

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК ПОДБОРЕНКА И ПАЗЕЛИНКА ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ИЖЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2017 г. М.Э. Наумова, И.Л. Бухарина

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия

Ключевые слова: загрязняющие вещества, малая река, водохранилище, водосборная площадь, водоохранная зона, створы наблюдений, гидрологические фазы, гидрологические и гидрохимические параметры, удельный комбинаторный индекс загрязнения.



М.Э. Наумова



И.Л. Бухарина

Актуальной проблемой Ижевского водохранилища является ухудшение качества воды. Биогенные и органические элементы, поступающие в Ижевское водохранилище, являются питательными веществами для фитопланктона и сине-зеленых водорослей, которые поступают в водоем со сточными водами промышленных предприятий, а также через водосборную площадь водного объекта. Проведено исследование качества воды

и влияния малых рек Подборенка и Пазелинка на состояние Ижевского водохранилища, которое является важным градообразующим объектом крупного промышленного центра Урала. Изучено содержание ряда химических веществ в воде малых рек водосборной площади водохранилища, рассмотрены гидрологические характеристики исследуемых водных объектов. Установлена максимальная кратность превышения ПДК загрязняющих веществ, дана оценка степени загрязненности рек по створам наблюдений. Наибольшее загрязнение воды отмечено в р. Подборенка, при этом максимальные значения показателей наблюдаются в районе воздействия автомагистралей, где степень загрязнения вод характеризуется как «грязные» и «очень грязные». Антропогенное воздействие на малые реки обусловлено хозяйственной деятельностью, которая осуществляется как в пределах водосборных бассейнов, так и на самих водотоках. Источниками загрязнения малых рек являются промышленные, коммунальные и ливневые сточные воды, поверхностный сток поступающих с рельефа местности атмосферных осадков, а также бытовой и промышленный мусор, сбрасываемый в водоохранные зоны водных объектов.

Ижевское водохранилище (Ижевский пруд) – искусственный водоем, созданный в 1760–1763 гг. в центральной части Удмуртской Республики на р. Иж для нужд Ижевского железодельного завода. В настоящее время Ижевское водохранилище – источник питьевого и промышленного водоснабжения города.

Общей причиной экологического неблагополучия Ижевского водохранилища является несоответствие потенциала его самоочищения величине техногенной нагрузки. При этом потенциал самоочищения по мере развития процессов эвтрофирования имеет тенденцию к понижению, а нагрузка – к росту. Наложение ряда факторов, таких как низкий водообмен, загрязнение водоема биогенными и органическими веществами, нарушение работы гидротехнических сооружений, климатические факторы, метеорологические условия и гидрологические особенности водоема, стало причиной роста биомассы фитопланктона и особенно представителей синезеленых водорослей, жизнедеятельность которых вызывает появление интенсивного запаха воды [1, 2].

Актуальным остается вопрос о качестве воды в реках водосборного бассейна Ижевского водохранилища. Состояние малых рек в промышленно развитом Ижевске в существенной мере обусловлено влиянием техногенных факторов. Установлено, что загрязнение этих рек происходит в результате сброса сточных вод, выбросов газообразных продуктов в атмосферу и накопления твердых отходов на поверхности водосборной площади водоема. Реки Подборенка и Пазелинка теряют свое хозяйственное и рекреационное значение, нарушен естественный режим стока и меняется характер русловых процессов, химический состав воды. Скоординированная система мониторинга качества вод малых рек и водохранилища в настоящее время отсутствует, гидрохимические исследования проводятся на случайных створах, нет единого перечня контролируемых компонентов, состав наблюдений и периодичность опробования не согласованы, что приводит к получению разнородных, в большинстве случаев не сопоставимых данных по уровню загрязнения вод [3].

