

<http://www.bulletennauki.com>

УДК 556.531.4(470.324)

КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

REGIME OF DISSOLVED OXYGEN IN SMALL RIVERS BY VARIED HUMAN IMPACT

©Дмитриева В. А.

д-р геогр. наук

Воронежский государственный университет

г. Воронеж, Россия

verba47@list.ru

©Dmitrieva V.

Dr. habil.

Voronezh State University

Voronezh, Russia

verba47@list.ru

©Нефедова Е. Г.

Воронежский государственный университет

г. Воронеж, Россия

nefedovaeugenia@rambler.ru

©Nefedova Ye.

Voronezh State University,

Voronezh, Russia

nefedovaeugenia@rambler.ru

Аннотация. В работе рассмотрена внутригодовая динамика содержания растворенного кислорода в двух малых водотоках. Река Песчанка находится в промышленной зоне г. Воронежа, а река Тавровка — в пригородной зоне города, занятой дачными участками, садами и полями. Кислородный режим первого водотока характеризуется меньшими среднегодовыми содержаниями и большими амплитудами сезонных изменений кислорода, что обусловлено, среди прочих факторов, высокими затратами кислорода на окисление загрязняющих веществ. Второй водоток подвержен менее интенсивному антропогенному воздействию, однако для него также характерно сезонное снижение концентраций растворенного кислорода, в том числе до критических значений. Для расширения представлений о механизмах и факторах влияния антропогенной деятельности на кислородный режим малых водотоков необходимо продолжить исследования.

Abstract. The paper concerns seasonal dynamics of dissolved oxygen content in two small rivers; first river — Peschanka — belongs to industrial site of Voronezh city and second river — Tavrovka — flows through suburban area that mostly occupied by gardens and fields. First stream is characterized by lower content and higher extent of oxygen than second stream. One of the reasons is higher concentrations of pollutants that require more oxygen to oxidation. Human impact to second stream is lower but oxygen content in this river sometimes falls to critically low values. To reveal more factors and mechanisms of human impact to regime of dissolved oxygen in small rivers it is necessary to continue this investigation.

<http://www.bulletennauki.com>

Ключевые слова: кислородный режим, малые водотоки, антропогенная нагрузка, загрязнение.

Keywords: regime of dissolved oxygen, small rivers, human impact, pollution.

В условиях высокой антропогенной нагрузки кислородный режим водотоков нарушается, приводя к изменению биохимических и химических процессов, трансформации водных экосистем и ослаблению процессов самоочищения [1, 2], что в итоге может вызвать необратимую деградацию водного объекта. Наиболее чутко на антропогенное вмешательство реагируют малые водотоки, составляющие основу более крупных рек. Исследование особенностей кислородного режима водных объектов, подверженных различной антропогенной нагрузке, способно пролить свет на механизмы трансформации их экологического состояния, а также помочь в выявлении путей снижения негативного хозяйственного воздействия и повышения самоочищающей способности водных объектов.

На территории Воронежской области проблема деградации малых водотоков весьма актуальна, так как в условиях недостаточного увлажнения эти реки наиболее уязвимы. Хозяйственная нагрузка на водные объекты, в том числе на малые реки, достаточно высока и носит комплексный характер [3]. Вместе с тем, малые водотоки не охвачены государственной сетью наблюдений [4], что не позволяет отследить изменения их состояния в условиях антропогенной нагрузки. Это обуславливает высокую актуальность изучения кислородного режима малых водотоков в пределах исследуемой территории.

Материал и методика

В качестве объекта исследования из 93 водотоков, впадающих в Воронежское водохранилище по его периметру, выбраны две малые реки: Песчанка и Тавровка. Геоэкологическое состояние Воронежского «моря» вызывает глубокую озабоченность и порождает сложную проблему по реновации городского искусственного водоема. Изучение состояния малых водотоков — необходимый шаг на пути решения указанной проблемы.

Водотоки расположены в юго-западной части города и впадают в водохранилище с левого берега. Площади речных водосборов примерно одинаковы (около 131 км²), что делает их очень удобными для сравнения с точки зрения однородности морфометрии. Однако характер и интенсивность антропогенной нагрузки существенно различается, что обуславливает возникновение у водотоков собственных специфических черт. Водосбор р. Песчанка практически полностью находится в черте городского округа г. Воронеж, что определяет высокую антропогенную нагрузку на водоток. В бассейне реки расположены многочисленные промышленные предприятия, относящиеся к машиностроительной, нефтехимической и другим отраслям, высока доля запечатанных территорий, а непосредственно вблизи водотока проходит оживленная автодорога. Это создает опасность загрязнения реки многочисленными поллютантами, поступающими с поверхностным стоком и из атмосферы. Длина реки, прежде составлявшая 18 км [5], в настоящее время сократилась до 3 км непрерывно действующего русла.

