

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛОЙ ГОРОДСКОЙ РЕКИ СЕТУНЬ (ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ 2019-2022 ГГ.)

*Соловьева С.С., Ефимова Л.Е., Ерина О.Н., Терешина М.А., Соколов Д.И.*

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

E-mail: [sebastiana01@mail.ru](mailto:sebastiana01@mail.ru)

**Аннотация:** Комплексная оценка качества воды в замыкающих створах реки Сетунь и трех ее крупных притоков (Алешинка, Навершка, Раменка) проведена по данным ежемесячных мониторинговых наблюдений с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ). Выявлены основные загрязняющие вещества и рассмотрена изменчивость кратности их превышения ПДК по рыбохозяйственным и санитарно-гигиеническим нормативам. Критическими показателями загрязненности вод р. Сетуни в 2022 были нефтепродукты, соединения свинца и меди, которая являлась основным поллютантом и для притоков реки. Значительное влияние на качество воды в бассейне Сетуни оказывал приток вод, насыщенных легкоокисляемыми органическими веществами и аммонийными ионами, формирующийся в среднем течении. Максимальные превышения ПДК для большинства поллютантов наблюдались в зимний период и на подъеме половодья.

**Ключевые слова:** качество воды, малые городские реки

## ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE SMALL CITY RIVER SETUN (ACCORDING TO OBSERVATIONS FROM 2019–2022)

*Soloveva S., Efimova L., Erina O., Tereshina M., Sokolov D.*

Moscow State University, Moscow

**Abstract:** A comprehensive assessment of water quality in the Setun River and its three large tributaries (Aleshinka, Navershka, Ramenka) was carried out based on the data of monthly monitoring observations using the specific combinatorial water pollution index (SCWPI). The main pollutants were identified, and variability of their exceedance over maximum permissible concentrations (MPC) by fishery and sanitary standards was inspected. Oil products, lead and copper (which was the main pollutant for the tributaries of the river,) were identified as critical indicators of water pollution in the Setun River in 2022. A significant impact on water quality in the Setun basin was made by the inflows saturated with easily oxidizable organic matter and ammonium ions in the middle reaches. The highest MPC exceedances for most pollutants were observed in winter and during the rise of the spring flood.

**Keywords:** water quality, small urban rivers

Исследования зарубежных и российских авторов свидетельствуют о заметном ухудшении качества воды городских водных объектов под воздействием поступления токсичных химических элементов и соединений [1, 2]. Снижение качества воды малых рек может приводить к быстрой деградации их экосистем.

В верховьях реки Сетунь расположен Саларьевский полигон ТБО, очистные сооружения ГУП «Мосводосток», снегоплавильные пункты. Часть долины реки включена в крупнейший в Москве природный заказник «Долина реки Сетунь». Создание на водосборе городской реки зеленых буферных зон призвано защищать водоток, замедляя скорость движения поверхностных и сточных вод в русла реки, способствовать восстановлению уровней инфильтрации и пополнению запасов подземных вод, а также способствовать депонированию загрязняющих веществ в донных отложениях, что может служить источником вторичного загрязнения вод реки [3]. Тем не менее, р. Сетунь и ее притоки испытывают постоянное антропогенное воздействие из-за большого количества сосредоточенных и рассредоточенных источников сточных вод. Уровень загрязненности

реки напрямую коррелирует с численностью населения, проживающего в ее бассейне, формирует объем поступления коммунально-бытовых и промышленных стоков [4, 5]. В зимний период заметный вклад в изменение химического состава воды малых городских рек вносит применение противогололедных реагентов, увеличивающих минерализацию и изменяющих класс вод с гидрокарбонатного на хлоридный. Это оказывает токсическое воздействие на водную биоту [6-8]. Многие научные работы [9-13] указывают на высокие концентрации биогенных веществ, поступающих с водосборной территории, или с прямыми сбросами нормативно-очищенных коммунально-бытовых стоков, приводящих к эвтрофированию малых городских рек.

