

УДК 551.579

С.А. Двинских, А.Б. Китаев

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК ГОРОДА ПЕРМИ**

Пермский государственный университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: hydrology@psu.ru

Рассмотрено экологическое состояние малых рек города Перми. Дана оценка пространственно-временных изменений химического состава воды по материалам мониторинговых исследований 1997-2000 и 2008-2010 гг. Представлена степень загрязненности исследуемых водотоков.

**Ключевые слова:** малые реки; химический состав воды; мониторинг; загрязнение.

Основу гидрографической сети г. Перми, как и области в целом, составляет его речная сеть. Реки условно делятся по длине ( $L$ , км) на: малые – 0–100; средние – 101–500; большие – 501–1000; очень большие – более 1001.

Малые реки имеют еще и дополнительную градацию: самые малые – 0,1–10 км (именуемые ручьями); очень малые – 11–25 км (их часто называют «речушками»); малые (1-я группа) – 26–50 км («речки»); малые (2-я группа) – 51–100 км.

**Большие реки.** В Перми известны две большие реки: Кама (1805 км) и Чусовая (598 км). В настоящее время они находятся в зарегулированном состоянии, т.е. в условиях подпора от построенных на Каме гидроэлектростанций – Камской и Воткинской ГЭС. До создания гидроэлектростанций реки были длиннее: Чусовая – 802 км, Кама – 2032 км (не случайно в переводе «Кама» означает «длинная», «большая», «главная река»).

Воткинское водохранилище (нормальный подпорный горизонт (НПГ) – 89 м абс.) вытянулось от г. Чайковского на юге Пермского края до плотины КамГЭС. Поэтому большая часть Перми находится на левом и правом берегах Воткинского водохранилища.

Камское водохранилище (НПГ – 108,5 м абс.) образовалось выше КамГЭС. Оно далеко и широко раскинулось вверх по Каме и Чусовой (и ее притоку Сылве). Поэтому часть г. Перми (Орджоникидзевский район) расположилась на обоих берегах Камского водохранилища.

**Средние реки.** В пределах г. Перми нет средних рек.

**Малые реки.** Среди малых рек города наиболее значительными по длине (2-я группа – от 51–100 км) являются лишь три реки: Гайва (76 км) и Ласьва (78 км) – в камском правобережье; Мулянка (52 км) – в левобережье. Реки берут свое начало, принимают большинство своих притоков и основную часть своего пути проходят за пределами самого города. Некоторые из наиболее крупных притоков в нижнем течении полностью или большей частью протекают по Перми: Мостовая (1,5 км) и Черная речка (5,9 км) – притоки Гайвы; Заборная (9,3 км) – приток Ласьвы; Мось (22 км) и Пыж (16 км) – притоки Мулянки.

Многие местные очень малые (11-25 км) и самые малые реки (0,1-10 км), текущие на всем протяжении внутри одного или по границе двух соседних районов города и впадающие непосредственно в Каму, хорошо известны. Наибольшее их число находится в левобережной части города (в Орджоникидзевском, Мотовилихинском, Свердловском и Индустриальном районах). Глубокие их долины делят жилые массивы на отдельные микрорайоны, формируют конфигурацию улиц и дорог, определяют планировку кварталов, их названия, влияют на транспортную сеть города.

В какой-то степени это все реки-аналоги, реки-сестры. Они берут начало в западной части водоразделов следующих рек: Васильевки (13 км), текущей на север, в Чусовской залив Камского водохранилища, и правого притока р. Мулянки – Мось (22 км), несущего свои воды на юг и юго-запад. Эти две реки «обрамляют» весь массив бассейнов малых рек-аналогов с востока. Кроме того, они текут на запад почти параллельно друг другу, впадают в Каму (Камское и Воткинское водохранилища); принимают большое количество ручьев, водность которых поддерживают многочисленные родники и ключи; имеют общий гидрологический режим.

Наиболее известные реки и ручьи-аналоги левобережья: Банный (2,1 км), Амбарка (3,5 км), Грязный (3,4 км), впадающие в Камское водохранилище выше КамГЭС; Резвянка (3,8 км), Гари (2,5 км),

Большая Язловая (7,2 км) с притоком Балмошная (2,5 км), Малая Язловая (2,0 км), Мотовилиха (8,5 км) с притоками Огаршиха (4,9 км) и Малая Мотовилиха (3,5 км), Ива (10,5 км) с притоками Малая Ива (4 км) и Таложанка (6,3 км), Егошиха (9,5 км), Данилиха (11 км), впадающие в Воткинское водохранилище ниже КамГЭС. Они имеют множество притоков – ручьев.

В камском правобережье также есть реки-аналоги: Азовка (5,5 км), Шутовка (1,75 км), Гремячий (1,75 км), впадающие в Каму непосредственно выше КамГЭС; по заболоченной камской пойме в Ленинском и Кировском районах «петляет» много ручьев, из них наиболее крупные – Черная речка (2,7 км) и Байкал (0,58 км).

На северо-восточной окраине г. Перми находится ряд сходных между собой рек, которые, стекая с восточных сторон водоразделов Васильевки и Мось, несут свои воды в Сылву и Чусовую (Сылвенский и Чусовской заливы Камского водохранилища). В Мотовилихинском районе располагаются истоки (только истоки) р. Сыры – довольно крупного (43 км) притока Сылвы; здесь же они начинаются, частично протекают, принимают немало ручьев, а затем текут на восток в зарегулированную Сылву – р. Соломенку (или Бродовую, 17 км) и ее приток Вороновку (12 км). В Орджоникидзеvском районе берут свое начало, частично протекают и впадают за пределами города в Сылвенский залив Камского водохранилища еще одна Вороновка (2,5 км) и Грязная (2,5 км), Гусевка (3 км) и Лядовка (3 км); а реки Толстая (1,5 км) и Рассожа (7 км) на всем протяжении текут по городской территории и впадают в Чусовской залив Камского водохранилища. Самая большая здесь р. Васильевка (19 км).