Водосбор р. Тавровка частично находится в городской черте, но большая его часть занята полями, огородами, хозяйственными постройками, дачными участками и садами (в сумме около 89% площади), которые служат источником поступления в водоток органических веществ и биогенных элементов. В настоящее время идет строительство индустриального парка в пределах речного бассейна, что в перспективе способно усилить антропогенную нагрузку на водоток. В верхней части русло отрезано насыпью и полотном железной дороги, вследствие

<http://www.bulletennauki.com>

чего длина реки на сегодняшний день сократилась с 12 до 7,4 км [5]. Русло реки изменено слабее, чем у р. Песчанка.

Для изучения особенностей кислородного режима точки отбора были расположены таким образом, чтобы фиксировать содержание растворенного кислорода в истоке и в устье каждого водотока. Это позволяет выявлять изменение состояния водного объекта от верхнего течения к нижнему. Точки 1 (устье) и 2 (исток) расположены на р. Песчанка, точки 3 (устье) и 4 (исток) — на р. Тавровка. Осенью 2015 г. был установлен еще один пункт наблюдений в Масловском затоне, куда впадает р. Тавровка — точка 5 (Рисунок 1).



Рисунок 1. Расположение точек отбора.

Отбор проб на химический анализ проводился по установленным нормативными документами методикам [6, 7]. Начало наблюдений было приурочено к спаду весеннего половодья (апрель 2015 г.), периодичность отбора составляет в среднем один раз в месяц, что позволяет охватить все гидрологические сезоны. Всего за период наблюдений отобрано 48 проб.

Определение содержания растворенного кислорода в воде проводилось методом Винклера [8] в эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета. Пробы, в которых погрешности

<http://www.bulletennauki.com>

определения были слишком велики (в том числе за счет влияния мешающих определению компонентов), были исключены из дальнейшей обработки.

Результаты и их обсуждение

Основу для анализа составили сведения о содержании растворенного кислорода, охватывающие один гидрологический год (с половодья 2015 г. до половодья 2016 г.). С одной стороны, это позволяет выявить сезонную динамику анализируемого компонента в обследованных водных объектах. С другой стороны, при таком объеме данных невозможно учесть межгодовые изменения содержания растворенного кислорода в водотоках. Это вызывает необходимость рассматривать текущие результаты лишь как предварительные до получения новых сведений в ходе дальнейших полевых работ. Тем не менее, анализ данных позволил выявить ряд интересных закономерностей в кислородном режиме, которые могут быть использованы для ориентировочной оценки экологического состояния обследованных водных объектов (Рисунок 2).

