

УДК 504.453:504.054(470.341-25)

## ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ В ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ МАЛЫХ ПРОТОЧНЫХ ВОДОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Козлов А.В., Клочков Е.А., Бодякина М.А., Береснев А.А.,  
Калиничева З.С., Фирова А.А.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov\_ecology@mail.ru*

В работе представлены результаты анализа тенденций изменения эколого-гидрохимических свойств некоторых малых водотоков, протекающих в черте Нижнего Новгорода. Исследования проведены в ноябре 2018 г. и в апреле 2019 г. на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета. Изучению подвергались воды девяти рек – Старка, Рахма, Выюница, Параша, Борзовка, Левинка, Черная, Хальзовка и Ржавка. Установлено превышение по общей минерализации, включая содержание солей общей жесткости и хлоридов, в осеннее время; а также сульфатов и перманганатной окисляемости воды в весенний период отбора проб. Воды большинства рек не соответствовали санитарно-экологическим нормам по суммарному содержанию железа (от 3 до 14 ПДК); воды рек Старка и Рахма в весенний период – по содержанию сульфатов (от 1,04 до 1,39 ПДК); воды рек Рахма, Ржавка и Хальзовка отличались несущественным превышением по общей жесткости (от 1,07 до 1,16 ПДК). По веществам, содержащим биогенные элементы (N и P), кроме заметно повышенных концентраций в водах рек Рахма, Выюница и Хальзовка, сверхнормативных концентраций выявлено не было. В среднем за два периода исследования в водах всех рек было выявлено превышение санитарно-экологических норм по показателю перманганатной окисляемости воды: в водах Параша и Выюница от 3,98 до 4,36 ПДК; в водах Левинки и Ржавки от 2,03 до 2,52 ПДК. Очевидно, что данные реки претерпевают избыточное привнесение органических веществ, зачастую вызывающих последующее загрязнение воды. Данные тенденции подтверждает показатель биологического потребления кислорода (БПК<sub>7</sub>), относительно которого воды из рек Рахма и Выюница оцениваются как очень грязные; воды рек Борзовка, Левинка и Старка, в свою очередь, – как грязные. Наилучшим уровнем биологического самоочищения в отдельные периоды отличались воды из рек Параша, Черная и Хальзовка.

**Ключевые слова:** кислотность воды, общая минерализация и жесткость воды, катионно-анионный состав воды, биогенные элементы и биохимические свойства воды, малые реки, урбанизированная территория

## IDENTIFICATION OF TRENDS IN ECOLOGY-HYDROCHEMICAL PROPERTIES OF SMALL FLOW WATERCOURSES UNDER MAN-MADE LOAD OF THE NIZHNY NOVGOROD CITY

Kozlov A.V., Klochkov E.A., Bodyakshina M.A., Beresnev A.A.,  
Kalinicheva Z.S., Firova A.A.

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,  
e-mail: a.v.kozlov\_ecology@mail.ru*

The work presents to results of trends analysis in ecology-hydrochemical properties of some small watercourses, flowing in the line of the Nizhny Novgorod. The research was carried out in November 2018 and April 2019 on the basis of the Ecology-Analytical Laboratory of Environmental Monitoring and Protection of Minin University. The waters of 9 rivers – Starka, Rahma, Wjunica, Parasha, Borzovka, Levinka, Chernaya, Halzovka and Rzhavka – were studied. There is an excess in total mineralization, including the content of salts of total stiffness and chlorides, in autumn time; as well as sulphates and permanganate oxidability of water during spring sampling period. The waters of most rivers did not meet sanitary and environmental standards for total iron content (3 to 14 MPC); the waters of the Starka and Rahma rivers in spring – in terms of sulphate content (from 1.04 to 1.39 MPC); The waters of the Rahma, Rzhavka and Halzovka rivers were characterized by insignificant excess in total rigidity (from 1.07 to 1.16 TLV). For substances containing biogenic elements (N and P), in addition to markedly elevated concentrations in the waters of the Rahma, Wjunica and Halzovka rivers, no excessive concentrations were detected. On average, in 2 study periods in the waters of all rivers there was an excess of sanitary and ecological standards on the indicator of permanganate oxidability of water: in the waters of Parasha and Wjunica from 3.98 to 4.36 TLV; In Levinka and Rzhavka waters from 2.03 to 2.52 TLV. It is obvious that these rivers undergo excessive introduction of organic substances, often causing subsequent contamination of water. These trends confirm the indicator of biological oxygen consumption (BOC<sub>7</sub>), for which waters from the Rahma and Wjunica rivers are estimated to be very dirty; The waters of the Borzovka, Levinka and Starka rivers, in turn, are like dirty. The best level of biological self-purification in certain periods was distinguished by waters from the Parasha, Chernaya and Halzovka rivers.

