

Экологические проблемы и природопользование

УДК 504.064

О.В. Гагарина, А.Г. Куртеева

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В ГОРОДСКИХ РЕКАХ, ПОПАДАЮЩИХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ФОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КАРЛУТКА В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА ИЖЕВСКА)

Представлено исследование гидролого-гидрографических свойств водных объектов для решения прикладных задач водопользования. На примере малой городской реки были рассмотрены особенности разбавления сточных вод от организованных промышленных источников загрязнения. Для этого в основные фазы водного режима вблизи выпусков сточных вод изучались морфометрические характеристики русла реки, определялись поверхностные и придонные скорости течения воды. Используя вышеуказанные данные, а также технические параметры источников загрязнения (конструкция и положение выпусков, расход сточных вод и концентрация в них загрязняющих примесей), была выбрана адекватная прикладная математическая модель, описывающая процесс переноса загрязняющей примеси в максимально-загрязненной струе водного объекта, и смоделирован процесс разбавления стоков. В итоге были выявлены критические показатели качества воды и определены размеры зон загрязнения и зон влияния выпусков. С учетом полученных результатов моделирования разбавления сточных вод в русле типичной малой реки урбанизированной территории для предприятий-водопользователей были даны рекомендации по улучшению ситуации в водных объектах – приемниках сточных вод.

Ключевые слова: малые реки, гидрохимический фон, факторы разбавления сточных вод, моделирование процесса разбавления сточных вод.

Гидрологическая сеть территории города Ижевска представлена рекой Иж в среднем течении и многочисленными крупными и мелкими ее притоками. В целом по территории г. Ижевска протекает более 20 водотоков. Большинство из них по общепринятой гидрографической классификации относятся к мельчайшим (длиной до 10 км) и самым малым (10-25 км) водотокам. При этом сточные воды от промышленных предприятий на 2016 г. в пределах города организовано отводились в Ижевский пруд, в рр. Иж, Вожойка, Пазелинка, Позимь, Октябринка и Старковка, а также в р. Карлутка [1].

В результате постоянных и интенсивных сбросов сточных вод на участках заросших и замусоренных русел городских малых рек, при слабых скоростях течения воды, возможно формирование устойчивых зон загрязнения.

Ситуация усугубляется еще и тем, что реконструкция большинства организованных выпусков сточных вод от промышленных объектов проходила в основном в период 1950–1970-х гг.

С тех пор, в результате градостроения по берегам рек, а также естественных процессов в речных руслах значительно изменились морфометрические и гидрологические характеристики водных объектов, следовательно, и условия разбавления сбрасываемых в них через выпуски сточных вод.

Все это вызывает необходимость уточнения нормирования содержания загрязняющих веществ в отводимых сточных водах и требует более тщательного формирования сети ведомственного гидрохимического мониторинга, в том числе выбора репрезентативных контрольных створов наблюдения.

На сегодняшний день для рек Ижевска не установлены следующие основные закономерности отведения сточных вод: отсутствует анализ разбавления сточных вод на всем протяжении русла (с учетом действия последовательно расположенных выпусков сточных вод от разных источников загрязнения); не определены размеры зон загрязнения (при их формировании) и устойчивость этих зон во времени; не установлены расстояния от выпусков до зон полного смешения сточных вод (где происходит достижение речными водами фоновых показателей качества воды).

Остается до конца не выясненной динамика морфометрических и гидрологических характеристик водных объектов – приемников сточных вод в районах организованных сбросов сточных вод.

Объект и методы исследования

Объектом исследования явилась р. Карлутка, в русле которой находятся организованные выпуски сточных вод от промышленных производств.

Предмет исследования – прогноз качества воды ниже выпусков сточных вод.

Целью исследования явился анализ условий и процессов разбавления в русле реки в районе организованных выпусков сточных вод.

В задачи исследования входили:

- 1) гидрометрические работы в русле реки и измерение скоростного режима реки в створах, приближенных к организованным выпускам сточных вод;
- 2) сбор и обработка информации по выпускам сточных вод и характеристике стоков;
- 3) сбор информации по фоновым показателям качества речной воды;
- 4) расчет расходов воды 95 % обеспеченности;
- 5) моделирование процессов разбавления сточных вод в русле реки.

Река Карлутка относится к малым речным системам (длина 12,4 км) с очень слабым перемешиванием сточных вод в русле реки (расчетный расход воды 95 % обеспеченности на устьевых участках русла реки составляет всего 0,003 м³/с).

Особенность гидрографии состоит в том, что этот водоток полностью протекает по территории г. Ижевска, при этом бассейн Карлутки включает густонаселенную и застроенную центральную и юго-восточную части города. В силу чего он претерпел значительную планировку и смену подстилающей поверхности. Большую часть бассейна, примерно 70 %, занимают территории с искусственными покрытиями (более 60 % – селитебная зона, и около 13 % – промышленные предприятия и автотрассы). Участки с естественной древесно-кустарниковой растительностью в пределах бассейна реки представлены локально и составляют лишь 10 % от общей площади бассейна реки.