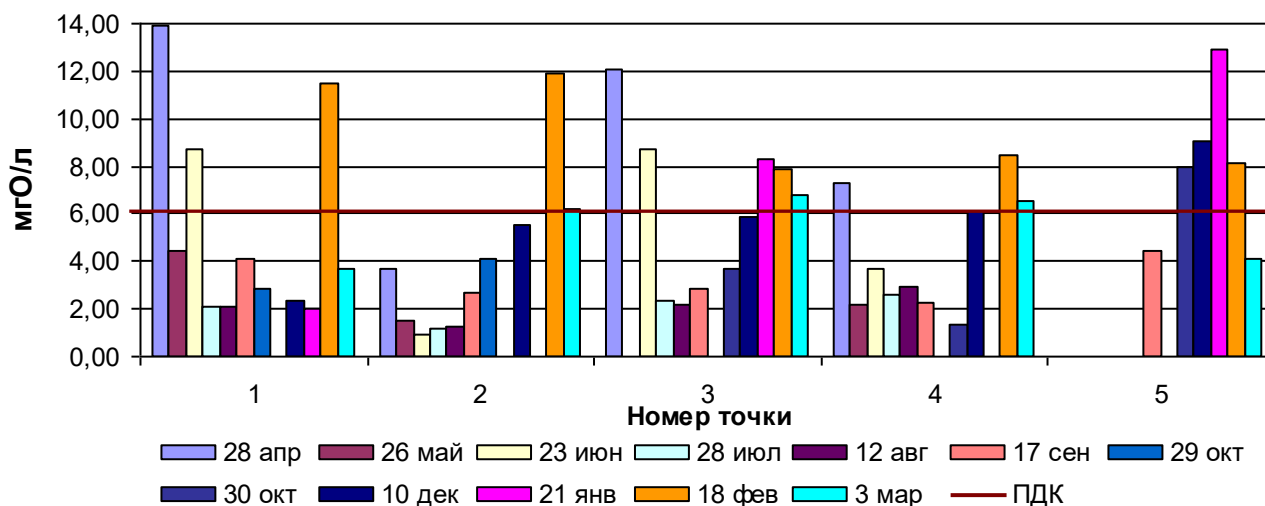


Рисунок 2. Содержание растворенного кислорода.

Для обеих рек в целом характерно высокое содержание растворенного кислорода в период половодья (в том числе на спаде) и его дальнейшее снижение в период летне-осенней межени. Это объясняется поступлением в водотоки талых вод, насыщенных кислородом, и его дальнейшим расходом на дыхание водных гидробионтов и окисление органических и загрязняющих веществ [1, 9]. Во время зимней межени содержание растворенного кислорода возрастает. Исключение составляет устьевая часть р. Песчанка, где в холодный период года концентрации кислорода, напротив, снижаются. Наиболее вероятной причиной такой особенности является более высокое содержание поллютантов в этом пункте наблюдений в сравнении с другими точками, что приводит к высоким затратам кислорода на его окисление в течение всего года.

Повышенные концентрации загрязняющих веществ (в том числе, легкоокисляемых органических веществ, катионов аммония, фосфатов, железа общего) в р. Песчанка способствуют тому, что среднее содержание растворенного кислорода за весь период исследований в этом водотоке ниже, чем в р. Тавровка. Кроме того, различия в кислородном

<http://www.bulletennauki.com>

режиме обследованных рек должны объясняться также особенностями развития водных экосистем (например, отсутствие погруженной водной растительности в истоке р. Песчанка должно способствовать тому, что кислорода в воду поступает меньше) и термическим режимом водотоков (в р. Песчанка температуры воды выше). Совокупное воздействие всех этих факторов объясняет также большие сезонные перепады содержания растворенного кислорода в р. Песчанка в сравнении с р. Тавровка.

Однако, несмотря на меньшие кратности превышений поллютантов в р. Тавровка, загрязнение этого водотока вследствие хозяйственной деятельности также способствует интенсивному расходованию растворенного кислорода на процессы окисления и дыхания, особенно в летний период. С июня по август 2015 г. содержание кислорода в этой точке едва превышало 2 мг О/л, что сопровождалось заморами рыбы в июле.

Стоит отметить, что в целом для обеих рек отмечается улучшение кислородного режима от истока к устью. Наиболее вероятной причиной этого является более интенсивное развитие водной растительности и увеличение сложности экосистем от верхнего течения к нижнему [9]. В пользу этого говорит также повышение содержания растворенного кислорода в устьевых частях водотоков в конце июня, т. е. с началом активной вегетации растений.

Выводы

В условиях интенсивной антропогенной нагрузки, которая проявляется, прежде всего, в повышении концентраций загрязняющих веществ, кислородный режим обследованных водотоков ухудшается. Это проявляется, с одной стороны, в сезонном снижении содержания растворенного кислорода, а с другой — в повышении амплитуд, в том числе за счет более глубоких летних минимумов. В подверженной более интенсивному антропогенному воздействию р. Песчанка сезонный дефицит кислорода проявляется ярче, чем в р. Тавровка. Однако в последнее время снижение содержания растворенного кислорода до критических значений сопровождается более тяжелыми последствиями для водных гидробионтов (по всей видимости, потому что экосистемы этой реки пока не так сильно нарушены, как в Песчанке). Это позволяет говорить о том, что экологическое состояние обеих рек в условиях повышенной антропогенной нагрузки является весьма напряженным. Для уточнения установленных закономерностей и выявления как можно большего числа факторов, способных оказывать влияние на кислородный режим водотоков, необходимо продолжить наблюдения за состоянием водных объектов.