Цель данной работы – исследование состояния и качества воды рек Подборенка и Пазелинка в условиях возрастающего техногенного воздействия и хозяйственной деятельности.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели разработана программа исследований на основе принципа комплексности и интегративности. В работе применены методы, используемые в экологии и гидрологии, проведен выбор створов наблюдения на водотоках для отбора проб поверхностной воды [4]. При выборе створов наблюдения учитывали доступность места отбора

проб при любых погодных условиях; уровень трудоемкости отбора проб; безопасность работ, а также возможность оценки качества воды на всей протяженности реки [5]. В результате были выделены 8 створов наблюдения (4 – на р. Подборенке и 4 – на р. Пазелинке), расположение которых фиксировалось с помощью системы глобального позиционированного GPS:

– створ № 1: исток р. Подборенки (географические координаты $56^{\circ}53'17.35''$ с. ш.; $53^{\circ}13'2.52''$ в. д.), располагается в 200,0 м от истока и показывает фоновое природное загрязнение водного объекта;

– створ № 2: р. Подборенка в районе ул. Холмогорова ($56^{\circ}52'33.98''$ с.ш.; $53^{\circ}11'57.18''$ в.д.), 2,8 км от истока;

– створ № 3: р. Подборенка в районе ул. Кирова ($56^{\circ}51'35.68''$ с.ш.; $53^{\circ}11'22.86''$ в.д.), 4,7 км от истока;

– створ № 4: устье р. Подборенка ($56^{\circ}51'27.91''$ с. ш.; $53^{\circ}11'21.48''$ в. д.), створ располагается в месте впадения реки в Ижевское водохранилище. Результаты химического состава и содержания загрязняющих веществ отражают их количество, поступающее в Ижевское водохранилище;

– створ № 5: исток р. Пазелинки ($56^{\circ}54'10.37''$ с.ш., $53^{\circ}15'55.38''$ в.д.), 745,0 м от истока реки;

– створ № 6: р. Пазелинка в районе Славянского шоссе ($56^{\circ}54'41.32''$ с.ш., $53^{\circ}13'55.13''$ в.д.), 2,0 км от истока;

– створ № 7: в 2,0 км от устья р. Игерманка ($56^{\circ}55'42.35''$ с.ш., $53^{\circ}10'40.69''$ в.д.), позволяет оценить степень загрязненности р. Игерманка.

– створ № 8: устье р. Пазелинки ($56^{\circ}54'18.72''$ с.ш., $53^{\circ}8'18.97''$ в.д.) располагается в месте впадения реки в Ижевское водохранилище на р. Иж и позволяет оценить степень загрязнения реки и ее водосборной площади.

В выбранных створах проведен отбор проб поверхностной воды (смешанная проба, составленная смешением равных объемов проб, отобранных через равные промежутки времени) [4, 5]. Отбор проб осуществляли с берега (использовали пробоотборник горизонтальной конфигурации) при контроле сотрудников ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу». Отбор проб воды проводили в основные гидрологические фазы: во время половодья (подъем, пик и спад), летне-осенней межени (наименьшего расхода и прохождения дождевого паводка), осенью перед ледоставом и в зимнюю межень [6].

В полевых условиях определяли гидрологические характеристики исследуемых объектов с помощью гидрометрических методов: для определения глубины использовали переносную водомерную рейку, которой проводили глубинные промеры по всей ширине створа реки; скорость воды измеряли с помощью гидрометрических поплавков; ширину реки определяли разницей расстояний урезом левого и правого берегов [7, 8]. Результат

расчета ширины, глубины и скорости течения в каждом створе представлен как среднее арифметическое из трех параллельных определений. В районах изучения проведено исследование состояния водоохранной зоны водных объектов [9].

В лабораторных условиях в ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу» определяли химический состав воды. Результаты количественного химического анализа поверхностной воды представлены как средние арифметические показатели из двух параллельных измерений. На основании изучения фондовых материалов (Государственный доклад 2008–2014 гг.), а также данных гидрохимических обследований рек Подборенка и Пазелинка в 2005–2008 гг. были определены приоритетные загрязняющие вещества, вносящие вклад в общее загрязнение рек. На основании проведенного анализа определен перечень гидрохимических показателей (с учетом возможности сравнительного анализа с результатами предыдущих исследований), по которым проводилась оценка качества воды исследуемых объектов. Химический анализ воды производили по следующим показателям: аммоний-ионы, взвешенные вещества, нитрит-ионы, нитрат-ионы, сульфат-ионы, фосфат-ионы, хлорид-ионы, нефтепродукты, никель, медь, цинк, АПАВ, калий, натрий, магний, стронций и калий (в соответствии с утвержденными методиками).