**Keywords:** water acidity, general mineralization and water stiffness, cationic-anionic composition of water, biogenic elements and biochemical properties of water, small rivers, urbanized area

В Российской Федерации насчитывается свыше 2,5 млн малых рек, в бассейнах которых сосредоточено около 50% городского населения. С точки зрения градостро-

ительства и обустройства урбанизированных территорий по своей структуре малые реки могут выступать в качестве инженерных сетей в системах естественного дрена-

рования атмосферных осадков. Речная сеть на 70–80% способна дренировать подземные воды своего речного бассейна, а также отводить поверхностные водотоки, тем самым регулируя гидрологический режим местности и влажность воздушного бассейна [1, 2]. С другой, биосферной, значимости поверхностные водотоки являются важнейшим, связующим элементом экологического каркаса города, который участвует в формировании биопродуктивности и повышении биоразнообразия ландшафта, а также в сохранении его экологической устойчивости [3].

В периоды массового освоения и развития промышленности (1930–1950-е гг.) местные малые реки использовались в основном в качестве каналов для сброса промышленных и канализационных стоков. В настоящее время, несмотря на жесткие нормы и требования, предъявляемые к промышленным и коммунально-бытовым сточным водам, сбрасываемым в природные водные объекты [4, 5], а также к системам очистки стоков от загрязняющих веществ, качество и экологическое состояние используемых для отвода водотоков не является благополучным [6, 7]. Причиной тому является повсеместное развитие водоемких отраслей, в качестве отходов образующих стоки, привнесение значительных масс загрязнителей за счет больших объемов сточных вод, приведенных к нормативно чистому состоянию, а также недостаточно эффективные системы очистки технологических вод [8, 9].

Нижний Новгород – город-миллионник, расположенный на слиянии крупных рек (Ока и Волга) и, кроме того, имеющий на своей территории 12 малых речных водотоков. С учетом интенсивного развития промышленной и городской инфраструктуры [10], а также высокого уровня загрязненности компонентов окружающей среды [11], городские реки претерпевают хроническое загрязнение токсикантами различной природы и степени экологической опасности, их русла зачастую трансформированы, а прилегающие территории не обладают достаточным благоустройством [12, 13]. В результате этого в настоящее время многие экологические функции гидрологической сети и прилегающих территорий частично утрачены, а ландшафтные и рекреационные функции недостаточно задействованы в градостроительной практике. В частности, русла многих рек заилены и подвержены избыточному росту водообитающей растительности, береговые зоны

в недостаточной мере подвергаются санации от ТКО, имеются случаи складирования промышленных отходов. В обустройстве города рекам практически не уделяется внимания, что проявляется в запущенности прирусловых территорий.

При проведении оценки геоэкологического состояния малых водотоков, протекающих по урбанизированной территории города, необходимо начинать с их рекогносцировочного обследования и, в частности, с изучения гидрохимических свойств вод малых рек. С точки зрения регионального экологического мониторинга и охраны местной окружающей среды данным аспектам, к сожалению, отводится недостаточное внимание, а в современных исследованиях [13, 14] подчеркивается малая степень изученности различных свойств малых рек Нижнего Новгорода, в том числе и свойств геоэкологического статуса, что определяет актуальность настоящих исследований.

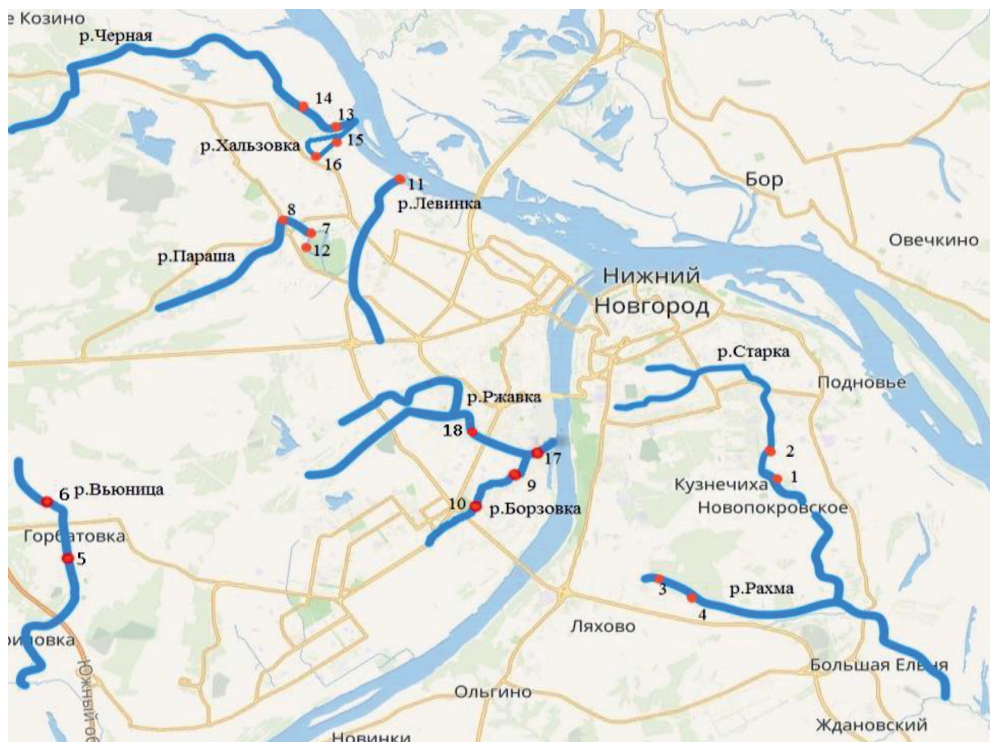
Цель исследования: проведение предварительной ступени исследований эколого-гидрохимических свойств малых рек, протекающих по территории Нижнего Новгорода в условиях различной техногенной нагрузки.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета в период 2018–2019 гг., объектами исследований стали воды малых рек, протекающих в черте г. Нижнего Новгорода.