Таким образом, эта речная система является классическим примером рек урбанизированных территорий, чье качество воды формируется под мощным организованным и неорганизованным воздействием города, при плотности выпусков промышленных сточных вод, равной один выпуск на 1,6 км протяженности русла этой реки.

Несмотря на благоприятную тенденцию водоотведения в русло этой реки (рис. 1), являясь коллектором стоков, она принимает не только нормативно очищенные, но и недостаточно очищенные сточные воды стоки (рис. 2).

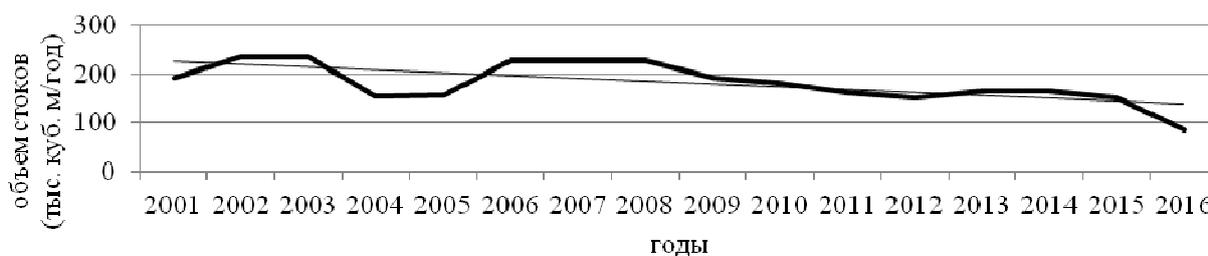


Рис. 1. Динамика отведения сточных вод в русло р. Карлутки (по материалам Доклада [1])

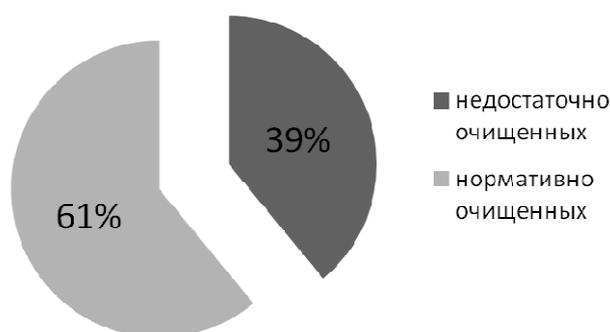


Рис. 2. Структура сточных вод, отводимых в р. Карлутка на 2016 г. (по материалам Доклада [1])

Наиболее типичными загрязнителями для реки (по массе сброса) являются взвешенные вещества и минеральные соли [1].

Обследование русла реки проводилось в трех створах, приближенных к выпускам производственной канализации.

Долина реки в исследуемом отрезке русла имеет U-образную форму поперечного профиля, с крутыми берегами, высотой 0,3–0,5 м. Пойма, выраженная в основном с правого берега, плоская, большей частью заболочена и покрыта густым ивняком.

Разбавление сточных вод в водотоках зависит от совместного действия двух основных групп факторов: 1) гидрологических и гидродинамических условий реки; 2) конструктивных и технических характеристик выпусков сточных вод [2].

Область водного объекта, находящуюся под воздействием источника загрязнения, принято подразделять на зону загрязнения и зону влияния. Зона загрязнения, та зона, где в результате поступления сточных вод от выпуска происходит нарушение естественных биохимических процессов, содержание загрязнителя в природных водах при этом превышает установленные для водного объекта санитарно-гигиенические нормативы. Зона влияния выпуска – это область в водном объекте, в которой приход сточных вод из зоны загрязнения или непосредственно из выпуска сточных вод не приводит к нарушению нормативного качества воды [2].

В представленной работе из факторов первой группы исследовались морфометрические характеристики водотока в районе выпуска сточных вод – ширина и глубина русла. Особое внимание уделялось параметрам, отвечающим за гидравлические условия смещения сточных вод с речными водами – скорость течения и шероховатость дна русла.

По второй группе факторов анализировалось положение выпуска относительно береговой и стрежневой частей русла, тип оголовка, расход сточных вод и их состав.

При сбросах сточных вод в водные объекты одним из основных решаемых вопросов является расчет разбавления.

Основным уравнением теории разбавления сточных вод является полученное В.М. Маккавеевым в 1931 г. дифференциальное уравнение турбулентной диффузии. Оно описывает перенос вещества в потоке под влиянием турбулентного перемешивания, и для консервативного вещества в общем случае имеет вид [3]:

$$vx \frac{dc}{dx} + vy \frac{dc}{dy} + vz \frac{dc}{dz} - Dx \frac{d^2c}{dx^2} - Dy \frac{d^2c}{dy^2} - Dz \frac{d^2c}{dz^2} = - \frac{dc}{dt}, \quad (1)$$

где x, y, z – координатные оси соответственно вдоль потока, нормально направлению потока в горизонтальной плоскости, например от левого берега к правому, и в вертикальной плоскости, например, сверху вниз; vx, vy, vz – компоненты скорости течения по соответствующим координатам; D – коэффициент турбулентной диффузии; c – концентрация компонента.