Как видно из приведенного списка рек, Пермь – это город множества очень малых водотоков. По территории города протекает около 100 водотоков, образующих сложную речную сеть (из рек, речек, речушек, ручьев, их притоков). Некоторые из них начинаются за пределами города – на соседних с Пермью территориях Пермского, Краснокамского, Нытвенского, Ильинского, Добрянского районов. С учетом этих «зарубежных», но тесно связанных с Пермью рек их количество возрастает до 300, а их общая водосборная площадь, или площадь бассейна гидрографической сети Перми, значительно расширяется. Это территория, по которой они не просто протекают, а с которой собирают все свои воды, т.е. формируют свой сток, режим вод и их санитарное состояние под влиянием всего комплекса природных и хозяйственных условий бассейна, где формируется специфика каждой реки в отдельности и создается общая гидроэкологическая обстановка в городе. Общая водосборная площадь 300 малых рек гораздо больше площади самого города и составляет приблизительно около 1300 км<sup>2</sup>. Это так называемая малая бассейновая схема города.

### Кратная характеристика рек

Исследуемые малые реки города Перми (Ива, Егошиха, Данилиха и Мулянка) являются левыми притоками р. Камы (бассейн Воткинского водохранилища).

Река **Ива** образована слиянием рек Большая Ива и Малая Ива. Обе реки берут начало в лесной зоне недалеко от территории НПО «Биомед» и старой городской свалки. В настоящее время свалка официально не эксплуатируется, проведены работы по ее рекультивации, но, несмотря на это, на территории продолжается несанкционированное складирование бытового и строительного мусора. После слияния р. Ива протекает через весь город. Ее гидрологический и гидрохимический режим далек от естественных условий. На всем протяжении река подвержена антропогенному воздействию, в нее осуществляются сбросы промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод.

Почти повсеместно в водоохранной зоне располагаются хозяйственные, административные и жилые постройки. Через реку проложены многочисленные трубопроводы и мостовые переходы. В верхнем течении, до места слияния с р. Малая Ива, река протекает через садоводческие участки.

Фоновый створ расположен на р. Малая Ива. Ниже по течению, примерно в 500 м, у поселка Архиерейка, расположен спущенный пруд, устроенный в русле реки. Пойма реки в этом месте сильно заболочена вследствие остаточного подпора. Устьевой створ расположен приблизительно в 500 м от устья, где река уходит в железобетонный коллектор, пропускающий воды реки под ОАО «Мотовилихинские заводы» и разгружающий сток непосредственно в р. Каму.

Русло реки извилистое, ширина 0,5–0,8 м, глубина 0,3–0,5 м, средняя скорость течения 0,08–0,40 м/с. На всем протяжении реки прослеживаются высокие эрозионные склоны, правые – более крутые, левые – отлогие и средней крутизны. Крутизна склонов на протяжении реки изменяется от 10 до 50 градусов. Глубина эрозионного вреза изменяется от 15–20 до 50–60 м, уменьшаясь к устью.

Техногенное загрязнение р. Ивы в основном обусловлено попаданием в воду стоков от: 1) старой городской свалки; 2) ТЭЦ-6; 3) ОАО «Мотовилихинские заводы».

**Егошиха** начинается небольшим ручейком в лесном массиве около микрорайонов Липовая Гора и Владимирский, недалеко от автомобильной дороги на Голый Мыс. Принимая ряд небольших притоков, Егошиха течет к Каме среди городских кварталов. Берега реки в основном остались незатронутыми городской застройкой, на них расположены многочисленные садовые участки. Егошиха протекает рядом с городским Южным кладбищем и около Егошихинского (старого) кладбища и впадает в Каму в районе порта «Пермь». На некоторых участках Егошиха и ее притоки заключены в коллекторы и железобетонные трубы. Это пересечения с автодорогами, район спортивного комплекса, устье под железнодорожными путями.

Егошиха протекает в черте города Перми, поблизости от многочисленных промышленных предприятий, и подвергается загрязнению промышленными и бытовыми отходами. На территории ее бассейна расположены следующие предприятия. В пределах Свердловского района: 1) ОАО «Велта» (в его промзоне находятся верховья притока реки); 2) цех № 8 ФГУП «Машиностроительный завод им. Ф.Э. Дзержинского»; 3) автотранспортное предприятие. В Мотовилихинском районе: гараж издательства «Звезда». В Ленинском районе: 1) завод им. Шпагина; 2) учреждение УВД ИЗ 57/1; 3) воинская часть № 81534.

**Данилиха** берет начало в южной части Свердловского района около ст. Бахаревка, вытекает из болота. Она протекает по центральной части города и впадает в р. Каму за территорией завода им. Дзержинского. В нижнем течении река помещена в подземный коллектор (ее длина до входа в коллектор – 9,4 км). На всем протяжении Данилиха протекает по застроенной территории Перми и в настоящее время является приемником промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод. Ее долины заняты коллективными садами, гаражами, свалками. Естественное состояние берегов нарушено. Экологическое состояние водотока ухудшается из-за большого количества автотрасс на водосборе реки, а также близкого расположения железнодорожного полотна Транссибирской магистрали. Русло реки извилистое, ширина 0,7–1,2 м, глубина 0,2–0,6 м. На всем протяжении реки прослеживаются высокие эрозионные склоны, правые – более крутые, левые – отлогие. В бассейне реки расположены: 1) ООО «Новогор-Прикамье», Пермский филиал; 2) железнодорожное полотно Транссибирской магистрали; 3) выгреб жилых районов.

Исток р. **Мулянки** находится на территории Пермского района, восточнее деревень Ключики и Ольховка, вблизи пос. Звездный. Она протекает по западной окраине левобережной части Перми (Индустриальный и Дзержинский районы). Протекая в черте города Перми и прилегающего к нему Пермского района, она подвергается загрязнению промышленными и бытовыми отходами, сбросами животноводческих ферм, лесокомбината, лакокрасочного завода и других предприятий. Основными источниками загрязнения реки могут являться: 1) предприятия промышленной зоны (ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», ЗАО «Сибур-Химпром», ОАО «Минеральные удобрения», ООО «Пермнефтегазпереработка», ООО «Пеноплекс-Пермь»); 2) неорганизованные и организованные ливневые и талые воды с территории совхоза «Верхне-Муллинский»; 3) выгреб жилых районов; 4) ТЭЦ-9.