Пробы воды отбирались дважды в осенний и весенний периоды (конец ноября 2018 г и середина апреля 2019 г.) с открытых участков русел рек нагорной (реки Рахма и Старка) и заречной (реки Борзовка, Бьюница, Левинка, Параша, Ржавка, Хальзовка, Черная) частей города (рис. 1).

Вода из рек отбиралась в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» и Р 52.24.353-2012 «Рекомендации по отбору проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» при помощи батометра гидрологического (БГ-1,0) в полиэтиленовые емкости. Поскольку водотоки имеют проточный характер для получения условно репрезентативных объединенных проб объем каждой из них (2 л) набирался в одной точке в виде четырех последовательных заборов по 0,5 л равномерно в течение 1 ч.



*Карта-схема территориального расположения малых рек в Нижнем Новгороде и точек отбора проб воды*

В образцах определяли общепринятые показатели и гидрохимические свойства – кислотность (рН), общую минерализацию и общую жесткость, содержание хлоридов, сульфатов и железа, содержание биогенных элементов (общий растворенный фосфор, аммонийный и нитратный азот), содержание растворенного кислорода, перманганатную окисляемость воды и ее 7-суточное биологическое потребление  $O_2$ . Определение вышеупомянутых показателей состояния воды водных объектов проводилось по стандартным методикам, принятым в гидрохимической практике, которые основаны на методах титриметрии, потенциометрии, кондуктометрии, ионселективной ионометрии и спектрофотометрии [15, 16].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В результате проведенных исследований было установлено, что повышенный уровень общей минерализации воды (рис. 2) практически по всем рекам встречался в осенний период отбора проб, что, по-видимому, было обусловлено, как известно, снижением уровня воды в реках из-за устойчивого периода высоких темпе-

ратур воздуха в летний период и наступления осенней межени.

Стоит отметить, что воды некоторых рек (Рахма, Борзовка, Хальзовка и Ржавка) имели повышенную минерализацию, превышающую установленную норму, что объясняется во многом антропогенным прессингом на указанные малые водотоки. В частности, река Рахма протекает вблизи автотрасс, гаражных кооперативов и многоэтажных застроек, реки Борзовка и Ржавка, помимо влияния со стороны указанных выше агентов, могут испытывать воздействие со стороны судостроительных заводов (ОАО «РУМО» и ОАО «Завод Красная Этна»), поскольку протекают по территории их санитарно-защитных зон, а исток реки Борзовка представляет собой закрытый коллектор, расположенный на территории ОАО «ГАЗ». Воды реки Хальзовка в основном испытывают негативное воздействие со стороны частного жилищного сектора [1, 13]. Наибольшее превышение показателя относительно ПДК (в 1,6 раз) установлено по водам Рахмы. Вполне вероятно, что такой уровень общего содержания растворенного вещества мог быть обусловлен

значительными объемами нормативно очищенных сбросов со стороны предприятия по производству строительных материалов (ОАО «Керма»), а также коммунально-бытовыми сточными водами [13].

Водородный показатель (рН) также сильно варьировал в зависимости от реки и имел некоторую тенденцию повышения при увеличении общей минерализации воды. По большинству рек кислотность воды несущественно изменялась по времени отбора проб и выходила за установленные нормативные пределы (6,5–8,5) только в воде из устья Хальзовки весной (рН 6,14) и по течению воды Ржавки (рН 6,21) в осенний период, что определяется снижением показателя общей минерализации воды и, как следствие, ее общей жесткости.

Данные табл. 1 отражают вариабельность общей жесткости воды в исследованных реках, а также изменение содержания в ней ионов из базового вещества.

Выявлено, что осенний период отбора проб в большей или меньшей степени характеризовался увеличенными значениями жесткости воды, что согласуется с ранее рассмотренной ее минерализацией. Так, воды из устья Рахмы и Ржавки, а также по течению Рахмы и Хальзовки имели значения, превышающие ПДК, что также установлено в среднем за два отбора проб.