Практический метод расчета турбулентного перемешивания, который основан на численном способе решения дифференциального уравнения, был предложен А.В. Караушевым в 1946 г. [4].

При преобразовании этого уравнения А.В. Караушевым были приняты следующие упрощения:

- выполнение прогноза качества воды на определенные расчетные условия дает право расчетное состояние рассматривать как установившееся, следовательно, dc/dt принимается равным 0;
- при принятии прямолинейности потока и учета извилистости русла каким-нибудь другим путем, поперечные составляющие скорости течения воды можно принять равными нулю, то есть $vy = 0$ и $vz = 0$. Это позволяет исключить из уравнения (1) второй и третий члены левой части.

В рассматриваемом случае моделирование разбавления сточных вод проводилось с «частым» расчетным шагом, равным 10 м. При таком дроблении расчетного участка 10-ти метровые отрезки русла реки можно принять относительно прямолинейными;

- при глубинах менее 3-5 м, а в данном случае глубина русла не превышает 0,5 м (табл.), выравнивание концентраций по глубине наблюдается непосредственно вблизи выпуска сточных вод, соответственно $dc/dz = 0$ и $d^2c/dz^2 = 0$ [3];

- равнозначность коэффициентов турбулентной диффузии по координатным направлениям $Dx = Dy = Dz = D$. Вследствие того, что по направлению потока концентрация примеси изменяется со значительно меньшей скоростью, чем по его сечению, А.В. Караушев отбросил значение d^2c/dx^2 как малое по сравнению с другими величинами.

В итоге с учетом вышеуказанных допущений он получает исходное уравнение [3]:

$$vx \frac{dc}{dx} - D \left(\frac{d^2c}{dy^2} + \frac{d^2c}{dz^2} \right) = 0 \quad (2)$$

Для неглубокой речной системы с достаточной скоростью течения воды (около 0,1 м/с и выше) уравнение (1) и производное из него (2) принимают вид [3]:

$$vx \frac{dc}{dx} - D \frac{d^2c}{dy^2} = 0 \quad (3)$$

Данная математическая модель и легла в основу прогноза качества воды р. Карлутка вблизи выпусков сточных вод.

Реализация метода А.В. Караушева производилась с помощью лицензионной программы «Зеркало ++» (НПО «Логус», г. Москва). Расчет разбавления сточных вод осуществлялся для межени редкой повторяемости. Расчет расхода воды 95% обеспеченности для выбранных створов осуществлялся согласно основных положений СП 33-101-2003¹ и Пособия [5].

Результаты и их обсуждение

Гидрологические и гидрометрические работы в русле реки проводились в основные фазы водного режима. Определение поверхностной и придонной скоростей течения воды осуществлялось гидрометрической микровертушкой ГМЦМ-1. Глубины русла фиксировались с помощью градуировочной гидрометрической штанги ГР-56М.

Результаты полевых работ сведены в таблицу.

После сбора необходимой исходной информации по свойствам водного объекта и характеристикам организованных источников загрязнения осуществлялось компьютерное моделирование процесса разбавления сточных вод. В результате моделирования процессов разбавления были получены графики изменения концентраций в максимально загрязненной струе (наихудшая ситуация для водного объекта) по основным загрязнителям: аммоний-ион (рис. 3), нефтепродукты (рис. 4), нитрат-ион (рис. 5), хлорид-ион (рис. 6), биологически окисляемое органическое вещество (в пересчете на БПК_п) (рис. 7), сульфат-ион (рис. 8), взвешенные вещества (рис. 9), нитрит-ион (рис. 10).

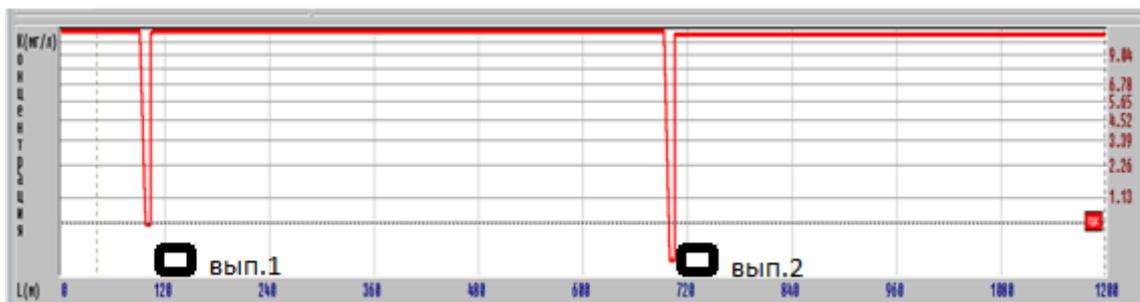


Рис. 3. Содержание аммония в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