Комплексная оценка степени загрязненности вод Сетуни и ее основных притоков в устьевых створах выполнена с применением удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ) [14]. Для оценки были выбраны следующие поллютанты: формы азота (нитритная, нитратная и аммонийная), ряд микроэлементов (железо, никель, медь, свинец, цинк и хром), БПК<sub>5</sub>, основные ионы (сульфаты и хлориды), ПАВ и нефтепродукты. Источником данных стали результаты мониторинговых наблюдений, проводимых в рамках проекта РНФ (проект 19-77-30004-П) и данных НФ «Без рек как без рук»: Современные технологии мониторинга для улучшения состояния малых рек Подмосковья». Для анализа качества воды объектов исследования были проведены расчеты кратности и повторяемости превышений ПДК для восьми дат 2022 года с временным интервалом в 1-1,5 месяца. Выводы о состоянии водных объектов делались по результатам расчета индекса загрязненности воды (ИЗВ), удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) и коэффициента запаса, равного разнице между единицей и десятой от количества критических показателей загрязненности (КПЗ). Определение оценочных баллов, отражающих величину КПЗ, ИЗВ и УКИЗВ производилось в соответствии с Руководящим документом РД 52.24.643-2002.

В воде устьевого створа реки Сетунь превышение ПДК наблюдалось по 12 показателям химического состава воды из 15 определяемых. Высокие средние значения коэффициента комплексности загрязнённости воды (42.4%) по отдельным результатам анализа свидетельствовали о высокой комплексности загрязнения воды в течение всего года. (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, превышения ПДК наблюдались по всем показателям кроме нитратов, кислорода и соединений хрома (в таблицу не включены). Загрязнение соединениями никеля было характерно для Навершки и Раменки, свинца – для устья Сетуни и Алешинки, сульфатами – только для замыкающего створа. Повышенные концентрации соединений железа отмечались в воде всех притоков, но не оказали влияния на химический состав воды, проходящей через замыкающий створ Сетуни. Наибольшие значения кратности превышения концентраций большинства загрязняющих веществ наблюдались в зимний период и на подъеме половодья, что может объясняться увеличением диффузного стока с водосбора и притоком насыщенных поллютантами талых вод. Для 8 из 15 загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность (повторяемость превышающих ПДК

**Качество ресурсов поверхностных и подземных вод  
в условиях антропогенного воздействия и изменений климата**

Таблица 1 – Кратность превышения ПДК<sub>рх</sub> основными поллютантами

|                   | Устье Сетуни*              | Раменка                  | Навершка                 | Алешинка                 |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Cl                | <u>0,92</u><br>0,02-2,28   | <u>0,37</u><br>0,07-1,12 | <u>0,75</u><br>0,05-2,19 | <u>0,41</u><br>0,07-1,38 |
| SO <sub>4</sub>   | <u>1,50</u><br>0,77-2,41   | <u>0,51</u><br>0,22-0,76 | <u>0,54</u><br>0,37-0,83 | <u>0,55</u><br>0,22-0,98 |
| NH <sub>4</sub>   | <u>1,05</u><br>0,001-1,9   | <u>1,76</u><br>0,14-4,48 | <u>0,91</u><br>0,26-1,58 | <u>0,74</u><br>0,02-1,72 |
| NO <sub>2</sub>   | <u>0,65</u><br>0,19-1,14   | <u>0,84</u><br>0,3-2,38  | <u>0,85</u><br>0,16-2,58 | <u>0,70</u><br>0,14-3,0  |
| NO <sub>3</sub>   | <u>0,04</u><br>0,002-0,007 | <u>0,10</u><br>0,02-0,19 | <u>0,16</u><br>0,07-0,24 | <u>0,11</u><br>0,003-0,3 |
| Fe <sub>общ</sub> | <u>0,04</u><br>0,01-0,2    | <u>1,70</u><br>0,01-9,94 | <u>1,96</u><br>0,01-15,6 | <u>0,24</u><br>0,01-1,72 |
| Cu                | <u>31,5</u><br>0,1-152     | <u>2,18</u><br>0,1-9,5   | <u>7,24</u><br>0,74-32,5 | <u>17,04</u><br>3,5-44   |
| Zn                | <u>2,02</u><br>0,31-6,4    | <u>1,07</u><br>0,34-2,43 | <u>1,60</u><br>0,27-7,26 | <u>0,54</u><br>0,07-2,09 |
| Ni                | <u>0,13</u><br>0,01-0,36   | <u>0,10</u><br>0,01-0,24 | <u>3,34</u><br>0,01-26   | <u>0,28</u><br>0,01-1,78 |
| Cr                | <u>0,05</u><br>0,01-0,17   | <u>0,03</u><br>0,01-0,1  | <u>0,06</u><br>0,01-0,31 | <u>0,07</u><br>0,01-0,43 |
| Pb                | <u>9,34</u><br>0,002-48    | <u>0,13</u><br>0,002-0,5 | <u>0,19</u><br>0,002-0,7 | <u>0,28</u><br>0,002-1,2 |
| БПК <sub>5</sub>  | <u>2,78</u><br>0,67-5,05   | <u>1,26</u><br>0,34-3,1  | <u>0,91</u><br>0,22-2,05 | <u>1,03</u><br>0,33-2,1  |