Тенденция повышенного содержания хлоридов в водах за осень 2018 г. согласуется с показателями их общей минерализации и жесткости, однако превышений относительно норм ПДК выявлено не было, а наиболее высокие величины по содержанию хлоридов наблюдались в водах Рахмы

и Борзовки, что может быть связано с воздействием недостаточно очищенных сточных вод указанных выше предприятий, по территории которых протекают данные водотоки.

Относительно содержания сульфатов в водах была установлена обратная тенденция – повышенный уровень концентраций данных ионов отмечался в водах, отобранных в весенний период. Кроме того, в водах рек Старка и Рахма установлено некоторое превышение санитарно-экологических норм (от 1,04 до 1,13 раз по водам Старки и от 1,08 до 1,39 раз по водам Рахмы). Поскольку высокие концентрации сульфатов в весенний период были выявлены в водах всех рек, по-видимому, накопление  $SO_4^{2-}$ -ионов определенным образом зависит от геохимического фона территории, который в весенний период поднятия грунтовых вод может влиять на данный показатель. С другой стороны, нельзя исключать негативного воздействия на воды рассматриваемых водотоков со стороны машиностроительных и металлургических предприятий города, стоки которых могут содержать значительные концентрации сульфат-анионов.

Содержание общего железа в водах малых рек города не имело определенных тенденций по сезонам года, однако по данному показателю зачастую фиксировалось превышение ПДК, наибольшее из которых было отмечено осенью 2018 г. в водах Хальзовки (в 27,5 раза) и Борзовки (в 5,1 раза), а весной 2019 г. – в водах Старки (в 5,9 раза) и Левинки (в 9,5 раза). В среднем за два отбора максимальное превышение установленных норм также отмечалось в водах Старки, Борзовки и Левинки.

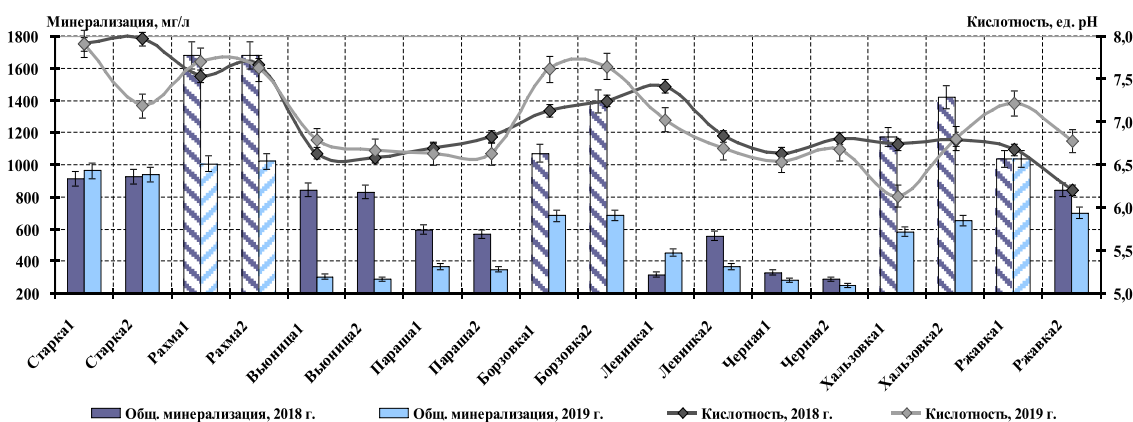


Рис. 2. Вариабельность кислотности воды и ее общей минерализации в зависимости от свойств водотока (2018–2019 гг.)

Таблица 1

Общая жесткость вод малых рек Нижнего Новгорода  
и содержание в них некоторых ионов (2018 г. / 2019 г.)