По данным ФГУ «Камско-Уральского бассейнового управления по рыболовству и сохранению биологических ресурсов» (ФГУ «Камуралрыбвод»), реки Подборенка и Пазелинка относятся к водным объектам рыбохозяйственного значения. Эталонным значением загрязняющих веществ в воде поверхностного водного объекта является предельно допустимая концентрация рыбохозяйственного значения (ПДК_{рх}) [10]. Установление определяемых показателей гидрохимического анализа воды определяется с учетом региональных особенностей, уровня загрязненности и экологических последствий антропогенного воздействия [3]. Для оценки качества воды рек Подборенка и Пазелинка по гидрохимическим показателям использовалась классификация показателей качества воды [11].

Оценка качества воды в Ижевском водохранилище в зоне городского водозабора показывает, что вода не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам по ряду физико-химических показателей: цветности, прозрачности, водородному показателю, запаху, ХПК, БПК, содержанию ионов аммония, нитрит-ионов и фосфат-ионов, а также ионов тяжелых металлов (железа и алюминия). В летне-осенние периоды в акватории водоема регулярно отмечается увеличение численности фитопланктона и синезеленых водорослей. В период летней межени вода водоема не соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям. Мониторинг состояния

Ижевского водохранилища проводился в зоне городских водозаборных сооружений по данным производственного экологического контроля МУП «Ижводоканал». Экологическая характеристика позволила сделать вывод о неблагоприятном состоянии экосистемы Ижевского водохранилища.

Анализ фондовых материалов показал, что для улучшения качества воды и состояния Ижевского водохранилища ранее проводился комплекс мероприятий (берегоукрепление, очистка донных отложений и альголизация), которые не дали ожидаемого эффекта. Констатируемое состояние водоема связано с малой изученностью и отсутствием четкого выделения определяющих его состояние факторов, а также единой системы мониторинга не только состояния водохранилища, но и его водосборной площади [12].

В рамках данной работы проведены гидрохимические исследования качества воды в основные гидрологические фазы в выбранных створах наблюдения рек. Максимальная кратность превышения ПДК_{рх} загрязняющих веществ в воде рек Подборенка и Пазелинка по створам наблюдения в 2014–2015 гг. представлена в табл. 1.

Таблица 1. Максимальная кратность превышения ПДК загрязняющих веществ

Наименование вещества	ПДК _{рх} , мг/л	Створы наблюдения							
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Аммоний-ион	0,5	*–	1,26	1,46	1,26	2,58	1,66	–	–
Взвешенные вещества	Сф+0,25	Сф**	840,0	1 066,67	29,33	Сф	2,55	2,9	–
Нитрит-ион	0,08	1,35	6,79	5,96	5,80	1,25	6,2	2,2	–
Фосфат-ион	0,2	–	1,8	1,47	–	–	–	–	–
Хлорид-ион	300,0	–	3,08	1,14	1,16	–	–	–	–
Нефтепродукты	0,05	3,8	18,20	10,20	15,8	2,54	10,2	3,16	2,72
Никель	0,01	4,5	17,30	1,54	–	1,26	12,0	1,28	–
Медь	0,001	48,0	54,0	57,0	22,0	6,4	15,3	11,3	22,5
Цинк	0,01	3,0	9,0	7,90	7,50	12,9	9,1	8,3	11,1
АПВ	0,1	4,2	8,40	4,21	8,05	–	–	–	–
Натрий	120,0	–	4,43	1,43	1,54	–	–	–	–

Примечание: * – превышений нет; Сф ** – фоновая концентрация.

Результаты гидрохимического состояния рек Подборенка и Пазелинка показали, что в воде исследуемых рек превышены нормативные концентрации меди, цинка, никеля, нефтепродуктов и марганца. Это обусловлено антропогенными факторами (тяжелые металлы поступают в основном с ливневыми сточными водами с рельефа местности) и природными факторами (высокое содержание марганца связано с геологическим строением долин рек). Максимальное содержание хлоридов и взвешенных веществ, поступающих в виде противогололедных реагентов с водосборной площади, наблюдается в районах воздействия автомагистралей.