### Химический состав воды малых рек города

Промышленные предприятия города ежегодно сбрасывает в Каму (в том числе и через малые реки) около 100 млн м<sup>3</sup> сточных вод, половина из которых загрязнены нефтепродуктами, фенолами, соединениями металлов. В таких условиях река не успевает самоочищаться, а качество воды не отвечает санитарным нормам.

Химический состав рек определяется литологией пород, слагающих их водосборную площадь, составом подземных вод, дренируемых долинами, и прежде всего составом и качеством поступающих в них коммунально-бытовых и промышленных вод.

По Г.А. Максимовичу, в 1955 г. для воды р. Камы в районе г. Перми в естественном состоянии было характерно содержание разнообразных гидрохимических фаций. Это гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевая ( $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$ ), гидрокарбонатно-кальциево-хлоридная ( $\text{HCO}_3\text{-Ca-Cl}$ ), гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатная ( $\text{HCO}_3\text{-Cl-SO}_4$ ), гидрокарбонатно-хлоридно-натриевая ( $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ ), гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевая ( $\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca}$ ) и даже сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевая ( $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$ ) гидрохимические фации. Минерализация составляет в паводок 83,6, а зимой и летом – 347–429 мг/л. Содержание растворенных веществ в мг/л летом и зимой изменяется в следующих пределах:  $\text{HCO}_3$  – 70–170; Ca – 25–110;  $\text{SO}_4$  – 20–150; Cl – 3–80; Na+K – 3–66; Mg – 2–13. Жесткость общая – 5–17,7°. Содержание растворенных веществ в мг/л в период весеннего половодья составляет:  $\text{HCO}_3$  – 34; Ca – 16;  $\text{SO}_4$  – 26; Cl – 3; Na+K – 4; Mg – 3. Жесткость общая – 2,95°. По величине мине-

рализации р. Кама на рассматриваемом участке относится к рекам с водой средней минерализации (200–500 мг/л). Состав гидрохимической фации отражает генетические особенности водных масс [1; 2].

Исследования, проведенные кафедрой гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного университета, показали, что в период 1997–2000 гг. на некоторых малых реках наблюдалось изменение основных фаций, т.е. в формировании химического режима очень значительную, если не основную роль играли техногенные факторы. При этом повысилось содержание тех или иных растворенных веществ, увеличилась и минерализация, что видно из табл. 1.

В табл. 2 приведены результаты обследования химического состава рек, выполненные в 2009 г. сотрудниками ОАО «МНИИЭКО ТЭК».

Сравнение материалов, представленных в табл. 1 и 2, позволяет констатировать, что качественный состав воды малых рек города в современных условиях стал близок к естественному. Причина – сокращение промышленного производства и как следствие этого уменьшение поверхностного смыва загрязненных вод с городской территории (и особенно с промышленных зон).

Однако сопоставление естественного фона с данными обследования рек 2009 г. позволяет утверждать, что произошло повышение степени минерализации воды и содержания  $\text{HCO}_3$ , Ca, Mg. В водах рек Ива и Егошиха, кроме этого, возросло содержание Cl. Анализ материалов 1997-2000 гг. и 2009 г. позволил сделать следующие выводы:

- в р. Иве уменьшилось содержание  $\text{SO}_4$ , Mg и Na+K; остальные компоненты химического состава воды почти не изменились;

- в р. Мулянке сильно сократилось содержание Cl, Na+K; несколько снизилась степень минерализации воды и содержание  $\text{HCO}_3$ , Mg; несколько возросла концентрация Ca;

- в р. Егошихе, также как и в Мулянке, сильно сократилось содержание Cl, Na+K; произошло снижение минерализации воды, а также содержания  $\text{SO}_4$  и Ca; концентрация Mg осталась прежней;

- в р. Данилихе снизилась минерализация воды, снизилась концентрация  $\text{HCO}_3$  и Ca; содержание  $\text{SO}_4$ , Cl, Na+K существенных изменений не претерпело.

Материалы, представленные ОАО «МНИИЭКО ТЭК», свидетельствуют, что химический состав воды малых рек г. Перми не соответствует нормам водных объектов хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения.

Наиболее благоприятная ситуация (в сравнении с другими реками) складывается в р. **Мулянке**. Здесь отмечается превышение ПДК по алюминию (в 8 раз), кадмию (6 раз), хрому (3,9 раза), цинку (1,7) и ХПК (1,3).

В р. **Иве** отмечается превышение норм по марганцу (в 22 раза), алюминию (11,3), меди (9,0), нефтепродуктам (9,0), железу общему (8,7), цинку (7,1), азоту нитратов (2,5), стронцию (2,2), фосфатам (1,6), свинцу (1,3), БПК<sub>5</sub> (1,3), ХПК (1,2) и сульфатам (1,2).

В р. **Егошихе** отмечено превышение ПДК по марганцу (27 раз), алюминию (16,0), нефтепродуктам (14,0), меди (11,0), железу общему (8,9), азоту нитратов (5,5), фосфатам (3,7), БПК<sub>5</sub> (2,9), азоту аммония (2,4), ХПК (2,3), цинку (2,2), ванадию (2,0), стронцию (1,9), никелю (1,2), свинцу (1,2).

В р. **Данилихе** отмечено превышение норм по марганцу (20,0 раз), фосфатам (13,0), азоту аммония (12,2), меди (12,0), БПК<sub>5</sub> (7,9), железу общему (6,6), нефтепродуктам (6,0), цинку (5,5), алюминию (5,5), ХПК (3,8), никелю (3,0), стронцию (2,1), СПАВ (1,5), сульфатам (1,1) [3; 4].

Материалы оценки качества воды малых рек г. Перми по материалам 1997-2000 гг. позволили сделать следующие выводы.