Река	Общая жесткость, мг-экв./л		ионный состав воды, мг/л					
			хлориды (Cl <sup>-</sup> )		сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		железо (Fe <sup>2+</sup> и Fe <sup>3+</sup> )	
	годы	сред.	годы	сред.	годы	сред.	годы	сред.
Старка <sup>1</sup>	8,2/4,3	6,3	47/50	49	56/520	288	0,18/1,76	<b>0,97</b>
Старка <sup>2</sup>	4,7/3,5	4,1	50/52	51	64/564	314	0,19/0,88	<b>0,54</b>
Рахма <sup>1</sup>	12,1/3,9	<b>8,0</b>	141/49	95	40/696	368	0,16/0,45	<b>0,31</b>
Рахма <sup>2</sup>	8,5/3,0	5,8	144/49	97	40/540	290	0,41/0,75	<b>0,58</b>
Вьюница <sup>1</sup>	5,6/3,3	4,6	82/24	53	40/288	164	0,79/0,39	<b>0,59</b>
Вьюница <sup>2</sup>	5,4/2,8	4,1	71/22	47	40/292	166	0,70/0,49	<b>0,60</b>
Параша <sup>1</sup>	3,4/3,0	3,2	58/36	47	44/344	192	0,30/0,07	0,19
Параша <sup>2</sup>	3,4/2,8	3,1	66/32	47	40/400	220	0,29/0,68	<b>0,49</b>
Борзовка <sup>1</sup>	5,1/3,5	4,3	103/64	84	52/304	178	1,54/0,25	<b>0,90</b>
Борзовка <sup>2</sup>	5,2/3,5	4,4	146/62	104	40/340	190	0,17/0,26	0,22
Левинка <sup>1</sup>	2,9/3,3	3,1	24/40	32	20/236	128	0,17/2,86	<b>1,52</b>
Левинка <sup>2</sup>	3,4/2,5	3,0	63/33	48	24/196	110	0,18/1,38	<b>0,78</b>
Черная <sup>1</sup>	3,0/2,5	2,8	20/14	17	40/324	182	0,39/0,34	<b>0,37</b>
Черная <sup>2</sup>	2,5/2,3	2,4	20/13	17	84/344	214	0,21/0,35	0,28
Хальзовка <sup>1</sup>	7,5/4,3	5,9	93/46	70	36/268	152	8,24/0,06	<b>4,15</b>
Хальзовка <sup>2</sup>	10,2/4,8	<b>7,5</b>	88/51	70	24/212	118	0,18/0,03	0,11
Ржавка <sup>1</sup>	8,1/8,0	<b>8,1</b>	63/63	63	60/192	126	0,07/0,03	0,05
Ржавка <sup>2</sup>	6,0/5,5	5,8	57/54	56	89/208	149	0,05/0,04	0,05
<b>ПДК</b>		<b>7,0</b>		<b>350</b>		<b>500</b>		<b>0,3</b>

Примечания, здесь и далее: ПДК – согласно ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»; ГН 2.1.5.2280-07 Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03; ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Четное число в названии реки – значение показателя по пробе, отобранной по течению реки, нечетное число в названии реки – значение показателя по пробе, отобранной в устье реки.

Динамика веществ, содержащих биогенные элементы, в водах исследованных рек показана в табл. 2. Наибольшее содержание фосфатов присутствовало в водах Рахмы и Хальзовки, где были выявлены заметные концентрации общего растворенного фосфора; воды Старки и Борзовки также отличались некоторым увеличением показателя. Воды же остальных рек содержали растворимые соединения фосфора в минимальном количестве. Среди всех рек воды Хальзовки также имели повышенные концентрации аммонийного азота и, в особенности, по течению реки, что очевидно, было обусловлено недостаточно очищенными коммунально-бытовыми стоками местной жилой застройки (частный сектор). Воды Рахмы, Вьюницы и Параша имели значительное содержание нитратной формы азота, но только в осенний пе-

риод. В остальных вариантах концентрации были незначительными. Превышений норм по рассматриваемым показателям установлено не было. Как указывалось выше, выявленные тенденции объясняются воздействием коммунальных стоков, содержащих значительные концентрации биогенных элементов за счет остаточных количеств моющих средств (детергентов).

По содержанию растворенного кислорода в наибольшей степени отличались воды реки Вьюница, которые содержат его существенное количество (табл. 3). Также приемлемый уровень показателя наблюдался в водах Левинки, Черной, Старки и Ржавки. Чего нельзя сказать о водах из рек Рахма, Параша и Хальзовка, в которых за отдельные периоды и в разных местах отбора наблюдалось несоответствие установленным нормам.

Таблица 2

Содержание ионов биогенных элементов  
в водах малых рек Нижнего Новгорода (2018 г. / 2019 г.)

Река	Биогенные элементы в водах, мг/л					
	фосфаты ( $\text{PO}_4^{3-}$ )		аммонийный азот ( $\text{NH}_4^+$ )		нитратный азот ( $\text{NO}_3^-$ )	
	годы	сред.	годы	сред.	годы	сред.
Старка <sup>1</sup>	0,12/0,37	0,25	0,09/0,20	0,15	1,80/2,61	2,21
Старка <sup>2</sup>	0,14/1,58	0,86	0,14/0,24	0,19	2,44/2,48	2,46
Рахма <sup>1</sup>	0,62/0,95	0,79	0,29/0,19	0,24	33,03/9,38	21,20
Рахма <sup>2</sup>	0,76/1,02	0,89	0,28/0,17	0,23	8,05/7,10	7,58
Вьюница <sup>1</sup>	0,10/0,21	0,16	0,31/0,17	0,24	3,06/0,61	1,84
Вьюница <sup>2</sup>	0,06/0,19	0,13	0,31/0,12	0,22	3,18/0,46	1,82
Параша <sup>1</sup>	0,66/0,04	0,35	0,27/0,25	0,26	3,03/0,80	1,92
Параша <sup>2</sup>	0,04/0,13	0,09	0,26/0,17	0,22	0,73/0,78	0,76
Борзовка <sup>1</sup>	0,91/0,47	0,69	0,23/0,17	0,20	0,52/1,09	0,81
Борзовка <sup>2</sup>	0,29/0,46	0,38	0,24/0,18	0,21	1,04/1,00	1,02
Левинка <sup>1</sup>	0,05/0,09	0,07	0,18/0,15	0,17	0,35/0,54	0,45
Левинка <sup>2</sup>	0,06/0,19	0,13	0,26/0,17	0,22	1,18/0,59	0,89
Черная <sup>1</sup>	0,01/0,10	0,06	0,17/0,10	0,14	0,38/0,40	0,39
Черная <sup>2</sup>	0,08/0,85	0,47	0,15/0,10	0,13	0,38/0,41	0,40
Хальзовка <sup>1</sup>	0,93/2,40	1,67	0,32/0,14	0,23	0,92/0,43	0,68
Хальзовка <sup>2</sup>	0,59/0,71	0,65	1,32/0,13	0,73	0,65/1,17	0,91
Ржавка <sup>1</sup>	0,15/0,19	0,17	0,19/0,10	0,15	0,58/0,86	0,72
Ржавка <sup>2</sup>	0,03/0,07	0,05	0,26/0,12	0,19	0,61/0,88	0,75
<b>ПДК</b>		<b>3,5</b>		<b>1,9</b>		<b>45</b>