**Примечание:** \* В числителе – среднее значение, в знаменателе – предельные значения

концентраций более 50%). Это подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости поллютантов. Такими показателями стали соединения меди и свинца, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), сульфатные ионы, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и нефтепродукты. Еще для двух компонентов (хлориды и соединения цинка) загрязненность воды определяется как «характерная» (обеспеченность повторяемости случаев загрязненности выше 30%). По содержанию кислорода и нитрит-ионов наблюдался низкий уровень загрязненности воды. Значения частных оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 2,5 и 2,33 баллов, соответственно (обеспеченность до 30%).

Для восьми дат с наличием данных не менее чем по 70% из выбранных поллютантов был произведен расчет коэффициента комплексности загрязненности воды по ПДК<sub>рх</sub>. Его средняя величина составила 42,4%, при амплитуде значений от 0 (1.06.2022) до 66,7% (18.01.2022). Вода реки в устьевом створе Сетуни в течение большей части 2022 года характеризовалась средней комплексностью загрязненности. Как правило, основными загрязняющими веществами были легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), сульфаты и соединения меди. В течение года наблюдалась общая тенденция к уменьшению загрязненности воды.

Для показателей содержания органических веществ (ХПК и БПК<sub>5</sub>) изменчивость кратности их превышения была изучена за более продолжительный период (2019-2022 гг.). На рис.1 видно, что в течение последних лет происходило постоянное увеличение максимальных значений БПК<sub>5</sub>, средней и медианной величин кратности превышения ХПК, что свидетельствует о возрастании антропогенной нагрузки на водосбор, в том числе – за счет увеличения селитебных территорий, количества населения и, соответственно, коммунально-бытовых стоков. Амплитуды верхнего и нижнего квартилей для БПК<sub>5</sub> в последние три года остаются приблизительно на одном уровне, ХПК – зависят от водности года. Так, наибольший размах значений наблюдался в 2021 году, когда в бассейне реки наблюдались максимальный снеготазис и дождливое лето.