Река Мулянка в верхнем и среднем своем течении характеризуется III классом качества вод. В первом случае такой класс определяется окисляемостью и содержанием растворенного кислорода и нитритов; во втором случае – аммонием, окисляемостью, кислородом и БПК<sub>5</sub>. Наличие данного класса качества свидетельствует о том, что воды на рассматриваемом участке характеризуются очень незначительным загрязнением, однако требующим сложной подготовки для питьевых целей. Воды устьевой части реки характеризуются V классом качества (по общему железу и содержанию кислорода). Данный участок реки можно оценить как сильно загрязненный, воды которого не пригодны для хозяйственно-бытовых и промышленных целей (воды могут быть условно использованы только для орошения).

Таблица 1

## Химический состав воды рек г. Перми в 1955 г. (по Г.А. Максимовичу) и 1997–2000 гг.

| Гидрохимическая фация   | Содержание главных ионов, мг/л |                  |         |                 |         |       |         | Примечание  |
|---|--------------------------------|------------------|---------|-----------------|---------|-------|---------|---|
|   | M                              | HCO <sub>3</sub> | Cl      | SO <sub>4</sub> | Ca      | Mg    | Na+K    |   |
|   | р. Кама                        |                  |         |                 |         |       |         |   |
| HCO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub> – Ca<br>HCO <sub>3</sub> – Ca – Cl<br>HCO <sub>3</sub> – Cl – SO <sub>4</sub><br>HCO <sub>3</sub> – Cl – Na<br>SO <sub>4</sub> – HCO <sub>3</sub> – Ca | 347–429                        | 70–170           | 3–80    | 20–150          | 25–110  | 2–13  | 3–66    |   |
|   | р. Мотовилиха                  |                  |         |                 |         |       |         |   |
| HCO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub> – Ca<br>HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub>  | 614–644                        | 262–280          | 35–62   | 101–129         | 102–110 | 17–35 | 17–43   | Повысилась минерализация, HCO <sub>3</sub> , Mg, Na+K   |
|   | р. Ива                         |                  |         |                 |         |       |         |   |
| HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub><br>HCO <sub>3</sub> – NO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub> – Ca - Cl   | 596–984                        | 231–280          | 99      | 192             | 128     | 18–43 | 86      | Изменилась фация, увеличилось содержание M, HCO <sub>3</sub> , Ca, SO <sub>4</sub> , Cl, Mg, Na+K |
|   | р. Мулянка                     |                  |         |                 |         |       |         |   |
| Cl – HCO <sub>3</sub> - Na  | 1185                           | 292              | 425     | 66              | 87      | 34    | 265     | Появилась новая фация, увеличилось содержание M, HCO <sub>3</sub> , Cl, Mg, Na+K                  |
|   | р. Язовая                      |                  |         |                 |         |       |         |   |
| HCO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub> – Ca   | 581                            | 195              | 28      | 193             | 112     | 7,3   | 42      | Изменилось содержание M, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Na+K                                |
|   | р. Егошиха                     |                  |         |                 |         |       |         |   |
| Cl – Na – HCO <sub>3</sub><br>HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub>   | 961–3574                       | 317–427          | 63–1700 | 182–249         | 160–200 | 4–13  | 59–1125 | Изменилась фация, увеличилось содержание M и всех компонентов, исключая Mg                        |
|   | р. Данилиха                    |                  |         |                 |         |       |         |   |
| HCO <sub>3</sub> – Ca – NO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub><br>HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub>  | 590–1000                       | 268–427          | 35–78   | 64–205          | 104–208 | 15–17 | 29–48   | Изменилась фация, увеличилось содержание M, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, Na+K     |

Таблица 2

## Химический состав воды р. Камы (по Г.А. Максимовичу) и малых рек г. Перми (по материалам 2009 г.)

| Гидрохимическая фация   | Содержание главных ионов, мг/л |                  |        |                 |         |               |               | Примечание   |
|---|--------------------------------|------------------|--------|-----------------|---------|---------------|---------------|--|
|   | M                              | HCO <sub>3</sub> | Cl     | SO <sub>4</sub> | Ca      | Mg            | Na+K          |  |
|   | р. Кама                        |                  |        |                 |         |               |               |  |
| HCO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub> – Ca<br>HCO <sub>3</sub> – Ca – Cl<br>HCO <sub>3</sub> – Cl – SO <sub>4</sub><br>HCO <sub>3</sub> – Cl – Na<br>SO <sub>4</sub> – HCO <sub>3</sub> – Ca | 347–429                        | 70–170           | 3–80   | 20–150          | 25–110  | 2–13          | 3–66          |  |
|   | р. Ива                         |                  |        |                 |         |               |               |  |
| HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub>   | 595–692                        | 196–251          | 63–96  | 112–146         | 120–175 | 22,4–<br>29,0 | 26,3–<br>50,4 | Повысилась минерализация, увеличилось содержание HCO <sub>3</sub> , Cl, Ca                   |
|   | р. Мулянка                     |                  |        |                 |         |               |               |  |
| HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub>   | 412–490                        | 173–197          | 38–42  | 64–82           | 94–115  | 19,3–<br>24,0 | 23,9–<br>30,0 | Повысилась минерализация, увеличилось содержание HCO <sub>3</sub> , Ca, Mg                   |
|   | р. Егошиха                     |                  |        |                 |         |               |               |  |
| HCO <sub>3</sub> – Ca – SO <sub>4</sub>   | 452–676                        | 185–209          | 58–100 | 78–138          | 92–153  | 13,2–<br>21,9 | 26–54         | Повысилась минерализация, увеличилось содержание HCO <sub>3</sub> , Cl, Ca, Mg               |
|   | р. Данилиха                    |                  |        |                 |         |               |               |  |
| HCO <sub>3</sub> – SO <sub>4</sub> -Ca  | 372–635                        | 169–203          | 43–74  | 65–152          | 58–132  | 9,5–20,6      | 27,3–<br>52,9 | Повысилась минерализация, увеличилось содержание HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Ca, Mg |

Река Данилиха в своем верхнем течении характеризуется IV классом загрязнения (по нитритам). Этот класс свидетельствует о том, что вода здесь незначительного загрязнения. Однако она непригодна для питьевых целей даже после серьезной подготовки. Нельзя эти воды использовать и для рыболовства. В среднем и нижнем течении воды реки имеют V класс качества (в первом случае по аммонии, во втором – по общему железу и содержанию кислорода). Вода здесь является сильно загрязненной.

