

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Подоль С.Р., Попова З.И., 2014

УДК: 556. 531. 4. (282. 256. 1)

**ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
ГОРОДА РЯЗАНИ**

С.Р. Подоль, З.И. Попова

ФГБОУ ВПО РГУ им. С.А. Есенина, г. Рязань

Определены гидрохимические показатели качества вод городских водоемов города Рязани, дана оценка приоритетных загрязнителей речных вод. Ими являются азот аммонийный, азот нитритный и органическое вещество. Наилучшие гидрохимические показатели среди исследованных объектов имеют Борковские карьеры, наихудшие – река Трубеж. Важно, что содержание нефтепродуктов, хлора и тяжелых металлов (цинка, меди и свинца) во всех объектах ниже ПДК. Общая жесткость воды также повсеместно ниже ПДК. Первоочередной мерой по улучшению качества воды можно считать расчистку русел и берегов. Это увеличит водоносность реки, ускорит ее самоочищение от загрязнений, а соответственно, и улучшит качество воды.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, качество воды, предельно допустимые концентрации, поверхностные воды Рязанской области.

Городская среда представляет собой сложную систему природных, техногенных и социальных компонентов. Эти компоненты непрерывно взаимодействуют между собой и оказывают влияние на условия жизнедеятельности человека в пределах города. Одним из индикаторов антропогенного влияния на природу и состояния городских ландшафтов можно рассматривать поверхностные воды, поскольку они подвергаются особой опасности в пределах городских территорий, где хозяйственная деятельность нарушает весь комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в водных экосистемах. Основной причиной этих нарушений можно считать большие объемы стоков с промышленных предприятий и объектов коммунальной сферы [4]. Между тем, русла рек, озера и пруды выполняют важнейшую рекреационную функцию в качестве зоны отдыха горожан, а также являются местами лова рыбы. Этим определяется основная цель нашего исследования.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были определены реки Трубеж, Лыбедь, Павловка, Плетенка, озеро Ореховое, Борковские карьеры. Исследования проводились в несколько этапов. Первый этап – полевые опробования. Второй этап – лабораторное исследование отобранных проб. Пробы речных вод извлекались преимущественно в нижнем течении, в приустьевых частях, где возможное загрязнение проявляется максимально. Из исследованных рек целиком в пределах города расположены реки Трубеж и Лыбедь. Длина Трубежа составляет 10 км, площадь водосбора – 790 км². Пробы воды отбирались в двух створах: в 10 м от истока (слияние рек Плетенки и Павловки) – створ 1 и в 10 м от устья (место впадения в реку Оку) – створ 2. Река Лыбедь имеет длину всего около 2 км, причем основная часть русла находится под землей. На поверхность река выходит на небольшом протяжении в верхнем и нижнем течении. Пробы воды отбирались у

Кремлевского вала, в нижнем течении. Реки Павловка и Плетенка берут начало за пределами города Рязани. Длина Павловки 42 км, площадь водосбора 340 км². Створ для исследования был заложен в 5 м от места слияния с рекой Плетенкой. Она имеет длину 60 км, водосборная площадь составляет 395 км². Проба воды отбиралась в 5 м от устья (исток Трубежа). Следует особо отметить, что реки Павловка и Плетенка активно используются горожанами для купания и ловли рыбы. Образцы воды из Борковских карьеров отбирались в следующем порядке: створ 1 располагался в карьере со стороны микрорайона Канищево, створ 2 – в центральном карьере, створ 3 – в наиболее удаленном карьере от микрорайона Канищево (ближе к улице Солнечной).

Отбор проб воды проводился в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [5], а также «Рекомендациями отбора проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод Р52.24.353-94» [7]. Период отбора проб – июнь 2014 года.

Анализ воды проводился по основным гидрохимическим показателям на базе лаборатории химического анализа РГУ имени С.А.Есенина (лаборатория аккредитована в системе аккредитации аналитических лабораторий №РОСС RU.0001.513813). Водородный показатель (рН) определяли потенциометрическим методом, для определения аммиака использовалась фотоэлектроколориметрия с реактивом Несслера, нитритов – с реактивом Грисса, нитратов – с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе, фосфатов – с молибдатом аммония в кислой среде, сульфатов – турбидиметрическим методом. Для определения концентрации кислорода использовалось йодометрическое титрование, хлоридов – аргенометрическое. Микроэлементы определялись на атомно-абсорбционном спектрометре МГА- 915, нефтепродукты – флуориметрическим методом на флуорате 02-3М.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты (табл.) анализировались в соответствии с Нормативами качества воды водных объектов ры-

бохозяйственного назначения, в том числе нормативами предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения (утверждены приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г.) [6].