При визуальном осмотре в период половодья в устье р. Подборенки наблюдалось поступление большого количества взвешенных веществ с водосборной площади, что в дальнейшем может способствовать ускорению процесса обмеления водохранилища и образованию большого количества донных отложений. Превышение нормативных показателей азотосодержащих веществ зафиксировано в створах наблюдений и водоохраных зонах, где расположены канализационные насосные станции и хозяйственно-бытовые субъекты, использующие минеральные удобрения. Оценка динамики содержания загрязняющих веществ по створам наблюдения показала, что большое влияние на качество воды в реках оказывают хозяйственно-бытовые субъекты, находящиеся на водосборной площади водных объектов. Река Подборенка протекает по урбанизированной территории, площадь ее водонепроницаемой территории больше, чем у р. Пазелинки, протекающей по лесистой местности. Как следствие, кратность превышения концентрации загрязняющих веществ в воде Подборенки выше, чем в Пазелинке.

Исследование динамики гидрохимического качества воды рек показало, что наибольшее содержание загрязняющих веществ наблюдается во время половодья, минимальное – в период межени. Данный факт можно объяснить тем, что основное загрязнение в половодье происходит с водосборной площади рек с загрязненными ливневыми сточными водами. В течение года превышение предельно допустимых концентраций нитрат-ионов, сульфат-ионов, стронция, магния, кальция и калия во всех створах и во все гидрологические фазы не наблюдалось. Средняя температура воды р. Подборенки выше (на 2 °С), чем Пазелинки во все гидрологические фазы, что, на наш взгляд, связано с особенностями рельефа местности и размерами водных объектов.

Сравнение полученных результатов гидрохимического анализа исследуемых рек с данными наблюдений 2008 г. показывает тенденцию увеличения содержания в воде тяжелых металлов и нефтепродуктов.

По результатам химического анализа воды была дана оценка степени загрязненности рек. Для комплексной оценки использовали расчет удель-

ного комбинаторного индекса загрязненности в основные гидрологические фазы [13]. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Комплексная оценка степени загрязненности вод рек Подборенка и Пазелинка

Створы наблюдения	Характеристика состояния загрязненности воды	Класс и разряд	Значение удельного комбинаторного индекса загрязнения
р. Подборенка			
Створ № 1	Очень загрязненная	3б	2,85
Створ № 2	Очень грязная	4г	5,24
Створ № 3	Грязная	4б	4,66
Створ № 4	Очень грязная	4в	4,92
р. Пазелинка			
Створ № 5	Загрязненная	3а	2,29
Створ № 6	Грязная	4а	3,24
Створ № 7	Очень загрязненная	3б	2,96
Створ № 8	Загрязненная	3а	1,81

Качество воды истока р. Подборенки (фоновый створ) характеризуется как «загрязненная» со значением удельного комбинаторного индекса (УКИЗВ) равным 2,85, а качество воды на протяжении всей реки оценивается как «грязная». Значение показателя возрастает от истока к устью реки от 2,85 до 4,88, таким образом загрязненность реки увеличивается в 1,7 раза. Наибольшее значение УКИЗВ р. Подборенки характерно для створа наблюдения в районе ул. Холмогорова, основными загрязняющими веществами являются взвешенные вещества, хлориды, нефтепродукты и тяжелые металлы, поступающие с ливневыми сточными водами с рельефа местности. По данным 2008 г., в устье р. Подборенки значение УКИЗВ составляло 3,36, а по результатам проведенных исследований – 4,88. Очевидно, что качество воды в реке ухудшилось.

Качество воды р. Пазелинки на всем протяжении характеризуется как «загрязненная» и «грязная», с наибольшим значением УКИЗВ (3,76) в районе Славянского шоссе. Основными загрязняющими веществами являются взвешенные вещества, нитрит-ионы, фосфат-ионы, нефтепродукты и тяжелые металлы. Тем не менее, качество воды в истоке р. Пазелинки выше (УКИЗВ 1,81) по сравнению с другими створами наблюдений. В 2008 г. этот показатель в устье реки был равен 2,63.