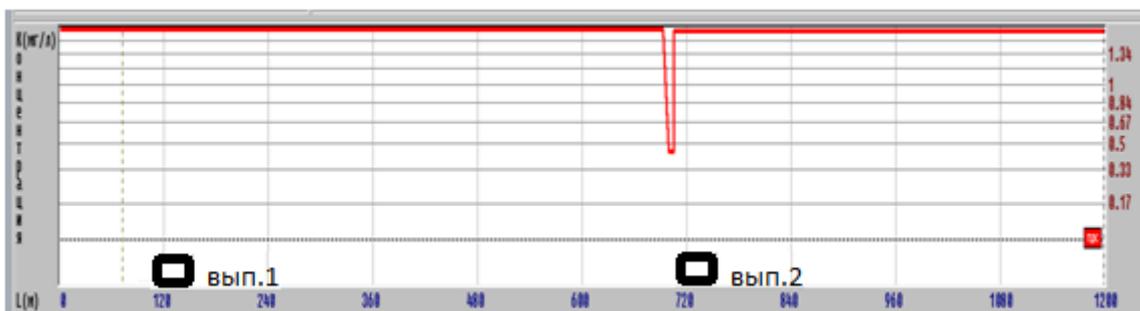


Рис. 4. Содержание нефтепродуктов в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

¹СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик / Госстрой России. М., 2004.

**Гидрометрические и гидрологические характеристики р.Карлутка
в створах наблюдения за период с 2015 по 2017 гг.**

Показатели/ Створы		Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3
Средняя ширина русла, см	Устойчивая летне-осенняя межень 2015 г.	150	300	330
	Зимняя межень 2016 г.	170	325	350
	Весеннее половодье 2016 г. (спад)	200	375	500
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2016 г.	180	350	500
	Весеннее половодье 2017 г. (спад)	200	400	600
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2017 г.	200	410	250
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	50	110	350
Средняя глубина русла, см	Устойчивая летне-осенняя межень 2015 г.	4,5	33,5	8
	Зимняя межень 2016 г.	9	19,1	7,5
	Весеннее половодье 2016 г. (спад)	15,1	26,3	9,2
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2016 г.	13,3	29,2	8,9
	Весеннее половодье 2017 г. (спад)	18	30	50
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2017 г.	12	21	14,2
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	10,6	14,4	42,5
Средняя поверхностная скорость течения воды, м/с	Устойчивая летне-осенняя межень 2015 г.	0,091	0,096	0,246
	Зимняя межень 2016 г.	0,211	0,138	0,380
	Весеннее половодье 2016 г. (спад)	0,150	0,113	0,506
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2016 г.	0,059	0,082	0,350
	Весеннее половодье 2017 г. (спад)	0,169	0,089	0,122
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2017 г.	0,140	0,054	0,347
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	0,153	0,084	0,425
Средняя придонная скорость течения воды, м/с	Устойчивая летне-осенняя межень 2015 г.	менее 0,05	0,066	0,284
	Зимняя межень 2016 г.	0,078	0,063	0,097
	Весеннее половодье 2016 г. (спад)	0,104	0,097	0,375
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2016 г.	0,054	0,085	0,320
	Весеннее половодье 2017 г. (спад)	0,054	0,047	0,052
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками 2017 г.	0,140	0,048	0,229
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	0,095	0,050	0,323

Результаты моделирования (рис. 3-6) показали, что при высоком гидрохимическом фоне по какому-либо загрязнителю выпуски сточных вод, несущих меньшее количество этого загрязняющего вещества, выступают в качестве разбавляющего фактора, что мы и видим в случае с ионом аммония, нефтепродуктами, нитратами и хлоридами, по которым в р. Карлутка на фоновых створах мониторинга наблюдаются превышения ПДК_{р/х} от 1,5 до 9 раз.

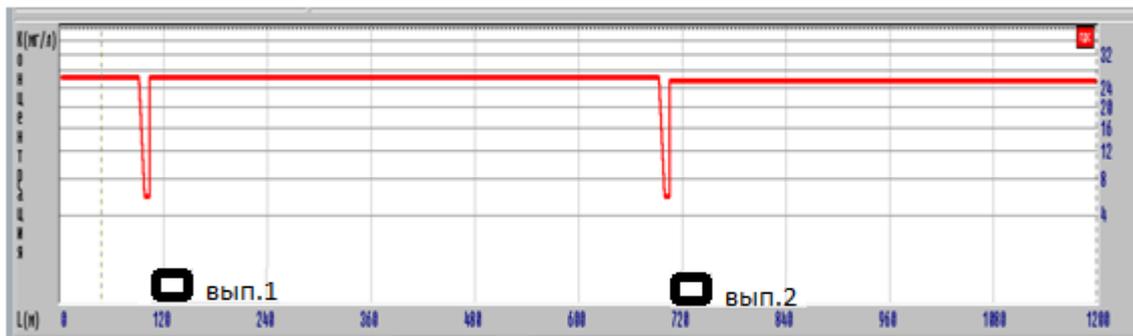


Рис. 5. Содержание нитратов в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