Водородный показатель или рН представляет собой логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком, т.е. $pH = -\log[H^+]$. Величина рН определяется количественным соотношением в воде ионов H^+ и OH^- , образующихся при диссоциации воды. Если ионы OH^- в воде преобладают – то есть $pH > 7$, то вода имеет щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ – $pH < 7$ – кислую. При растворении в воде различных химических веществ, как природных, так и антропогенных, этот баланс нарушается, что приводит к изменению уровня рН. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и многое другое [1]. В исследованных нами водных объектах рН везде находится на уровне нормы, однако, во всех реках вода имеет слабощелочную реакцию (рН 7,5-8,09), ближе всего к нейтральным значениям водородный показатель воды озера Ореховое (рН 7,08).

Важными гидрохимическими показателями оценки качества воды являются биогены (азот аммонийный, нитритный, нитратный, фосфаты). Азотосодержащие вещества (аммиак – NH_3 нитраты NO_3^- , нитриты NO_2^-) почти всегда присутствуют во всех водах, включая подземные, и свидетельствуют о наличии в воде органического вещества животного происхождения. Эти химические соединения представляют собой продукты распада органических примесей, образуются в воде преимущественно в результате разложения мочевины и белков. В соответствии с требованиями глобальной системы мониторинга состояния окружающей среды (ГСМОС/ GEMS) нитрит- и нитрат-ионы входят в программы обязательных наблюдений за составом питьевой воды и

Таблица

Гидрохимические показатели поверхностных вод города Рязани

| Показатели (мг/дм ³) | реки | | | | | Борковские карьеры | | | Озеро Оре- ховое | ПДК |
|--|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------------|-------|--------|------------------------|---------------|
| | Тру- беж 1 | Тру- беж 2 | Лы- бедь | Пав- ловка | Пле- тенка | 1 | 2 | 3 | | |
| водородный показатель (ед. рН) | 8,06 | 7,82 | 7,95 | 8,09 | 7,46 | 7,47 | 7,23 | 7,17 | 7,08 | 6,0- 9,0 |
| растворенный О ₂ | 6,8 | 6,72 | 5,12 | 5,07 | 6,8 | 7,0 | 7,2 | 6,8 | 7,6 | 6,0 |
| БПК ₅ | 5,76 | 3,20 | 4,0 | 2,56 | 3,04 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 2,0 |
| азот аммонийный | 0,78 | 0,21 | 0,71 | 0,62 | 0,55 | 0,10 | 0,42 | 0,20 | 0,13 | 0,39 |
| азот нитритов | 0,112 | 0,035 | 0,086 | 0,114 | 0,110 | 0,205 | 0,099 | 0,066 | 0,087 | 0,02 |
| азот нитратов | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 1,5 | 0,7 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 9,0 |
| фосфаты (по фосфору) | 0,42 | 0,87 | 0,42 | 0,17 | 0,28 | 0,17 | 0,13 | 0,07 | 0,08 | 0,2 |
| сульфаты | 57 | 49 | 34 | 65 | 57 | 36 | 34 | 37 | 28 | 100 |
| хлориды | 15,07 | 25,39 | 53,17 | 13,29 | 56,72 | 68,06 | 24,36 | 17,02 | 17,02 | 300 |
| железо общее | 0,42 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | не определяли | | | 0,43 | 0,3 |
| медь | 0,0018 | 0,0019 | 0,0030 | 0,0034 | 0,0034 | 0,005 | 0,009 | 0,0035 | 0,001 | 1,0 |
| цинк | 0,1290 | 0,1301 | 0,1320 | 0,1373 | 0,1374 | 0,018 | 0,037 | 0,088 | 0,074 | 1,0 |
| свинец | 0,0029 | 0,0029 | 0,0029 | 0,0013 | 0,0040 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,003 |
| жесткость общая ммоль/ экв/дм ³ | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 4,6 | 6,34 | 4,6 | 3,0 | 3,2 | 4,2 | 7-10 |
| минерализа- ция (сухой остаток) | 197 | 210 | 215 | 215 | 378 | 282 | 166 | 150 | 205 | 1000- 1500 |
| нефтепро- дукты | 0,008 | 0,043 | 0,045 | 0,009 | 0,04 | не определяли | | | 0,010 | 0,05 0 |

являются важным показателем степени загрязнения и трофического статуса природных водоемов [3]. Растворенный аммиак поступает в водоём с поверхностным и подземным стоком, атмосферными осадками, а также со сточными водами. В природе образуется при разложении азотсодержащих органических соединений. Рассматриваемая группа ионов находится в тесной взаимосвязи. Первый продукт распада – аммиак (аммонийный азот). Это показатель свежего фекального загрязнения, так как представляет собой продукт распада белков. В природной воде ионы аммония окисляются бактериями *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* до нитритов и нитратов. Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях медленного окисления NO₂- в

NO₃ и является лучшим показателем свежего фекального загрязнения воды. Высокая концентрация нитратов, как правило, означает более давнее фекальное загрязнение воды [3].

