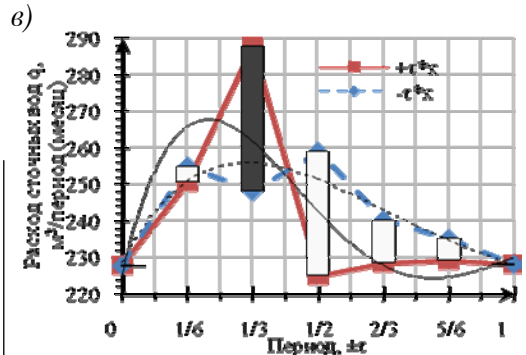
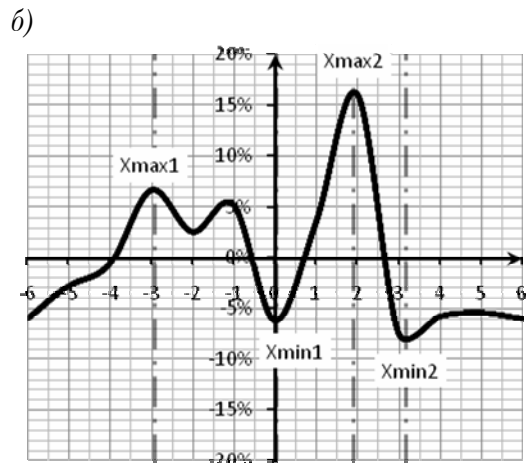
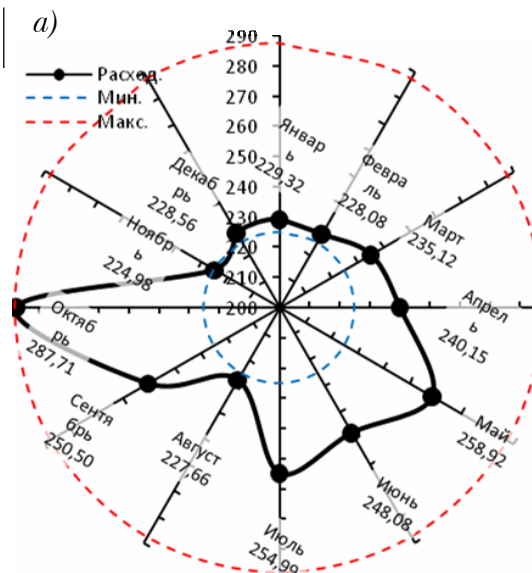


Рис. 2. Годовое распределение расхода сточных вод (а – абсолютное распределение расхода, м³/месяц; б – распределение расхода относительно среднего значения расхода и точки отсчета в августе, %; в – распределение расхода по осеннему (+t) и весеннему (-t) периодам относительно точки отсчета в августе, м³/месяц)