Следует отметить, что не во все гидрологические фазы была возможность произвести отбор проб воды в р. Пазелинке по причине выклинивания под-

бора Ижевского водохранилища. Содержание загрязняющих веществ в устье р. Пазелинки во все сроки отбора проб было меньше, чем в других створах. В устье реки обильна водная растительность (камыш озерный, тростник обыкновенный), которая играет определенную роль в очищении воды. По данным исследований А.С. Бестужевой [14], проводившей многолетние наблюдения за водным, химическим и биологическим режимами водоемов, благодаря макрофитам происходит интенсивное самоочищение вод. Важным фактором является и то, что р. Пазелинка полностью протекает по лесистой местности (р. Подборенка – по урбанизированной территории), лес также оказывает влияние на внутригодовое распределение стока и обеспечивает перевод части склонного стока в почвенный и грунтовый.

Определен также ряд гидрологических характеристик рек. Показатели ширины и глубины рек Подборенка и Пазелинка увеличиваются от истока к устью. Наибольшие ширина и глубина р. Подборенки наблюдаются в месте впадения в Ижевское водохранилище, наименьшие – в истоках рек в период межени или подъема половодья. В среднем ширина р. Подборенки составила 0,60–6,00 м, глубина 0,01–1,10 м; ширина р. Пазелинка 1,90–5,0 м, глубина 0,02–0,30 м. Средняя скорость течения р. Подборенки 0,03–0,68 м/с, Пазелинки 0,07–0,63 м/с.

Проведен расчет площади водного сечения для оценки изменения расхода воды в реках, который увеличивается от истока к устью, а наибольшие значения наблюдаются во время подъема половодья. Расход воды за исследуемый период в истоке р. Подборенки составил 0,003–0,017 м³/с, в районе ул. Холмогорова 0,024–0,18 м³/с, ул. Кирова 0,05–0,52, в устье 0,61–0,7 м³/с. Расход воды в истоке р. Пазелинки составил 0,004–0,09 м³/с, в районе Славянского шоссе 0,018–0,24, в устье р. Игерманка 0,075–1,65 м³/с (рис. 1, 2).

Сравнительная характеристика фондовых материалов гидрологических показателей рек за 2008 г. и полученных в ходе проведенного исследования результатов позволила оценить направление изменений гидрологических показателей (ширина, глубина водного объекта, скорость течения и расход воды). Значительных изменений гидрологических характеристик р. Пазелинки не выявлено, но наблюдается увеличение показателей для р. Подборенки (в створах наблюдения № 3, № 4). Основной причиной изменения условий формирования поверхностного и подземного стока р. Подборенки могут служить объекты инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры (вырубка зеленых насаждений, строительство многоквартирных домов и т. д.). Уменьшается площадь грунтовой и увеличивается площадь водонепроницаемой поверхности, что ведет к увеличению объема поверхностного стока с водосборной территории. Результаты проведенных исследований подтверждаются данными работы [15].

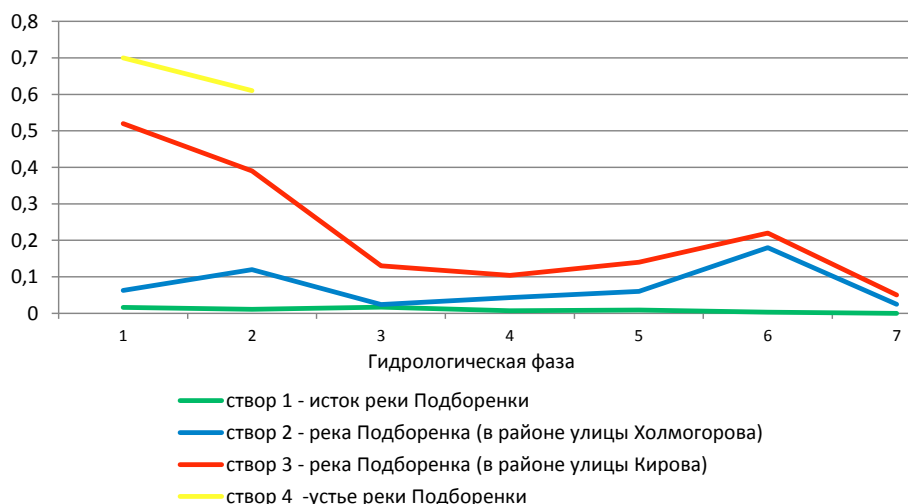


Рис. 1. Динамика изменения расхода воды в р. Подборенке, м³/с: 1 – подъем половодья; 2 – пик половодья; 3 – спад половодья; 4 – летне-осенняя межень наименьшего расхода; 5 – летне-осенняя межень дождевого паводка; 6 – осенью перед ледоставом; 7 – зимняя межень.