По наличию, количеству и соотношению в воде азотсодержащих соединений можно судить о степени и давности заражения воды продуктами жизнедеятельности человека. Отсутствие в воде аммиака и в то же время наличие нитритов, свидетельствуют о том, что загрязнение водоема произошло давно, и вода подверглась самоочищению. Наличие в воде аммиака и отсутствие нитратов указывают на недавнее загрязнение воды органическими веществами.

Содержание аммиака и нитритов превышает ПДК во всех объектах, кроме Борковских карьеров. Наибольшие кон-

центрации азота аммонийного обнаружены в реке Трубеж, после слияния Павловки и Плетенки (2 ПДК). В водах Плетенки, Павловки и Лыбеди превышение ПДК составляет 1,5-1,9 раз. Наряду с этим, анализы зафиксировали очень высокое загрязнение воды азотом нитритным (до 10 ПДК). Особенно много нитритов в Плетенке, Павловке и Трубеже. Концентрации азота нитратного во всех исследованных водоемах не превышает предельно допустимые концентрации. Обнаруженное сочетание азотистых соединений свидетельствует, скорее всего, о свежем органическом загрязнении воды.

Присутствие высоких концентраций фосфатов обычно указывает на возможность загрязнения промышленными стоками или стоками с сельскохозяйственных полей. Повышенное содержание фосфатов оказывает сильное влияние на развитие сине-зелёных водорослей, выделяющих токсины в воду при отмирании. Содержание фосфатов соответствует норме в пробах воды из Борковских карьеров и реки Павловки. Наибольшие концентрации характерны для Лыбеди и Трубежа.

Косвенным свидетельством органического загрязнения воды можно считать биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток (БПК₅). Этот показатель везде превышает ПДК, особенно в Трубеже и Лыбеди.

Общая минерализация воды везде низкая и средняя, что соответствует норме. Вообще, все остальные исследованные показатели, в том числе нефтепродукты и тяжелые металлы, присутствуют в количествах, намного ниже ПДК. Небольшое превышение концентрации железа выявлено в озере Ореховом.

Выводы

Наилучшие гидрохимические показатели среди исследованных объектов имеют Борковские карьеры, наихудшие – река Трубеж. Приоритетными загрязнителями в реках города Рязани являются аммиак, нитритный азот, фосфаты, органические вещества (по БПК₅). Важно, что содержание нефтепродуктов, хлора и тяжелых металлов (цинка, меди и свинца) во

всех объектах ниже ПДК. Общая жесткость воды также повсеместно ниже ПДК.

Во время визуального осмотра русел рек стала очевидной их засорённость разнообразным бытовым мусором и поваленными деревьями. Кроме того, характерна высокая степень заиленности берегов и дна (особенно у Павловки, Плетенки и верхнем течении Трубежа). Это затрудняет течение рек, создает запруды и участки, где течение практически отсутствует. Поэтому первоочередной мерой по улучшению качества воды можно считать расчистку русел и берегов. Это увеличит водоносность реки, ускорит ее самоочищение от загрязнений, а соответственно, и улучшит качество воды.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 440 с.
2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: санитарные правила и нормы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
3. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т.В.Гусева [и др.]. – М.: Эколайн, 2000. – 87 с.
4. Дедикова Т.Н. Гидрохимические показатели воды реки Царев в черте города Астрахани в зависимости от сезона / Т.Н. Дедикова // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2009. – №1. – С. 85-88.
5. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2008.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения: Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 №20. – М., 2010.
7. Рекомендации отбора проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Р 52.24.353-2012 / УМЗА Росгидромета, 2012. – М., 2012.

HYDROCHEMICAL STATUS OF SURFACE WATERS THE CITY OF RYAZAN

S.R. Podol, Z.I. Popova

Defined hydrochemical parameters of water quality urban water bodies of the city of Ryazan, the estimation of priority pollutants in river water. They are the ammonium nitrogen, nitrite nitrogen and organic matter. Best hydrochemical parameters among the studied objects have Borkovskaya career, the worst – the river Trubezh. It is important that the content of petroleum products, chlorine and heavy metals (zinc, copper and lead) in all objects below the exposure limits. The total hardness of water is generally below the exposure limits. The primary measure to improve water quality can be considered as the clearing and shores. This will increase the volume of water in the river, will accelerate its purification from impurities, respectively, and will improve water quality.

Keywords: hydrochemical indicators, water quality maximum allowable concentration, surface waters of the Ryazan region.

Подоль С.Р. – к.геогр.н., доц. кафедры физической географии и методики преподавания географии Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина.

390000, г. Рязань, ул. Свободы, д. 46.

E-mail: caleidoskop-ryazan@yandex.ru.

Попова З.И. – к.ф.н., доц. кафедры химии Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина.

390000, г. Рязань, ул. Свободы, д. 46.

E-mail: z.popova@rsu.edu.ru.