Река Егошиха на своем протяжении характеризуется V классом качества воды. В верхнем течении такой класс определяется содержанием аммония и растворенного кислорода. В среднем и нижнем течении, помимо этих компонентов, такой класс качества вод дает концентрация нитритов. Воды реки по всей ее длине относятся к сильно загрязненным.

Река Ива и ее притоки в верхнем течении имеют III класс качества вод (по нитритам, кислороду и БПК<sub>5</sub>). В среднем и нижнем течении под воздействием сильного техногенного воздействия воды переходят в следующий класс загрязнения – IV (в первом случае по кислороду, во втором – по нитритам, окисляемости и кислороду). Воды реки можно отнести к категории очень незначительного (верховье) и незначительного загрязнения.

Река Мотовилиха с притоками в своем верхнем и среднем течении характеризуется IV классом загрязнения вод (в первом случае – по нитритам, кислороду и БПК<sub>5</sub>; во втором – по нитритам и нитратам). В нижнем течении под влиянием выбросов в реку промышленных стоков ОАО «Мотовилихинские заводы» ее воды становятся сильно загрязненными – V класс качества. Воды реки на большом ее протяжении (исключая устьевую часть) являются незначительно загрязненными, они не могут быть использованы для питья и рыболовства. На этом участке ее воды широко используются населением для полива садовых участков и для рекреации (Мотовилихинский пруд).

Воды реки Язовой в верховьях относятся к IV классу загрязнения (по сульфатам, кислороду и БПК<sub>5</sub>), в устьевой же части вода становится более загрязненной и соответственно возрастает класс качества – V (по сульфатам, окисляемости и содержанию кислорода). В своем нижнем течении река Язовая так же, как и Мотовилиха, находится в условиях сильного техногенного пресса [1–3].

#### Контроль за качеством воды малых рек города Перми в современных условиях

С 2009 г. Управлением по экологии и природопользованию администрации г. Перми на ОАО «МНИИЭКО ТЭК» возложены обязательства по выполнению мониторинговых наблюдений за качеством воды малых рек города.

Целью выполнения работ являлась комплексная оценка состояния загрязнения малых рек г. Перми, не охваченных государственной сетью наблюдений, и их вклада в загрязнение р. Камы, что необходимо для информационного обеспечения Управления по экологии и природопользованию администрации города Перми.

Створы наблюдений на реках, расположенных в зоне влияния предприятий города Перми, установлены в соответствии с общепринятыми принципами: 1-й расположен близко к истоку (условно фоновый створ); 2-й – в устьевом участке малых рек. Местонахождения створов наблюдений приведено в табл. 3.

Таблица 3

Пункты наблюдения за состоянием малых рек г. Перми

| Наименование малой реки | № створа  | Местонахождение створа наблюдения   |
|-------------------------|-----------|---|
| Данилиха                | 1 – фон   | В 30 м выше пересечения с ул. Куйбышева в м/р Бахаревка   |
|                         | 2 – устье | В 100 м от устья за территорией бывшего завода «Коммунар», непосредственно ниже выхода реки из коллектора |
| Егошиха                 | 1 – фон   | В логу от ул. Казахская, в районе пос. Южный  |
|                         | 2 – устье | В 500 м выше устья, 50 м выше входа реки в коллектор на территорию ж/д станции «Пермь I»                  |
| Ива                     | 1 – фон   | В логу от ул. Грибоедова в районе пос. Архиерейка   |
|                         | 2 – устье | В логу, ниже железной дороги перед территорией ОАО «Мотовилихинские заводы»                               |
| Мулянка                 | 2 – устье | В 1 км выше зоны выклинивания подпора Воткинского водохранилища, на южной оконечности автодрома           |

На створах проведены шесть циклов наблюдений с учетом основных фаз водного режима: **I** – период зимней межени; **II** – период весеннего паводка при наибольшем расходе воды; **III** – период летней межени; **IV** – летней межени при наименьшем расходе воды; **V** – перед дождевым осенним паводком; **VI** – после прохождения дождевого паводка перед ледоставом.

В отобранных пробах воды определено 16 основных загрязняющих компонентов: растворенный кислород, азот аммония, азот нитратов, азот нитритов, хлориды, сульфаты, железо (общ.), медь, цинк, нефтепродукты, ХПК, БПК<sub>5</sub>, СПАВ, сухой остаток, фосфаты, марганец, алюминий и стронций. Современное состояние качества воды по индексам загрязнения представлено в табл. 4.

Таблица 4

**Характеристика качества малых рек г. Перми по значениям УКИЗВ и классу качества воды в 2008 и 2009 г. [5]**

| Река     | Наименование створа | 2008 г. |                               | 2009 г. |                               |
|----------|---------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
|          |                     | УКИЗВ   | Класс качества воды           | УКИЗВ   | Класс качества воды           |
| Ива      | Фоновый             | 5,83    | 4 «в»<br>(очень грязная)      | 4,85    | 4 «а»<br>(грязная)            |
|          | Устьевой            | 4,95    | 4 «а» (грязная)               | 5,19    | 4 «б» (грязная)               |
| Егошиха  | Фоновый             | 4,24    | 4 «а» (грязная)               | 2,49    | 3 «а» (загрязненная)          |
|          | Устьевой            | 5,87    | 4 «б» (грязная)               | 6,28    | 5<br>(экстремально грязная)   |
| Данилиха | Фоновый             | 5,23    | 4 «а» (грязная)               | 4,87    | 4 «в» (очень грязная)         |
|          | Устьевой            | 8,48    | 5<br>(экстремально грязная)   | 7,94    | 5<br>(экстремально грязная)   |
| Мулянка  | Устьевой            | 3,09    | 3 «б»<br>(очень загрязненная) | 2,84    | 3 «б»<br>(очень загрязненная) |

Анализ оценки качества воды в современных условиях (по материалам 2008-2009 гг.) свидетельствует, что класс качества воды рек Ивы, Егошихи и Данилихи остался прежним. Лишь в устьевой части р. Мулянки класс качества снизился, что свидетельствует об улучшении химического состава воды.