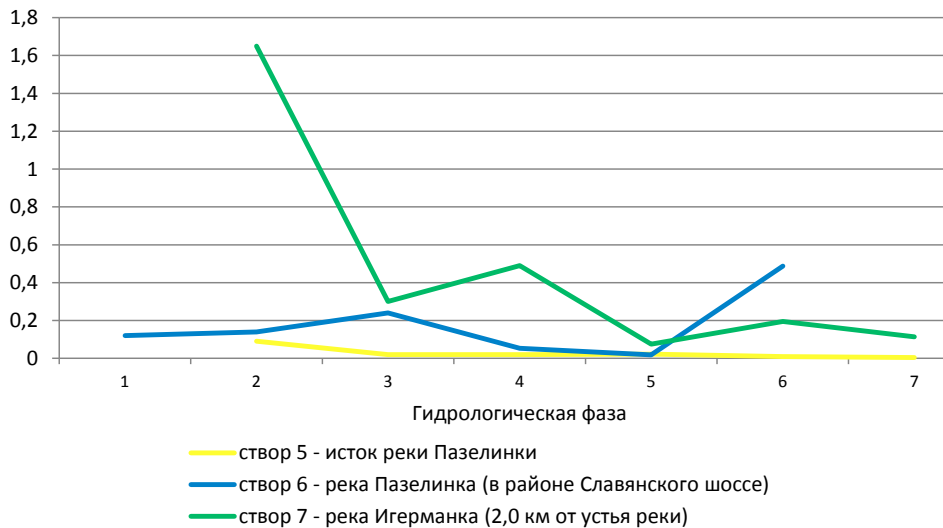


Рис. 2. Динамика изменения расхода воды в р. Пазелинке, м³/с: 1 – подъем половодья; 2 – пик половодья; 3 – спад половодья; 4 – летне-осенняя межень наименьшего расхода; 5 – летне-осенняя межень дождевого паводка; 6 – осенью перед ледоставом; 7 – зимняя межень.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование гидрохимического качества воды исследуемых объектов показывает, что наибольшее содержание загрязняющих веществ наблюдается во время половодья, минимальное – в период межени. Данный факт объясняется тем, что основной объем загрязняющих веществ в половодье поступает с водосборной площади рек с ливневыми сточными водами. Например, наибольшее содержание хлоридов и взвешенных веществ в воде рек отмечено в районах автомагистралей, которые поступают в виде противогололедных реагентов, а превышение концентраций азотосодержащих веществ зафиксировано в створах наблюдений рек, в водоохраных зонах которых расположены канализационные насосные станции и хозяйственно-бытовые субъекты, использующие минеральные удобрения. Загрязненность исследуемых объектов увеличивается от истока к устью.

Очевидно, что большое влияние на качество воды рек Подборенки и Пазелинки оказывают хозяйственно-бытовые субъекты, находящиеся в водосборной площади водных объектов. Подборенка полностью протекает по урбанизированной территории, площадь водонепроницаемой территории у нее больше, чем у р. Пазелинки, протекающей по лесистой местности. Поэтому кратность превышения концентрации загрязняющих веществ в воде р. Подборенки выше, чем в воде р. Пазелинки. Проведенное исследование показывает тенденцию увеличения содержания загрязняющих веществ в воде исследуемых объектов. Выявленные нарушения довольно устойчивы и могут привести к катастрофическим изменениям рек, что подчеркивает важность изучения влияния хозяйственно-бытовых субъектов на качественные изменения химических показателей природной среды, а также нарушение природной структуры гидрологического режима.