К сожалению, в среднем за два периода исследования в водах всех рек в большей или меньшей степени было выявлено превышение санитарно-экологических норм по показателю перманганатной окисляемости воды и, в особенности, в водах Параша и Вьюница (от 3,98 до 4,36 ПДК), Левинки и Ржавки (от 2,03 до 2,52 ПДК). Очевидно, что в водах данных рек содержатся значительные концентрации органических веществ, в том числе неприродного происхождения. В частности, многие из них протекают по территории промышленных предприятий, а также вдоль автомагистралей, что может способствовать дополнительному поступлению органических компонентов в русло. Кроме того, за счет наличия процессов эвтрофикации в некоторых водоемах [10, 13] и, как следствие, роста их биопродуктивности, воды рек могут содержать большое количество отмерших остатков фитомассы, которые и способствуют повышению уровня окисляемости вод.

Данные тенденции подтверждает показатель биологического потребления кислорода (БПК<sub>7</sub>), относительно которого воды из рек

Рахма и Вьюница оцениваются как очень грязные, а из рек Борзовка, Левинка и Старка – как грязные. Судя по показателям, воды данных водотоков содержат повышенные концентрации загрязняющих веществ органической природы, которые подвержены интенсивному биохимическому разложению анаэробными микроорганизмами, обитающими в реках. Наилучшими показателями, характеризующими процессы биохимического разложения органических веществ, в отдельные периоды отличались воды из рек Параша, Черная и Хальзовка. По-видимому, в их водах органические примеси присутствуют в минимальном количестве.

Относительно влияния сезона отбора проб каких-либо тенденций в содержании БПК<sub>7</sub> выявлено не было, однако в отношении показателя перманганатной окисляемости прослеживался однозначный и достаточно заметный (свыше 30 мг/л по водам рек Вьюница и Параша) повышенный уровень в весенний период, что могло быть объяснено сбросом недостаточно очищенных или неочищенных сточных вод со стороны местной коммунально-бытовой сети.

Таблица 3

Показатели биохимического состояния  
в водах малых рек Нижнего Новгорода (2018 г. / 2019 г.)

Река	Биохимическое состояние вод, мг/л					
	Раств. кислород, мг О/л		Перманг. окисл., мг О/л		БПК <sub>7</sub> , мг О/л	
	годы	сред.	годы	сред.	годы	сред.
Старка <sup>1</sup>	13,6/9,7	11,7	8,0/7,4	<b>7,7</b>	10,4/4,0	<b>7,2</b>
Старка <sup>2</sup>	13,4/10,0	11,7	7,0/8,9	<b>8,0</b>	8,6/7,3	<b>8,0</b>
Рахма <sup>1</sup>	29,4/6,2	17,8	4,8/10,2	<b>7,5</b>	16,8/3,8	<b>10,3</b>
Рахма <sup>2</sup>	0/7,2	<b>3,6</b>	6,7/12,2	<b>9,5</b>	0/4,0	2,0
Вьюница <sup>1</sup>	18,2/12,0	15,1	8,3/33,9	<b>21,1</b>	18,2/12,0	<b>15,1</b>
Вьюница <sup>2</sup>	21,9/9,1	15,5	11,5/32,0	<b>21,8</b>	19,8/6,1	<b>13,0</b>
Параша <sup>1</sup>	0/8,0	4,0	9,6/30,2	<b>19,9</b>	0/7,8	3,9
Параша <sup>2</sup>	8,9/8,2	8,6	8,6/34,6	<b>21,6</b>	4,8/4,5	4,7
Борзовка <sup>1</sup>	4,9/9,9	7,4	6,7/8,9	<b>7,8</b>	4,6/9,4	<b>7,0</b>
Борзовка <sup>2</sup>	3,2/10,6	6,9	6,1/18,6	<b>12,4</b>	0/8,8	4,4
Левинка <sup>1</sup>	11,8/10,7	11,3	6,1/14,4	<b>10,3</b>	11,0/6,2	<b>8,6</b>
Левинка <sup>2</sup>	6,7/8,5	7,6	6,4/17,6	<b>12,0</b>	4,3/8,0	<b>6,2</b>
Черная <sup>1</sup>	9,9/9,9	9,9	2,6/12,8	<b>7,7</b>	1,9/1,1	1,5
Черная <sup>2</sup>	15,0/11,4	13,2	3,8/12,8	<b>8,3</b>	10,0/1,7	5,9
Хальзовка <sup>1</sup>	1,4/8,3	4,9	3,5/16,3	<b>9,9</b>	0/8,3	4,2
Хальзовка <sup>2</sup>	0/7,5	<b>3,8</b>	3,8/21,8	<b>12,8</b>	0/7,5	3,8
Ржавка <sup>1</sup>	12,3/12,2	12,3	6,4/15,0	<b>10,7</b>	4,6/9,3	<b>7,0</b>
Ржавка <sup>2</sup>	9,9/8,5	9,2	7,2/17,9	<b>12,6</b>	0/0	0
<b>ПДК</b>		<b>&gt;4,0</b>		<b>5,0</b>		<b>3,0/6,0</b>