На территории бассейна р. Ивы располагается ОАО «Мотовилихинские заводы», осуществляющее сброс диоксида азота, фосфора, азота аммония и нитратов. В бассейне р. Егошихи расположены следующие предприятия: ОАО «Пермские моторы», осуществляющее сброс сернистого ангидрида; ООО «Новогор-Прикамье», сбрасывающее взвешенные вещества – фосфор, сухой остаток, сульфаты. На территории бассейна р. Данилихи расположен ФГУП «Машиностроительный завод им. Дзержинского», которое сбрасывает фосфаты, аммиак, сероводород. В бассейне р. Мулянки расположен ОАО «Лукойл-ПНОС», сбрасывающее сульфаты, хлориды, сухой остаток, нитраты, сероводород. Вещества с указанных предприятий попадают в малые реки города путем поверхностного смыва с городской урбанизированной территории.

В 2010 г. на всех малых реках, протекающих по территории г. Перми, не выявлено превышения ПДК по водородному показателю (**pH**). Единичное превышение ПДК выявлено по: **цинку** в марте – период зимней межени – на реках Иве (фон и устье) и Данилихе (фон); **СПАВ** в августе – период летней межени – на реках Иве (фон и устье) и Данилихе (фон); **хлоридам** в мае – период весеннего паводка – фоновая точка р. Ивы (техногенное загрязнение); **сухому остатку** в мае – период весеннего паводка – фоновая точка р. Ивы (техногенное загрязнение). Кислородный режим в течение всего года был удовлетворительным в контрольных точках на реках Иве (фон и устье), Егошихе (фон), Данилихе (устье), Мулянке (устье). Однократно неудовлетворительный кислородный режим был зарегистрирован в устье р. Егошихи (в период летней межени). Крайне неудовлетворительное состояние по кислородному режиму зарегистрировано в фоновой точке р. Данилихи, в течение почти всего периода наблюдений. В течение всего 2010 г. во всех контрольных точках всех рек наблюдалось **устойчивое превышение ПДК по меди и марганцу**.

Экстремально высокое и высокое загрязнение рек города представлено в табл. 5 и 6.

Таблица 5

**Экстремально высокое загрязнение малых рек города Перми [5]**

| Показатель            | Критерий экстремально высокого загрязнения (по РД 52.24.643-2002, прил. Г) | Экстремально высокое загрязнение |   |
|-----------------------|--|----------------------------------|---|
|                       |  | Количество                       | Перечень точек                                  |
| Растворенный кислород | 2 и менее мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>                                | 4                                | р. Егошиха, устье – 1<br>р. Данилиха, фон – 3   |
| БПК <sub>5</sub>      | Более 40 мг/дм <sup>3</sup>  | 1                                | р. Ива, фон – 1                                 |
| Нефтепродукты         | Более 50 ПДК для веществ 3-4 класса опасности                              | 2                                | р. Данилиха, устье – 1<br>р. Егошиха, устье – 1 |
| Марганец              |  | 2                                | р. Данилиха, фон – 2                            |
| Медь                  |  | 1                                | р. Ива, фон – 1                                 |

Таблица 6

**Высокое загрязнение малых рек города Перми [5]**

| Показатель            | Критерий высокого загрязнения (по РД 52.24.643-2002, прил. Г) | Высокое загрязнение |   |
|-----------------------|---|---------------------|---|
|                       |   | Количество          | Перечень точек  |
| Растворенный кислород | (2–3) мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>                       | 4                   | р. Егошиха, устье – 1<br>р. Данилиха, фон – 3   |
| БПК <sub>5</sub>      | (10–40) мг/дм <sup>3</sup>                                    | 1                   | р. Ива, фон – 1   |
| Азот аммония          | (10–50) ПДК   | 2                   | р. Ива, фон – 2   |
| Азот нитритов         | (10–50) ПДК   | 2                   | р. Ива, фон – 1<br>р. Ива, устье – 1  |
| Фосфат-ионы           | (10–50) ПДК   | 3                   | р. Ива, фон – 3   |
| Нефтепродукты         | (30–50) ПДК   | 5                   | р. Ива, фон – 1<br>р. Ива, устье – 1<br>р. Егошиха, устье – 1<br>р. Данилиха, фон – 1<br>р. Данилиха, устье – 1 |
| Марганец              | (30–50) ПДК   | 3                   | р. Ива, фон – 1<br>р. Данилиха, фон – 2   |
| Медь                  | (30–50) ПДК   | 6                   | р. Ива, фон – 1<br>р. Ива, устье – 1<br>р. Егошиха, устье – 1<br>р. Данилиха, фон – 1<br>р. Данилиха, устье – 2 |
| Алюминий              | (10–50) ПДК   | 2                   | р. Ива, фон – 1<br>р. Данилиха, устье – 1   |

*Река Ива*

В воде р. Ивы в течение всего периода наблюдения отмечен удовлетворительный кислородный режим, значение водородного показателя в пределах установленных норм. В устье не установлено превышений ПДК по сухому остатку, ионам аммония, хлоридам.

Однократно за период наблюдений в воде фоновом створа р. Ивы зарегистрировано превышение содержания ПДК по сухому остатку, хлоридам и сульфатам, явно вызванное техногенным загрязнением реки. Наиболее вероятно попадание в реку с тальми водами солесодержащих противого-

лоледных средств, используемых на дорогах г. Перми в зимнее время. В устье превышение ПДК по сульфатам наблюдается почти постоянно.