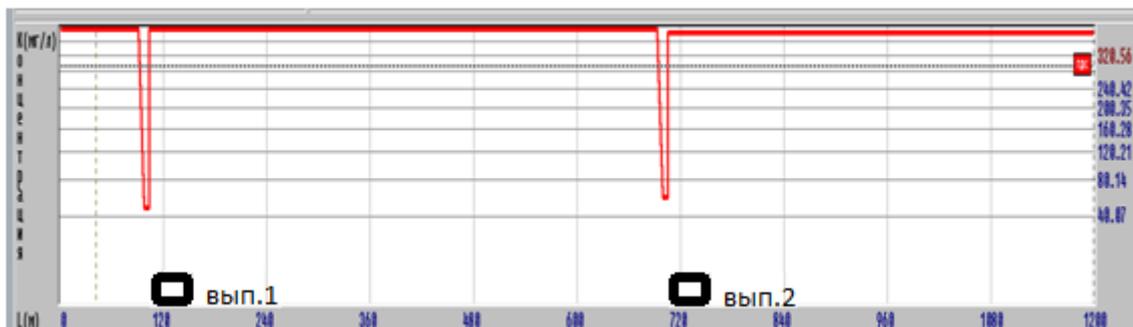


Рис. 6. Содержание хлоридов в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

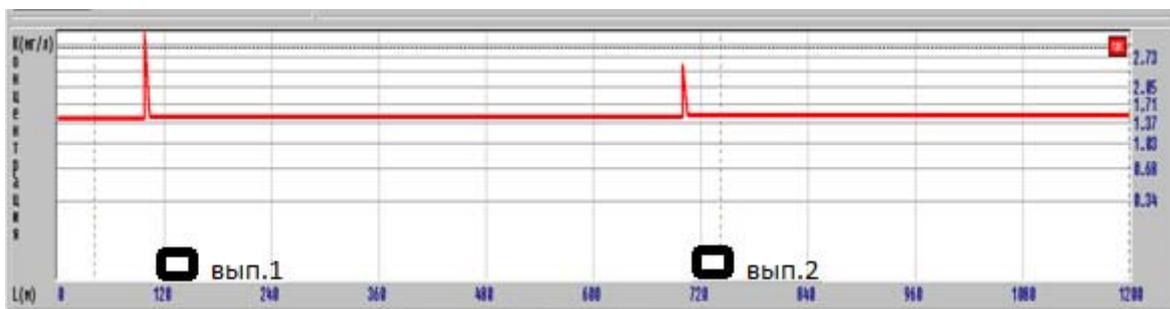
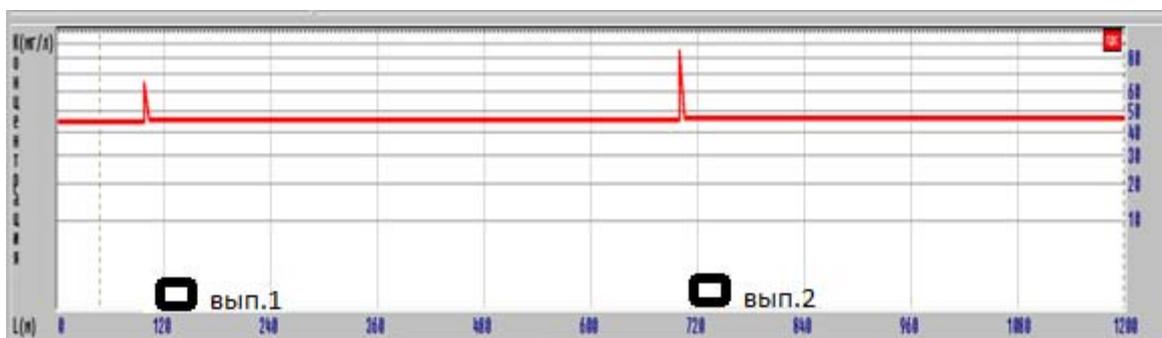
Рис. 7. Значение БПК_д в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

Рис. 8. Содержание сульфатов в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

По легкоокисляемым органическим соединениям (рис.7) и сульфатам (рис.8) наблюдается низкая фоновая загрязненность, но «поставки» этих загрязняющих веществ со сточными водами в русло реки настолько велики, что значения данных показателей на протяжении регламентируемых 500 м ниже по течению выпусков стоков не снижаются и устойчиво превышают фон.