Проведенными гидрологическими исследованиями установлено, что происходит увеличение расхода воды в р. Подборенке за счет изменения условий формирования стока с водосборной площади. Уменьшается площадь грунтовой поверхности и увеличивается площадь водонепроницаемой поверхности, поэтому объем поверхностного стока с водосборной территории увеличивается. Предполагается, что увеличение водности р. Подборенки происходит в результате поступления объемов воды с рельефа местности с поверхностным стоком ливневых вод с водосборной площади, увеличением площади урбанизированных территорий а также постоянной рубкой лесных насаждений на водосборной территории.

После рубки леса на водосборах динамическое равновесие руслового процесса нарушается, что обуславливает развитие плановых деформаций русла и пойменного процесса. Этому способствует резкое увеличение водности водных объектов, возрастание неравномерности стока, поступле-

ние в водоток продуктов эрозии с водосборной площади. В результате возрастает эрозионная и транспортирующая способность руслового потока, увеличивается сток наносов. Изменение после рубки леса водного режима и увеличение стока наносов способствуют заилению, укорачиванию и даже исчезновению малых рек. Наблюдается процесс вноса большого количества наносов в Ижевское водохранилище, в результате чего происходит обмеление водохранилища и образование донных отложений.

Таким образом, можно заключить, что антропогенное влияние хозяйственной деятельности человека изменяет гидрологические параметры исследуемых объектов. Формирование гидрохимического режима водных объектов происходит под влиянием поверхностного и грунтового стоков.

Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности исследуемых объектов показал высокую степень загрязненности поверхностных водных объектов. Оценка значений удельного комбинаторного индекса показывает, что степень загрязненности р. Подборенки выше, чем р. Пазелинки. Изменить ситуацию можно путем реализации комплекса инженерных, экономических и экологических мероприятий при постоянном государственном экологическом мониторинге. Работы по экологической оптимизации водосборной площади рек Подборенка и Пазелинка должны сопровождаться выявлением источников загрязнения и установлением постоянного контроля, направленного на уменьшение антропогенного воздействия на водосборную площадь малых рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наумова М.Э., Бухарина И.Л. Динамика содержания меди в поверхностных водах реки Подборенка // Водное хозяйство России. 2015. № 4. С. 110 – 119.
2. Naumova M. I., Bukharina I. L. The impact of human activities on the oil content in the water of the river Podborany // Japanese Journal of Fundamental and Applied Studies. 2015. No 1(9). P. 11–16.
3. Наумова М.Э., Бухарина И.Л. Динамика содержания нефтепродуктов в поверхностных водах реки Подборенка // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. [Электронный ресурс] URL: <http://search.rae.ru/?title=&author=%CD%E0%F3%EC%E2%E0+%CC.%DD.&mode=search&source=spnio&enc=utf8>. (дата обращения: 30.06.2017).
4. ГОСТ Р 51592–2000. Вода. Общие требования к отбору проб воды. М. 2008.
5. Р 52.24.353-2012. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод.
6. РД 52.24.309-2011. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Ростов-на-Дону. 2011.
7. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия: уч. пособие. Гидрометеиздат. 1977. 488 с.
8. СанПин 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

9. Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохраных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей. Утв. приказом Минприроды России от 08.10.2014. № 432.
10. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Утв. Приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010.
11. РД 52.24.643-2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям».
12. Ижевский пруд / сб. статей под ред. В.В. Туганаева. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2002. 188 с.
13. Гагарина О.В. Оценка качества поверхностных вод гидрохимическими показателями: уч.-метод. пособие. Ижевск: Удмуртский университет, 2010. 116 с.
14. Бестужева А.С. Проблемы экологического здоровья водохранилищ // Вестник МГСУ. 2006. № 2. С. 70–77.
15. Алексеевский Н.И., Гончаров А.В., Долгов С.В., Скорняков В.А. Малые реки Центрального региона / Вода России. Малые реки: под ред. Черняева А.М., ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2001. С. 461–486.

Сведения об авторах:

Наумова Марина Эдуардовна, аспирант, кафедра инженерной защиты окружающей среды, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Россия, 426034, г. Ижевск, Университетская, 1; e-mail: esenin8@gmail.com

Бухарина Ирина Леонидовна, д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой инженерной защиты окружающей среды, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Россия, 426034 г. Ижевск, Университетская, 1; e-mail: buharin@udmlink.ru