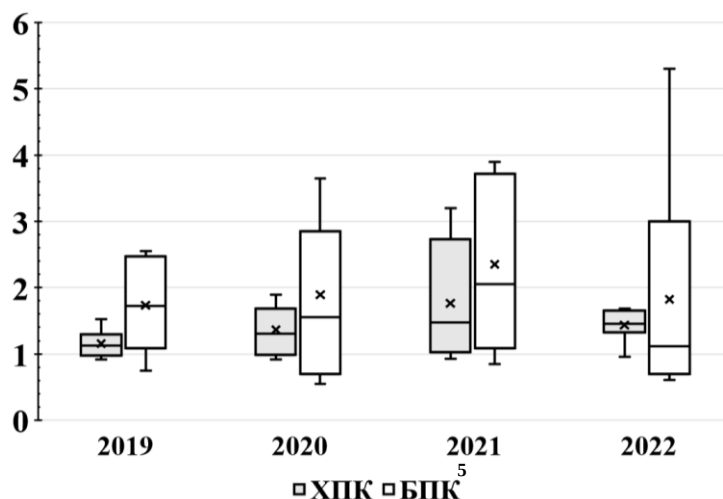


Рис. 1. – Результаты квартильного анализа распределения кратности значений показателей содержания ОВ к ПДК<sub>рх</sub> за 2019-2022 гг.

Химический состав воды подвержен существенным различиям в течение года – размах изменения коэффициента комплексности (РК) составил 66,7 % (без учета пробы воды, отобранной 01.06.2022, в которой не было выявлено превышения ПДК ни по одному из компонентов). На притоках Сетуни средние значения комплексности были значительно меньше и варьировались от 14,6 (Раменка) до 20,2% (Алешинка). Наибольший вклад в загрязнение главной реки соединениями меди вносили притоки, расположенные ближе к верховьям водосбора, что может быть связано с влиянием полигона ТБО.

Чтобы учесть одновременное влияние всех загрязняющих воду веществ, оценка степени загрязненности воды реки в этом створе производилась комплексным методом [4]. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды в устье Сетуни вносят соединения свинца и меди, нефтепродукты. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют, соответственно, 15,1; 14,6; 9,3. Это позволяет отнести их к критическим показателям загрязнённости (КПЗ). Для Алешинки основными

поллютантами являются нефтепродукты, соединения меди и цинка. В водах Навершки и Раменки критическое превышение ПДК<sub>рх</sub> наблюдалось только по соединениям меди.

Таким образом, степень загрязненности воды реки Сетунь в устьевом створе в течение 2022 г. характеризовалась как экстремально высокая, что обусловлено нарушением существующих нормативов по двенадцати компонентам химического состава. Воды относятся к пятому классу загрязнённости (без учета КПЗ только к 4б). Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносили нефтепродукты и соединения свинца и меди, являющиеся критическими показателями загрязненности для данного водного объекта. Медь является основным загрязнителем и для основных притоков Сетуни – Алешинки (совместно с соединениями цинка и нефтепродуктами), Навершки и Раменки. Воды большинства притоков Сетуни характеризуются как грязные (класс 4б). Исключение составляет Алешинка (за счет более низкого коэффициента запаса), воды которой относятся к классу загрязненности 4в (очень грязные). Также значительное влияние на качество воды оказывал приток вод, насыщенных легкоокисляемыми органическими веществами, аммонийными ионами, формирующийся в среднем течении. Наибольшие уровни превышения ПДК по большинству поллютантов наблюдались в зимний период и на подъеме половодья.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 19-77-30004-П) и НФ «Без рек как без рук»: Современные технологии мониторинга для улучшения состояния малых рек Подмосковья».