Моделирование процессов разбавления стоков в межень редкой повторяемости показало, что на прямолинейных участках русла реки, формирование поля загрязнения от выпуска зависит в основном только от интенсивности загрязнения сбрасываемых сточных вод в сравнении с фоновыми показателями загрязненности. Повышенное загрязнение стоков по какому-либо ингредиенту способствует локальному росту загрязненности реки, при этом уровень фоновых концентраций превышает ПДК. В случае содержания в стоках загрязнителей в концентрациях ниже фоновых значений, выпуск приводит к снижению загрязненности речной воды.

Результаты моделирования разбавления показали, что на небольшом участке русла реки (0,6 – 0,7 км), где осуществляется сброс стоков из нескольких выпусков, может быть одновременно представлена двойственная ситуация – один выпуск способствует снижению загрязненности речных вод, вблизи другого выпуска фиксируется рост этого же показателя. Такое поле загрязнения было представлено в случае со взвешенными веществами (рис.9) и нитритами (рис. 10).

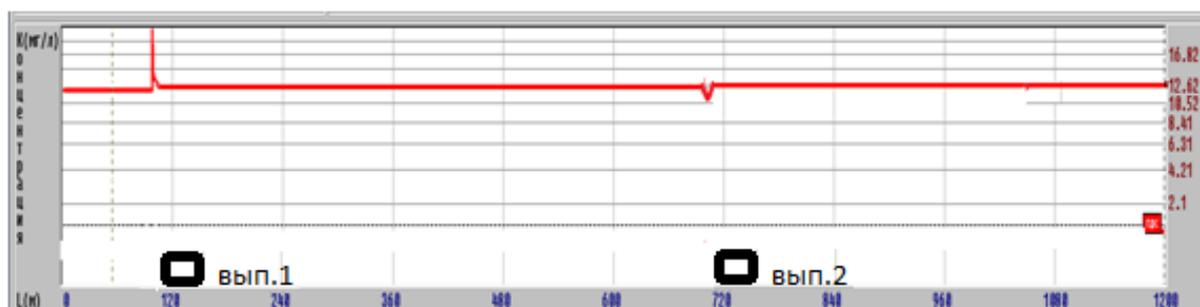


Рис. 9. Содержание взвешенных веществ в максимально загрязненной струе вод р. Карлутка

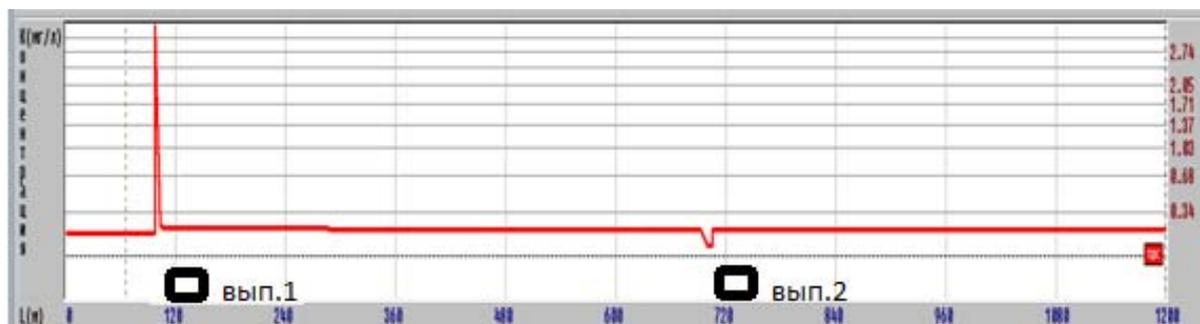


Рис. 10. Содержание нитритов в максимально загрязненной струе вод реки Карлутка

Выводы

1. Выявлена малая изменчивость гидрологических и морфометрических характеристик русла реки в основные гидрологические циклы, что говорит о стабильно слабой разбавляющей способности данной реки.

2. Изучение скоростного режима реки выявило интересную особенность – поверхностные скорости течения воды в зимнюю межень во всех створах исследования оказались выше по сравнению с аналогичными скоростями течения воды в остальные фазы водного режима, в том числе и во время спада весеннего половодья. Это можно объяснить прохождением оттепели (и, соответственным притоком талых вод в русло реки) перед временем снятия скоростных показателей реки. Данный факт свидетельствует о резком возрастании водности реки в периоды поступления талого стока с урбанизированной территории.

3. В створах №№ 1, 2 максимальные скорости течения воды наблюдались у правобережья русла. Поскольку на этих участках русла выпуски сточных вод также приурочены к правому берегу, то зафиксированный здесь в ходе работ скоростной режим реки несомненно благоприятен для процессов разбавления сточных вод. В последнем по течению створе исследований, в створе № 3, максимальные скорости течения воды фиксировались также у правого берега, но поскольку выпуск стоков здесь располагается с левого берега, можно говорить о менее благоприятных условиях смешения сточных вод с речной водой.