### Заключение

Таким образом, на основании проведенной предварительной ступени исследований можно констатировать, что воды малых рек, протекающих в черте Нижнего Новгорода, характеризовались избыточным количеством органических примесей, средним уровнем содержания растворенного кислорода и заниженной биологической активностью в части биохимической деградации органосодержащих примесей. Содержание веществ-носителей биогенных элементов (соединения азота и фосфора) находится на приемлемом санитарно-экологическом уровне, а суммарное содержание железа и сульфатов – на повышенном и точно неблагоприятном уровне. В совокупности показателей неорганического состава избыточное накопление солей жесткости также было свойственно некоторым рекам города (Рахма, Ржавка, Борзовка и Хальзовка).

Для проведения геоэкологической оценки статуса малых водотоков, протекающих по урбанизированной территории города, необходимо продолжить настоящие

исследования и систематически проводить оценку комплекса гидрологических, гидрофизических и гидрохимических свойств вод малых рек с единовременным учетом особенностей хозяйственной деятельности территории, степени ее урбанизации, учетом деятельности по обращению с отходами и наличия свалок ТКО в водоохранной зоне.

### Список литературы / References

1. Быков В.Ф., Ковальская И.Л. Малые реки Нижнего Новгорода // Малые реки города: проблемы и перспективы развития. Н. Новгород: Изд. НГПУ им. К. Минина, 2014. С. 19–24.
2. Kaznacheeva V.F., Kovalskaya I.L. Small rivers of Nizhny Novgorod // *Malye reki goroda: problemy i perspektivy razvitiya*. N. Novgorod: Izd. NGPU im. K. Minina, 2014. P. 19–24 (in Russian).
3. Казначеева Ю.В., Якунина И.В., Лузгачев В.А., Шубин Р.А. Проектирование рекреационных комплексов в прибрежных территориях малых рек // *Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского*. 2018. № 4 (70). С. 9–18. DOI: 10.17277/voprosy.2018.04.pp.009-018.
4. Kaznacheeva Yu.V., Yakunina I.V., Luzgachev V.A., Shubin R.A. Design of recreational complexes in coastal areas of small rivers // *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki*. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2018. № 4 (70). P. 9–18 (in Russian).
5. Варенов А.Л. Малые реки города и пригородных территорий: эколого-русловой аспект изучения и восстанов-

ления // Малые реки города: проблемы и перспективы развития. Н. Новгород: Изд. НГПУ им. К. Минина, 2014. С. 24–33.

Varenov A.L. Small rivers of cities and periurban areas: ecological-channel aspect of study and restoration // *Malye reki goroda: problemy i perspektivy razvitiya*. N. Novgorod: Izd. NGPU im. K. Minina, 2014. P. 24–33 (in Russian).

4. Гелашвили Д.Б. Принципы обоснования нормативов допустимого воздействия (НДВ) по привнесу химических и взвешенных минеральных веществ в поверхностные водные объекты // *Экологический мониторинг. Часть VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем*. Н. Новгород: Изд. Нижегородского университета, 2014. С. 43–60.

Gelashvili D.B. Principles of justification of permissible impact standards (NIR) for the introduction of chemical and suspended mineral substances into surface water objects // *Ekologicheskij monitoring. Chast VIII. Sovremennye problemy monitoringa presnovodnyh ekosistem*. N. Novgorod: Izd. Nizhegorodskogo universiteta, 2014. P. 43–60 (in Russian).