#### **Список использованной литературы**

1. Борзенков А.А. Влияние урбанизированных территории г. Курска на поверхностные воды // Автореферат. на соискание степени к.г.н. - Курск, 2007. 24 с.
2. Wang Z., Walke G. W., Muir D. C.G, Nagatani-Yoshida K. Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories // Environ. Sci. Technol. – 2020. – Vol. 54. – supp.5. P. 2575-2584.
3. Fletcher T. D. et al. Is stormwater harvesting beneficial to urban waterway environmental Flows // Water Science and Technology. - 2007. – Vol.55. P. 265–272.
4. Селезнева А.В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2003. - №2. С. 268-277.
5. Robson M., Spence K, Beech L. Stream quality in a small urbanised catchment // Science of The Total Environment. - 2006. - Vol.357. – supp. 1–3. P. 194-207.
6. Королев В.А., Соколов В.Н., Самарин Е.Н. Оценка эколого-геологических последствий применения в Москве противогололедных реагентов // Инженерная геология. - 2009. - № 1. С. 34–43.
7. Темерев С.В., Галахов В.П., Плотникова Ю.Е. Формирование и распределение химического стока реки Барнаулки // Изв. Алтайского государственного университета. - 2001. - № 3. С. 32-37.
8. Jakovlev V.V., Svirenko, L.P., Chebanov O.Ju., Spirin O.I. Rising groundwater levels in Northern-eastern Ukraine: hazardous trends in urban areas. // Current problems of Hydrogeology on urban areas, Urban Agglomerates and Industrial Centers. Eds. K.W.F.Howard and R.G. Israfilov - Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. P.221-241.
9. Клубов С.М., Третьяков В.Ю., Дмитриев В. В. Особенности поступления биогенных элементов с водосборного бассейна городской реки (на примере р. Волковки Санкт-Петербурга) // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2022. - № 4. С. 175–181.

10. Носкова Т.В., Эйрих С.С., Овчаренко Е.А., Усков Т.Н., Папина Т.С. Оценка влияния городских снегоотвалов на загрязнение малых рек и прилегающих территорий // Известия АО РГО. - 2015. - № 2. С.10-15.
11. Grimm N. B. and Sheibley R. W. N retention and transformation in urban streams // Journal of the North American Benthological Society – 2005. - Vol.24. – supp.3. P. 626–642.
12. Groffman P. M. et al. Soil nitrogen cycle processes in urban riparian zones // Environmental Science and Technology. 2002. – Vol. 36. – supp.21. P. 4547–4552.
13. Yang S., Liang M., Qin Z., Qian Y., Li M., Cao Y. A novel assessment considering spatial and temporal variations of water quality to identify pollution sources in urban rivers //Sci. Rep. – 2021. – supp.11. P. 8714.
14. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. - 2002. 24 с.

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ, СБРАСЫВАЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ, С УСТАНОВЛЕННЫМИ НОРМАТИВАМИ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

***Тарасова Е.В., Борисова Е.А.***

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

E-mail: *katya\_tarasova\_19@mail.ru*

**Аннотация:** Проведена обработка сведений использования водных ресурсов, представленных предприятиями Удмуртской Республики в виде статистической отчетности по форме 2-ТП (водхоз) за 2021 год, на водохозяйственном участке 10.01.01.012 – «Иж от истока до устья». Проведено сравнение содержания загрязняющих веществ с установленными нормативами допустимого воздействия (НДВ) на водный объект. Выявлены превышения биохимического потребления кислорода, аммония, меди, нефтепродуктов, нитритов, фосфатов над установленными НДВ и дана характеристика воздействия данных загрязняющих веществ на водный объект.

**Ключевые слова:** водохозяйственный участок, норматив допустимого воздействия, река Иж, загрязняющее вещество, 2-ТП (водхоз).

### **COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE CONTENT OF POLLUTANTS IN WASTEWATER DISCHARGED BY ENTERPRISES OF THE UDMURT REPUBLIC INTO A WATER BODY WITH ESTABLISHED STANDARDS OF PERMISSIBLE EXPOSURE**

***Tarasova E.V., Borisova E.A.***

Udmurt State University, Izhevsk

**Abstract:** The processing of information on the use of water resources provided by enterprises of the Udmurt Republic in the form of statistical reports on the form 2-TP (water farm) for 2021 at the water management site 10.01.01.012 – "Izh from source to mouth" was carried out. The comparison of the content of pollutants with the established standards of permissible exposure (NDV) to a water body was carried out. The excess of the biochemical consumption of oxygen, ammonium, copper, petroleum products, nitrites, phosphates over the established NDV was revealed and the characteristic of the impact of these pollutants on the water body was given.

**Keywords:** water management site, permissible exposure standard, Izh river, polluting substance, 2-TP (water farm).

Центральным элементом природной системы Удмуртской Республики являются водоемы, которые служат домом для множества видов различных животных и растений.