4. Для выявления разнохарактерности загрязнения речной воды в пределах урбанизированной территории оптимальная протяженность русла составляет от 1,0 до 2,0 км. Именно на таком участке русла р. Карлутки, проявились противоположные картины загрязнения, вызванные сложностью процессов разбавления сточных вод в условиях высокого фона.

5. На рассматриваемых участках речного русла зафиксировано быстрое формирование зон загрязнения и зон влияния выпусков сточных вод.

6. Формирование локальных зон загрязнения выявлено по нитритам, взвешенным веществам и БПК_п. Протяженность этих зон, где выпуск приводит к превышению по данным ингредиентам ПДКр/х, не превышает 20 м.

В случае с нитритами и взвешенными веществами формирование зоны загрязнения вблизи выпуска происходит в присутствии повышенного фона (выше ПДКр/х).

Однако, говоря о БПК_п, можно констатировать, что действие выпусков в этом случае относится уже к прямым факторам формирования качества воды, поскольку разбавление стоков происходит при гидрохимическом фоне, не превышающем ПДК.

7. При высоких фоновых значениях загрязненности воды, зона полного смешения сточных вод в русле р. Карлутки наблюдается в пределах вышеуказанных расстояний от выпуска сточных вод, то есть в ближайших к выпуску первых двух-трех десятках метров русла реки.

8. Зона влияния выпусков сточных вод, когда в речной воде резко увеличивается содержание загрязняющей примеси, без превышения ПДКр/х, характерна только для сульфатов. Протяженность этой зоны ниже по течению выпусков составляет от 10 до 15 м.

9. По большинству рассматриваемых показателей качества воды образование устойчивой и протяженной (более 1 км) области загрязнения воды вызвано *наложением зоны загрязнения (или зоны влияния) выпуска на высокий гидрохимический фон реки*.

10. Было установлено, что в условиях высокого гидрохимического фона, характерного для рек Ижевска, выпуск сточных вод может выступать как фактор разбавления, кратковременно снижая загрязненность воды в первых десятках метрах ниже по течению выпуска. Далее загрязненность речной воды вновь начинает увеличиваться за счет преобладающего влияния фона. Такая картина в русле реки отчетливо проявилась по ионам аммония, нефтепродуктам, хлоридам и нитратам.

11. Критические показатели качества воды, по которым фоновая концентрация так и не была достигнута в пределах 500 м ниже выпусков сточных вод – БПК_п, нитрит-ион, сульфаты и взвешенные вещества. По этим загрязнителям выпуски сточных вод наиболее заметно изменили химический состав речной воды.

12. Исходя из проделанной работы и полученных выводов, были сформулированы рекомендации для предприятий, имеющих организованные источники загрязнения:

– по выявленным критическим показателям качества воды необходимо улучшить локальную очистку стоков на промышленных объектах и ужесточить систему нормирования их содержания в отводимых сточных водах;

– для улучшения работы сети ведомственного гидрохимического мониторинга следует провести моделирование разбавления сточных вод с прогнозом качества воды ниже по течению выпуска и откорректировать местоположение контрольного створа мониторинга с учетом зоны полного (от 80 % до 100 %) смешения сточных вод. Зачастую контрольные створы наблюдения, располагаясь на значительном удалении от зоны полного смешения, отражают уже не столько влияние выпуска на качество речных вод, сколько неорганизованное влияние городской территории, таким образом, они не выполняют своей функции, а результаты работы такой сети наблюдения искажают реальную ситуацию с качеством воды приемника сточных вод;

– при разработке проектов нормативов допустимых сбросов (НДС) необходимо проводить комплексное обследование гидролого-гидрографических особенностей водного объекта – приемника сточных вод и с учетом этих особенностей подбирать соответствующий метод расчета показателей разбавления;

– по выпускам, наиболее сильно повышающим гидрохимический фон реки, рекомендовать следующие технические меры: изменение расположения выпуска относительно русла реки (береговой тип выпуска заменить на русловой тип); усложнение типа оголовка выпуска (сосредоточенный выпуск перевести в рассеивающий выпуск сточных вод);

– провести очистку прибрежной полосы от макрофитов и расчистку русла вблизи выпуска сточных вод. Очистку дна русла от донных отложений на участках, приближенных к источникам загрязнения, рекомендовано осуществлять на расстоянии около 2 км. При этом предлагается удалять только верхний слой отложений (текучей и текуче-пластичной консистенции), так как нижележащие тугопластичные илы и суглинки являются защитным экраном, предотвращающим проникновение загрязненных речных вод в подземные горизонты [6].