В фоновом створе реки выявлено устойчивое загрязнение соединениями азота (азот аммонийный и азот нитритов). В то время как в устьевом створе зарегистрировано постоянное превышение по нитратам и в меньшей степени по нитритам. При этом азот нитратов в устье присутствует в значительно более высоких концентрациях, чем в фоне (примерно в 10 раз).

На протяжении всей реки зарегистрировано загрязнение устойчивыми трудноокисляемыми органическими соединениями (ХПК), в меньшей степени легкоокисляемыми органическими соединениями (БПК<sub>5</sub>) и металлами (железо, марганец, медь, алюминий, стронций). При этом наблюдается постоянное более высокое содержание металлов в фоновом створе и некоторое снижение их концентрации к устью реки, объясняемое естественным разбавлением.

Выявленное загрязнение воды нефтепродуктами с наибольшей вероятностью имеет антропогенное происхождение и проявляется более заметно в устье реки.

Наибольшее загрязнение реки выявлено в окончании периода зимней межени, когда наблюдается естественное концентрирование загрязняющих компонентов вследствие минимального расхода воды. Высокое загрязнение вод р. Ивы характерно также для паводковых и послепаводковых периодов, что с наибольшей вероятностью объясняется попаданием в реку загрязняющих веществ с тальми и ливневыми водами. В устье реки в целом наблюдается некоторое уменьшение концентрации загрязняющих веществ, что, вероятно, объясняется разбавлением воды за счет боковых притоков.

#### *Река Егошиха*

В воде р. Егошихи в течение всего периода наблюдений отмечен удовлетворительный кислородный режим (за исключением единичного случая, зарегистрированного в устье реки в летнюю межень). Значение водородного показателя (рН) было в пределах установленных норм. В фоновом и устьевом створах реки не установлено превышений ПДК по сухому остатку, азоту аммония, хлоридам, СПАВ (а). В фоновом створе, кроме того, не зарегистрировано превышения ПДК по БПК<sub>5</sub>, азоту нитратов, азоту нитритов, цинку.

В воде фоновом створе реки однократно за период наблюдений зарегистрировано превышение содержания ПДК по хлоридам, сульфатам, фосфатам, нефтепродуктам, железу общему.

В устье реки установлено постоянное загрязнение воды азотом нитритов и в некоторых случаях азотом нитратов. При этом превышение по азоту аммония не зарегистрировано, что говорит о том, что загрязнение соединениями азота происходит выше контрольной точки устьевского створа.

Выявлено устойчивое антропогенное загрязнение воды в устье реки по сульфатам, фосфатам, нефтепродуктам. Выявлено устойчивое загрязнение трудноокисляемыми органическими веществами (показатель ХПК), увеличивающееся от истока к устью. В устьевом створе почти всегда также дополнительно появляется загрязнение легкоокисляемыми органическими соединениями (показатель БПК), отчасти за счет загрязнения нефтепродуктами. В воде реки зарегистрировано также устойчивое загрязнение металлами: медь, марганец, стронций и алюминий (последний не постоянно). В устьевом створе также стабильно загрязнение железом.

В воде реки после прохождения ее по городу (устьевой створ) наблюдается увеличение концентрации загрязняющих веществ (концентрирование), обусловленное антропогенным влиянием как жизнедеятельности человека, так и предприятий г. Перми.

#### *Река Данилиха*

В фоновом и устьевом створах р. Данилихи не установлено превышений ПДК по сухому остатку и хлоридам. В фоновом створе не зарегистрировано превышения ПДК по азоту нитратов. В устье не выявлено превышения ПДК по СПАВ (а).

Однократно за период наблюдений зарегистрировано превышение содержания ПДК: в воде фоновом створе по БПК<sub>5</sub>, азоту аммония, СПАВ (а), цинку, алюминию; в устье – по азоту аммония, азоту нитратов.

В течение всего периода наблюдения количество растворенного кислорода в воде фоновом створе реки Данилихи недостаточно для обеспечения нормального кислородного режима, причиной этого постоянно наблюдаемого явления может быть то, что исток реки находится в болотном массиве. К устью кислородный режим в реке нормализуется и стабилизируется.

Выявлено постоянное загрязнение реки трудноокисляемыми органическими веществами (показатель ХПК). К устью в большинстве случаев степень загрязнения несколько снижается или остается

неизменным (нормализации не происходит). При этом превышение ПДК по БПК было установлено только однократно и двукратно по нефтепродуктам (ХПК в этих случаях имело максимальное значение за период наблюдения). Это говорит, что высокие значения показателя ХПК, скорее всего, обусловлены спецификой качества воды в реке, имеющей исток в болотистой местности с большим количеством органического углерода естественного происхождения.

Однократно при отборе проб в гидрологической фазе «перед осенним паводком» в устье Данилихи было зарегистрировано выраженное техногенное загрязнение, характеризующееся как высокое (по ХПК и БПК) и как экстремально высокое по нефтепродуктам.

Зарегистрировано устойчивое загрязнение реки фосфатами и сульфатами, что характерно также для воды болотного типа, с выраженным увеличением концентрации к устью (присоединение антропогенного загрязнения), а также стронцием (с некоторым увеличением к устью). Происходит также постоянное загрязнение металлами (железо, медь, марганец, стронций) без четко выраженной зависимости от фаз гидрологического режима. В устье отмечено, кроме всего прочего, и устойчивое загрязнение по цинку и алюминию.

#### Река Мулянка

В р. Мулянке в течение всего периода наблюдений не установлено превышений ПДК по следующим компонентам: сухой остаток, азот аммония, хлорид-ионы, нефтепродукты, СПАВ (а), цинк. Однократно за период наблюдений зарегистрировано превышение содержания ПДК по БПК<sub>5</sub>, азоту нитратов, азоту нитритов, сульфатам, фосфатам, железу общему. Количество растворенного кислорода в воде было в пределах установленных норм в течение всего периода наблюдений. Достаточно устойчивое загрязнение в количестве не более 1,5 ПДК установлено по органическим веществам (показатель ХПК) и алюминию. Устойчивое загрязнение, независимое от смены фаз гидрологического режима, выявлено по марганцу, меди и стронцию.