Список литературы:

1. Молчанова Я. П., Заика Е. А., Бабкина Э. И. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т. В. Гусевой. М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2007. 192 с.
2. Никаноров А. М., Трофимчук М. М., Сухоруков Б. Л. Методы экспериментальной гидроэкологии. Ростов-на-Дону: НОК, 2012. 309 с.
3. Дмитриева В. А., Нефедова Е. Г. Эколого-гидрологические аспекты антропогенной нагрузки на объекты водопользования (на примере Воронежской области) // VII международный симпозиум «Степи Северной Евразии»: материалы. Оренбург: Печатный дом «Димур», 2015. С. 320–324.
4. Нефедова Е. Г., Дмитриева В. А. Экологическая диагностика и эффективность регионального водопользования // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. 2015. № 2. С. 32–37.
5. Дмитриева В. А. Гидрологическая изученность Воронежской области. Каталог водотоков: монография. Воронеж: ИПЦ Воронеж. гос. ун-та, 2008. 225 с.

<http://www.bulletennauki.com>

6. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1984. 5 с.

7. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М.: Изд-во стандартов, 1985. 11 с.

8. Прожорина Т. И., Каверина Н. В., Иванова Е. Ю. и др. Эколого-аналитические методы исследований окружающей среды. Воронеж: Истоки, 2010. 304 с.

9. Лобченко Е. Е., Ничипорова И. П., Гончаров А. В., Исаев В. А. Природные и антропогенные изменения кислородного режима рек // Научная конференция с международным участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод»: материалы. Ростов-на-Дону, 2015. Ч. 1. С. 99–103.

References:

1. Guseva T. V. *Gidrokhimicheskie pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy* [Hydrochemical indices of environmental state]. Moscow, 2007. 192 p.

2. Nikanorov A. M., Trofimchuk M. M., Sukhorukov B. L. *Metody eksperimental'noy gidroekologii* [Methods of experimental hydroecology]. Rostov-on-Don, 2012. 309 p.

3. Dmitrieva V. A., Nefedova Ye. G. *Ekologo-gidrologicheskie aspekty antropogennoy nagruzki na ob"ekty vodopol'zovaniya (na primere Voronezhskoy oblasti)* [Eco-hydrological aspects of human impact to water bodies by water use (Voronezh oblast as example)] mater. VII mezhdunar. simpoz. "Stepi Severnoy Evrazii" [Papers of VII Int. Symp. "Steppe of Northern Eurasia"]. Orenburg, 2015. pp. 320–324.

4. Nefedova E. G., Dmitrieva V. A. *Ekologicheskaya diagnostika i effektivnost' regional'nogo vodopol'zovaniya* [Ecological diagnostics and effectiveness of local water use]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya* [Magazine of Voronezh State University. Geography. Geoecology], 2015, no. 2, pp. 32–37.

5. Dmitrieva V. A. *Gidrologicheskaya izuchennost' Voronezhskoy oblasti. Katalog vodotokov* [Hydrological state of exploration of Voronezh region. Catalogue of streams]. Voronezh, 2008. 225 p.

6. GOST 17.1.5.04-81. *Okhrana prirody. Gidrosfera. Pribory i ustroystva dlya otbora, pervichnoy obrabotki i khraneniya prob prirodnykh vod. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [State Standard 17.1.5.04-81. Protection of environment. Hydrosphere. Instruments and devices to sampling, primary treatment and storage of samples of natural water. Common technical conditions]. Moscow, 1984. 5 p.

7. GOST 17.1.5.05-85. *Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferykh osadkov* [State Standard 17.1.5.05-85. Protection of environment. Hydrosphere. Common requirements to sampling of fresh and marine water, ice and precipitation]. Moscow, 1985. 11 p.

8. Prozhorina T. I., Kaverina N. V., Ivanova E. Yu. et al. *Ekologo-analiticheskie metody issledovaniy okruzhayushchey sredy* [Eco-analytical methods of environmental research]. Voronezh, 2010. 304 p.

9. Lobchenko E. E., Nichiporova I. P., Goncharov A. V., Isaev V. A. *Natural and anthropogenic changes in the oxygen regime of rivers. Mater. nauch. konf. s mezhdun. uchast. "Sovremennye problemy gidrokhimii i monitoringa kachestva poverkhnostnykh vod"* [Papers of scien. conf. with int. particip. "Current problems of hydrochemistry and monitoring of surface water quality"]. Rostov-on-Don, 2015. Part 1. pp. 99–103.

*Работа поступила в редакцию
18.03.2016 г.*

*Принята к публикации
21.03.2016 г.*