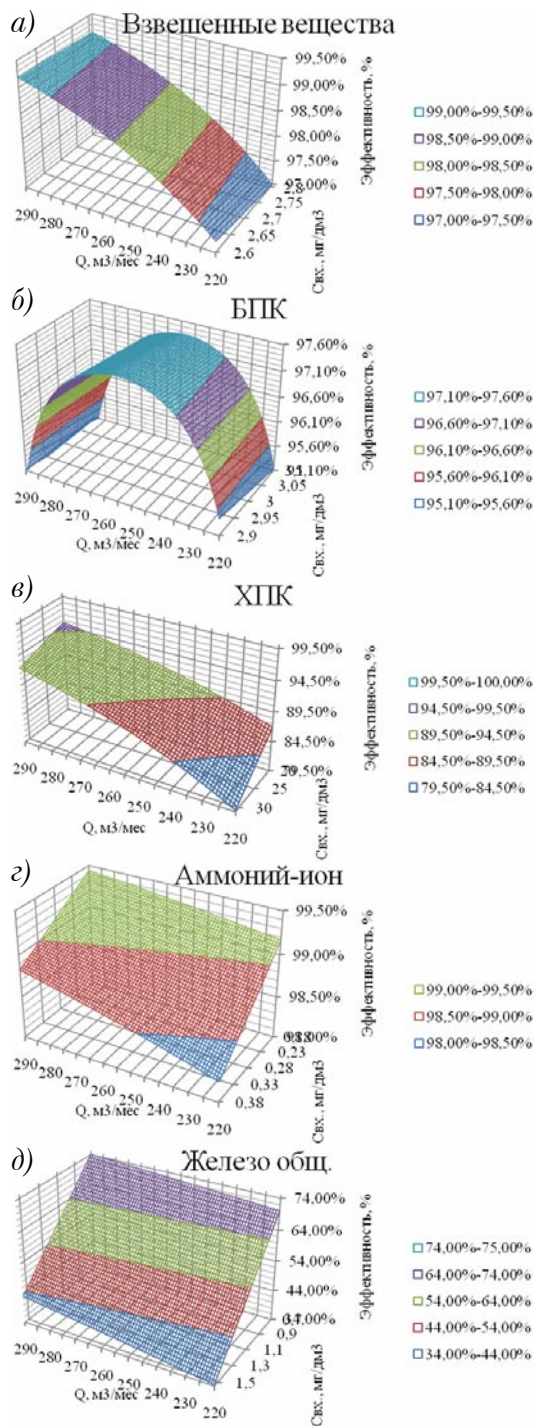


Рис. 3. Зависимость эффективности очистки сточных вод от гидравлической (Q , м³/мес.) и массовой (C , мг/дм³) нагрузки (а – изменение эффективности очистки по взвешенным веществам, б – изменение эффективности очистки по БПК, в – изменение эффективности очистки по ХПК, г – изменение эффективности очистки по аммоний-иону, д – изменение эффективности очистки по общему железу)

Снижение загрязнения водного объекта веществами, сбрасываемыми в составе сточных вод, в результате снижения их концентраций в водах, поступающих на очистку

Показатель	Снижение загрязнения, %
Взвешенные вещества	20
pH	3
Биологическое потребление кислорода	21
Химическое потребление кислорода	18
Азот аммонийный	22
Нитрит-анион	0
Нитрат-анион	0
Сухой остаток (минерализация)	0
Хлориды	0
Сульфат-анион	0
Железо общее	20
Фосфаты	15
Нефтепродукты	0
Синтетические поверхностно активные вещества	0

положения справедливы для условий, когда концентрации примесей, поступающих на очистку, постоянны. В реальных условиях качественные и количественные характеристики сточных вод определенным образом связаны, что указывает на зависимость нелинейного характера в системе $\mathcal{E} = f(q, C)$, где \mathcal{E} – эффективность очистки сточных вод, q – расход сточных вод, C – концентрация вещества в сточной воде (рис. 3).

На рис. 3 указаны основные виды зависимостей (5 из 14) эффективности очистки сточных вод. В целом, указанные зависимости с достаточной надежностью аппроксимируются экспоненциальным уравнением вида:

$$\mathcal{E} = 1 - \frac{C_{\text{вых.}}}{a \cdot e^b}, \quad (6)$$

где \mathcal{E} – эффективность очистки сточных вод, %;

$C_{\text{вых.}}$ – концентрация вещества в сбрасываемых сточных водах, мг/дм³;

Q – расход сточных вод, м³/мес.;

a и b – эмпирические коэффициенты.

Вместе с тем, несмотря на общую выраженность полученных свойств, очистка по показателю БПК_п имеет несколько иную зависимость и аппроксимируется квадратным уравнением вида:

$$\mathcal{E} = 1 - \frac{C_{\text{вых.}}}{a + b \cdot Q + c \cdot Q^2}, \quad (7)$$

где a , b и c – эмпирические коэффициенты.

В случае с БПК наблюдается экстремум, соответствующий пику производительности, зависящему серии значений расхода сточных вод. После превышения определенного значения Q наблюдается снижение эффективности очистки. При очистке по другим ингредиентам наблюдается лишь снижение прироста эффективности. При этом во всех случаях отмечается увеличение эффективности очистки при снижении массовой нагрузки (C , мг/дм³).