Задача всех вышеперечисленных мер – ускорить процесс смешения стоков с речными водами и избежать формирования устойчивых зон загрязнения, какие зачастую наблюдаются в руслах малых рек при сбросе в них сточных вод через береговые сосредоточенные выпуски.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад об экологической обстановке в городе Ижевске в 2016 году / А.Г.Ковальчук, Т.Н. Ермакова, Д.С.Рябов, Л.А. Семакова, Ю.В. Шельпякова. Ижевск, 2017. 80 с.
2. Караушев А.В. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 286 с.
3. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод. М.: Стройиздат, 1984. 263 с.
4. Караушев А.В. Теория и методы расчетов наносов и качества вод в реках и водоемах. СПб.: Изд-во «Арт-Экспресс», 2013. 250 с.
5. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 447 с.
6. Мероприятия по снижению техногенного влияния крупных промышленных предприятий на бассейны малых и средних рек волжского бассейна / Е.В. Венецианов, Н.И. Володин, В.И. Данилов-Данильян, В.М. Макаров, О.М. Пискунов // Экология и промышленность России. 2006. № 10. С. 22-25.

Поступила в редакцию 11.10.17

O.V. Gagarina, A.G. Kurteeva

INVESTIGATION OF WASTEWATER DILUTION IN URBAN RIVERS AFFECTED BY ORGANIZED SOURCES OF POLLUTION UNDER THE CONDITIONS OF HIGHER HYDROCHEMICAL BACKGROUND (ON THE EXAMPLE OF THE RIVER KARLUTKA OF THE CITY OF IZHEVSK)

The article is devoted to the research of hydrological and hydrographical properties of water objects for solving applied problems of water use. On the example of a small urban river, the features of wastewater dilution from organized industrial sources of pollution were investigated. For this purpose, in the main phases of the water regime, the morphometric characteristics of the river bed have been studied; surface and bottom water flow rates have been calculated. Using the above data, as well as technical parameters of pollution sources (design and position of outlets, wastewater consumption and concentration of pollutants in them), an adequate applied mathematical model describing the process of pollutant transfer in the most polluted water stream was selected and the dilution process was simulated. As a result of simulation, critical water quality indicators were identified and the sizes of pollution zones and outlet impact zones were determined. Taking into account the obtained results of modeling of wastewater dilution in the river bed of a typical small river of an urbanized territory, recommendations for improving the situation in water bodies – wastewater receivers – were given for organizations that are water-users.

Keywords: small rivers, hydrochemical background, factors of wastewater dilution, modeling of the process of wastewater dilution.

REFERENCE

1. Koval'chuk A.G. *Doklad ob ekologicheskoy obstanovke v gorode Izhevsk v 2016 godu* [Report on the environmental situation in the city of Izhevsk in 2016] / A.G. Koval'chuk, T.N. Ermakova, D.S. Rjabov, L.A. Semakova and Ju.V. Shel'pjakova. Izhevsk, 2017, 80 p. (in Russ.).
2. Karashev A.V. *Metodicheskie osnovy ocenki i reglamentirovaniya antropogenno vlijanija na kachestvo poverhnostnyh vod* [Methodical bases of an estimation and regulation of anthropogenous influence on quality of superficial waters], L.: Gidrometeoizdat, 1987, 286 p. (in Russ.).
3. Rodziller I.D. *Prognoz kachestva vody vodoemov – priemnikov stochnyh vod* [Forecast of water quality of reservoirs – waste water receivers], M.: Strojizdat, 1984. 263 p. (in Russ.).
4. Karashev A.V. *Teorija i metody raschetov nanosov i kachestva vod v rekah i vodoemah* [Theory and methods of calculation of sediment and water quality in rivers and reservoirs], S-Pb: Izd-vo “Art-Ekspress”, 2013, 250 p. (in Russ.).
5. Posobie po opredeleniju raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik [Manual for the determination of computed hydrological characteristics], L.: Gidrometeoizdat, 1984, 447 p. (in Russ.).

6. Venicianov E.V. [Measures to reduce the industrial impact of large industrial enterprises on the basins of small and medium-sized rivers in the Volga basin] / E.V. Venecianov, N.I. Volodin, V.I. Danilov-Danil'jan, V.M. Makarov and O.M. Piskunov, in *Ekologija i promyshlennostj Rossii*, no. 10, 2006, pp. 22-25 (in Russ.).

Гагарина Ольга Вячеславовна,
кандидат географических наук, доцент кафедры
экологии и природопользования
E-mail: olgagagarina@mail.ru

Куртеева Анна Германовна, аспирант 3 курса
кафедры экологии и природопользования
E-mail: m.ane4ka@list.ru

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 1)

Gagarina O.V.,
Candidate of Geography, Associate Professor
at Department of ecology and nature use
E-mail: olgagagarina@mail.ru

Kurteeva A.G., postgraduate student
at Department of ecology and nature use
E-mail: m.ane4ka@list.ru

Udmurt State University
Universitetskaya st., 1/1, Izhevsk, Russia, 426034