#### Выводы

1. Сопоставление естественного фона с данными обследования рек 2009 г. позволяет утверждать, что произошло повышение степени минерализации воды, а также увеличилось содержание  $\text{HCO}_3$ , Ca, Mg. В водах рек Ивы и Егошихи, кроме этого, возросло содержание Cl. Анализ материалов 1997-2000 гг. и 2009 г. позволил сделать следующие выводы: в р. Иве уменьшилось содержание  $\text{SO}_4$ , Mg и Na+K; остальные компоненты химического состава воды почти не изменились. В р. Мулянке сильно сократилось содержание Cl, Na+K; несколько снизилась минерализация воды и содержание  $\text{HCO}_3$ , Mg; несколько возросла концентрация Ca. В р. Егошихе, так же как и в Мулянке, сильно сократилось содержание Cl, Na+K; произошло снижение минерализации воды, а также содержания  $\text{SO}_4$  и Ca; концентрация Mg осталась прежней. В р. Данилихе снизилась степень минерализация воды, а также концентрация  $\text{HCO}_3$  и Ca; содержание  $\text{SO}_4$ , Cl, Na+K существенных изменений не претерпело.

2. Оценка гидрохимического режима малых рек г. Перми, выполненная в 2009–2010 гг., охватывает все фазы водного режима водотоков. Такое мониторинговое исследование на малых реках города проведено впервые.

3. Устойчивое превышение ПДК во всех малых реках зарегистрировано по стронцию и в некоторых контрольных точках по алюминию и марганцу.

4. Вода р. **Ивы** уже на участке, близком к истоку, расположенном в городской черте, оценивается как **V класс, разряд – экстремально грязная**, критические показатели загрязненности: ХПК, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, азот нитритов, фосфаты, медь, марганец. На устьевом участке качество воды незначительно улучшается. Вода характеризуется как **IV класс, разряд «в» (очень грязная)** за счет появления критического загрязнения по меди и нефтепродуктам. Качество воды в р. Иве в 2010 г., по сравнению с 2009 г., ухудшилось, особенно значительно в фоновом створе. Кислородный режим на реке удовлетворительный. Загрязнение воды металлами (железо, марганец, медь, алюминий, стронций) устойчиво в течение всего периода наблюдения.

5. Вода р. **Егошихи** на участке, близком к истоку, оценивается как **III класс, разряд «а» (загрязненная)**. Качество воды в фоновой точке реки наилучшее среди всех контрольных точек малых рек города. На устьевом участке вода реки оценивается как вода **V класса (экстремально грязная)**. Показателями загрязнения являются: нитриты, медь, марганец и нефтепродукты. В устье реки содержание кислорода ниже установленных норм. Качество воды в 2010 г. по сравнению с 2009 и 2008 г. в фоновом створе реки улучшилось. В устье реки качество воды осталось прежним. По результатам наблюдений за 2010 г. в устье реки установлено наихудшее качество воды среди малых рек г. Перми.

Таким образом, р. Егошиха, имеющая в контрольной фоновой точке самую благополучную характеристику среди малых рек города, подвергается **самой жесткой техногенной нагрузке**.

6. Вода р. *Данилихи* на фоновом участке оценивается как **V класс, разряд – экстремально грязная**. Выявлено стабильное загрязнение фосфатами, медью и марганцем. Кислородный режим в фоновом створе реки не удовлетворительный. В устье зарегистрировано ярко выраженное техногенное загрязнение, характеризующееся как высокое (по ХПК и БПК) и как экстремально высокое – по нефтепродуктам. Происходит постоянное загрязнение металлами (железо, медь, марганец, стронций, цинк, алюминий). Вода реки на устьевом участке характеризуется как **класс IV, разряд «г» – очень грязная**. Качество воды в 2010 г. по сравнению с 2009 и 2008 г. резко ухудшилось в фоновом створе и несколько улучшилось в устье. Это свидетельствует о снижении антропогенной нагрузки на р. Данилиху.

7. Вода р. *Мулянки* на устьевом участке перед впадением в р. Каму характеризуется как **III класс, разряд «б» (очень загрязненная)**. Высокого и экстремально высокого уровня загрязненности не установлено. В 2010 г. отмечено стабильное загрязнение по меди и стронцию, периодическое загрязнение – по органическим веществам и алюминию. Класс качества воды за 2008–2010 гг. наблюдения не изменился. В устьевом створе река остается самой менее загрязненной рекой г. Перми.

#### Библиографический список

1. *Двинских С.А., Китаев А.Б.* Качество воды и загрязнение донных отложений малых водных объектов г. Перми // Гидрология, гидрохимия и гидроэкология. Киев: Изд-во ВГЛ «Обри», 2006. Т.11. С.224–230.

2. *Двинских С.А., Китаев А.Б., Зуева Т.В.* Экологическое состояние водных объектов в пределах урбанизированной территории города Перми // Гуманитарные и естественнонаучные факторы решения экологических проблем и устойчивого развития: материалы V междунар. науч.-практ. конф. Новомосковск, 2008. Ч. 1. С.48–54.

3. *Китаев А.Б.* Качество воды малых рек города Перми в современных условиях // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 10. С.215–217.

4. *Китаев А.Б., Двинских С.А.* Качество воды малых рек на урбанизированной территории города Перми в современных условиях // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. Пермь, 2010. Т. 3. С. 141–146.

5. Фондовые материалы по загрязнению малых рек города Перми / Управление по экологии и природопользованию г. Перми. Пермь, 2008–2010.

S.A. Dvinskikh, A.B. Kitaev

#### ECOLOGICAL CONDITION OF THE SMALL RIVERS OF PERM CITY

The ecological condition of small rivers of Perm City is considered. The estimation of existential changes of water chemical compound on materials of monitoring researches (taken part in 1997–2000 and 2008–2010 years) is given. The pollution intensity of investigated water-currents is presented.

К е y w o r d s : small rivers; chemical compound of water; monitoring; pollution.