Ужесточение требований к основным вкладчикам загрязнений приводит именно к снижению содержания в сточных водах концентраций загрязняющих веществ при сохранении динамики стока.

Таким образом, если условно принять изменения, представленные в табл. 1, которые коснутся промышленных предприятий, поставляющих на очистку 22% сильно загрязненных сточных вод, то фактическая масса сбрасываемых веществ в водный объект с учетом закономерностей изменения эффективности очистки по веществам снизится на величины, приведенные в табл. 4.

Исходя из результатов моделирования, представленных в табл. 4, в среднем по 6-ти нормируемым показателям масса сброса веществ в водный объект снизится на 20%, что с точки зрения природоохраны играет роль значимого положительного показателя.

Однако с экономической точки зрения для предприятий ВКХ данная тенденция носит негативный характер – она обозначает, что до 20% производственных мощностей в процессе водоочистки станут невостребованными. В условиях убыточности более чем половины водоканалов в России, 20%-е снижение хоздоговорных объемов финансирования при сохранении уровня эксплуатационных затрат для большинства предприятий ВКХ может оказаться дестабилизирующим фактором. Выходом из сложившейся ситуации может служить техническое перевооружение водоканалов наряду с занятием основного положения на рынке эксплуатации сооружений доочистки промышленных сточных вод предприятий-абонентов ЦСВ.

Полученные в ходе исследования результаты имеют теоретическую и практическую значимость при решении проблемы эффективности схем водоснабжения и водоотведения, а так же схем комплексного использования и охраны водных объектов.

Выявленные закономерности открывают новое поле для проведения исследований в областях прикладной экологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды. Следующим этапом комплекс-

ного исследования планируется совершенствование системы нормирования качества водной среды, на основании полученных результатов в данной и других работах.

Список литературы:

- [1] Постановление Правительства РФ от 18.03.2013 № 230 «О категориях абонентов, для объектов которых устанавливаются нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов» // Собрание законодательства РФ. – 2013, № 12. – Ст. 1332. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_143604/
- [2] Постановление Правительства РФ от 21.06.2013 № 525 «Об утверждении Правил осуществления контроля состава и свойств сточных вод» // Собрание законодательства РФ. – 2013, № 26. – Ст. 3347. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148199/
- [3] Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 05.01.2015) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2013, № 32. – Ст. 4306. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173621/
- [4] Постановление Правительства РФ от 30.04.2013 № 393 «Об утверждении Правил установления для абонентов организации, осуществляющих водоотведение, нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в водные объекты через централизованные системы водоотведения и лимитов на сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2013, № 20. – Ст. 2489. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_145933/
- [5] Приказ Минприроды России от 29.07.2014 № 339 «О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 17 декабря 2007 г. N 333 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (Зарегистрировано в Минюсте России 02.09.2014 № 33938) // Российская газета. – 2014, № 229. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168688/
- [6] Приказ МПР России от 17.12.2007 № 333 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.02.2008 № 11198) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2008, № 22. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168718/
- [7] Приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 03.09.2009 № 14702) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2009, № 43. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=91976>
- [8] Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.02.2010 № 16326) // Российская газета. – 2010, № 46. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW&n=98704&req=doc>
- [9] СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000) (с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014) // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – 2001, № 2. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=98117>
- [10] Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 29.12.2014) «О водоснабжении и водоотведении» // Собрание законодательства РФ. – 2011, № 50. – Ст. 7358. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173461/
- [11] Фрумин Г.Т. Экологически допустимые уровни воздействия металлами на водные экосистемы // Биол. внутр. вод. – 2000, № 1. – С. 125–131.
- [12] Фрумин Г.Т., Баркан Л.В. Комплексная оценка загрязненности Ладожского озера по гидрохимическим показателям // Водн. ресурсы. Т. 24. – 1997, № 3. – С. 315–319.
- [13] Фрумин, Г. Т., Гильдеева, И. М. Эвтрофирование водоемов – глобальная экологическая проблема // Экологическая химия. Т. 22. – 2013, № 4. – С. 191–197.