5. Маркова С.М., Наркозиев А.К. Методика исследования содержания профессионального образования // *Вестник Мининского университета*. 2019. Т. 7. № 1 (26). [Электронный ресурс]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (дата обращения: 04.11.2019). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-1-2.

Markova S.M., Narkoziev A.K. Methodology for research into the content of vocational education // *Vestnik of Minin University*. 2019. T. 7. № 1 (26). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (date of access: 04.11.2019) (in Russian).

6. Рапута В.Ф., Зиновьев А.Т., Ловцкая О.В. Анализ процессов загрязнения малой реки на городской территории // *ИнтерЭкспо Гео-Сибирь*. 2019. Т. 4. № 1. С. 134–140. DOI: 10.33764/2618-981X-2019-4-1-134-140.

Raputa V.F., Zinovev A.T., Lovckaya O.V. Analysis of small river pollution processes in urban territory // *InterEkspo Geo-Sibir*. 2019. V. 4. № 1. P. 134–140 (in Russian).

7. Усманова Л.И. Характеристика химического состава речных вод на территории и в окрестностях города Читы // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 7. С. 200–208. DOI: 10.17513/use.36826.

Usmanova L.I. Characteristic of the chemical composition of river waters in the territory and in the neighborhood of the city of Chita // *Advances in current natural sciences*. 2018. № 7. P. 200–208 (in Russian).

8. Ротанова И.Н., Пупкова В.В. Малые реки городской территории как природоохранные объекты урбанизированной среды (опыт исследований на примере Барнаула) // *География и природопользование Сибири*. 2013. № 15. С. 171–181.

Rotanova I.N., Pupkova V.V. Small rivers of urban territory as environmental objects of urbanized environment (experience of research on the example of Barnaul) // *Geografiya i prirodopolzovanie Sibiri*. 2013. № 15. P. 171–181 (in Russian).

9. Суплес Н.А. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // *Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.

Suppes N.A. Impact of economic activity on ecological condition of water bodies of the city of Ishima // *Samarskij nauchnyj vestnik*. 2018. T. 7. № 3 (24). P. 98–103 (in Russian).

10. Гелашвили Д.Б., Копосов Е.В., Лаптев Л.А. Экология Нижнего Новгорода: монография. Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. 530 с.

Gelashvili D.B., Kopusov E.V., Laptev L.A. Ecology of Nizhny Novgorod: monograph. N. Novgorod: NNGASU, 2008. 530 p. (in Russian).

11. Копосова Н.Н., Козлов А.В., Шешина И.М. Анализ территориальных различий в уровнях концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Нижнего Новгорода // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=19379> (дата обращения: 04.11.2019).

Koposova N.N., Kozlov A.V., Sheshina I.M. Analysis of territorial differences in concentrations of pollutants in the atmospheric air of the city of Nizhny Novgorod // *Modern problems of science and education*. 2015. № 3. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=19379> (date of access: 04.11.2019) (in Russian).

12. Дебольский В.К., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б. Современная гидрохимическая характеристика водохранилищ Волжского каскада в период летней межени // *Экологический мониторинг. Часть VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем*. Н. Новгород: Изд. Нижегородского университета, 2014. С. 61–76.

Debolskij V.K., Grigoreva I.L., Komissarov A.B. Modern hydrochemical characteristics of the reservoirs of the Volga cascade during the summer intergeny period // *Ekologicheskij monitoring. Chast VIII. Sovremennye problemy monitoringa presnovodnyh ekosistem*. N. Novgorod: Izd. Nizhegorodskogo universiteta, 2014. P. 61–76 (in Russian).

13. Кочеткова М.Ю., Баянов Н.Г. Гидрохимическое состояние некоторых малых рек города Нижнего Новгорода // *Малые реки города: проблемы и перспективы развития*. Н. Новгород: Изд. НГПУ им. К. Минина, 2014. С. 71–75.

Kochetkova M.Yu., Bayanov N.G. Hydrochemical state of some small rivers of the city of Nizhny Novgorod // *Malye reki goroda: problemy i perspektivy razvitiya*. N. Novgorod: Izd. NGPU im. K. Minina, 2014. P. 71–75 (in Russian).

14. Мялкина Е.В. Диагностика качества образования в вузе // *Вестник Мининского университета*. 2019. Т. 7. № 3 (28). [Электронный ресурс]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (дата обращения: 04.11.2019). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-3-4.

Myalkina E.V. Diagnosis of the quality of education in the university // *Vestnik of Minin University*. 2019. T. 7. № 3 (28). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (date of access: 04.11.2019) (in Russian).

15. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов: учебно-методическое пособие. Н. Новгород: Мининский университет, 2016. 146 с.

Kozlov A.V. Environmental assessment of soil cover and water objects: educational and methodological manual. N. Novgorod: Mininskiy universitet, 2016. 146 p. (in Russian).

16. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 540 с.

Manual for chemical analysis of terrestrial surface waters / Pod red. A.D. Semenova. L.: Gidrometeoizdat, 1977. 540 p. (in Russian).