

А.Г. Тругуб, Т.П. Хайрулина, И.А. Глебова, Н.М. Любовская
A.G. Trigub, T.P. Khairulina, I.A. Glebova, N.M. Lyubovskaya

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ЯУЗА В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА МОСКВЫ

ASSEMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE YAUZA RIVER WITHIN MOSCOW

Аннотация:

В работе дана оценка экологического состояния реки Яуза в одном из промышленных районов г. Москвы, предложены мероприятия по улучшению ее состояния и функционирования. В процессе работы дана физико-географическая характеристика территории реки Яуза. Оценено фоновое состояние водного объекта, наличие либо отсутствие острой токсичности, в том числе некоторые гидрохимические показатели, характеризующие способность к самоочищению водотока и наличие органических соединений. Оценена степень загрязненности воды азотсодержащими соединениями. Выявлены основные источники загрязнения водного объекта и пригодность его для различных видов водопользования. Также выявлены тенденции в изменении экологического состояния и даны рекомендации по сохранению водного объекта. Было обнаружено несколько тенденций: отсутствие острой летальной токсичности; отсутствие сброса токсичных веществ с близлежащих предприятий; отсутствие сильных антропогенных нагрузок в районе проведения исследований; отсутствие превышения ПДК большинства загрязняющих веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения. Доказано, что комплексное использование методов химического анализа и биологического контроля позволяет получить более точную, интегральную оценку экологического состояния водных объектов рыбохозяйственного значения и прогнозировать их состояние как среды обитания водных биологических ресурсов.

Ключевые слова: река Яуза, биотестирование, нитратный азот, аммонийный азот, растворенный кислород.

Abstract:

Ecological state of the Yauza River in the one of industrial districts of Moscow an assessment was given in the article, measures to improve its condition and functioning are proposed. The physical and geographical characteristics of the territory of the Yauza River have given in the study. Background state of a water body, presence or absence of acute toxicity, including some hydrochemical indicators that characterize the ability to self-purify the watercourse and the presence of organic compounds, the degree of

water contamination with nitrogen-containing compounds was assessed. The main sources of pollution of the water body and the suitability of the water body for various types of water use were identified. The trends in the change of the ecological state are revealed and recommendations for the conservation of the water body are given. There some patterns were detected such as absence of acute lethal toxicity; absence of discharge of toxic substances from nearby enterprises; absence of strong anthropogenic loads in the area of research and detection of excess MPC of most pollutants for water bodies of fishery importance. It is proved that the complex use of chemical analysis and biological control allows getting a more accurate integrated assessment of the ecological status of water bodies of fishery importance and predict their condition as a habitat of aquatic biological resources.

Keywords: Yauza River, biotesting, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, dissolved oxygen.

Быстрый рост населения, интенсивная разработка полезных ископаемых и технический прогресс в XX в. резко повлияли на окружающую среду. Первостепенное значение пресных вод для населения планеты и сохранения видового разнообразия на Земле обуславливает важность изучения водных ресурсов, испытывающих воздействие постоянно возрастающих антропогенных нагрузок⁶.

Действующий в настоящее время подход к оценке загрязненности водной среды не учитывает региональные особенности водных объектов и не может отразить реальной картины. Данная работа проведена для оценки экологического состояния водного объекта и минимизации возможных последствий от негативного воздействия^{7,8}.

Малые реки — наиболее распространенный вид водных объектов на земной поверхности, составляющий основную базу гидрологических систем. В настоящее время эти водные объекты являются наименее изученными и наиболее уязвимыми. Реки уникальны своими физическими, химическими и биологическими характеристиками⁹.

⁶ Суннес Н.Е. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.

⁷ Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ.

⁸ Zelenakova M., Zvijáková L. Environmental Impact Assessment in context of water structures // Environmental engineering. The 8th International Conference, May 19–20, 2011, Vilnius. Vilnius Gediminas Technical University, 2011. С. 499–502.

⁹ Золкин А.Г., Климова В.О. Оценка социальной эффективности реабилитации реки Яузы в границах городского округа Мытищи Московской области // Добродеевские чтения — 2019: Сб. научных трудов Международной научно-практической конференции. М.: ИИУ МГОУ, 2019. 262–266 с.

Экологическое состояние Яузы и ее притока Сукромки резко ухудшилось за последние годы. Русла сильно занесло илом, появилось много водорослей, даже кустов и деревьев. Из рыб в верхнем течении Яузы водятся окуни и плотва, попадает уклея, щука и жерех. Одной из причин загрязнения являются промышленные предприятия, в зоне которых находится река. В воду сливаются нефтепродукты и другие органические примеси. Экологи утверждают, что для исправления ситуации без вмешательства властей не обойтись. Река мелеет, вода в ней очень грязная, купаться опасно для здоровья¹⁰. Для оценки экологического состояния реки Яузы как водного объекта рыбохозяйственного значения целесообразно комплексное использование методов химического анализа и биологического контроля. Это необходимо также для прогнозирования состояния реки и оценки качества обитающих в ней водных биологических ресурсов.

Место отбора проб для данного исследования находится на территории промышленной зоны, где расположены металлообрабатывающее и деревообрабатывающее предприятия, завод по переработке катализаторов, завод по производству труб и комплектующих. Первая точка отбора — непосредственно рядом с предположительными стоками данной промышленной зоны. Вторая точка отбора — на 500 м ниже по течению реки. Третья точка отбора — приблизительно в 2 км от второй точки ниже по течению реки, в парке Яуза.

Пробы поверхностных вод отбирались согласно требованиям ГОСТ 17.1.5.05, сточных — по НВН 33–5.3.01. Пробы подземных вод отбирались в соответствии с инструкциями или рекомендациями для проведения наблюдений за режимом подземных вод по ведомственной сети скважин. Пробы донных отложений отбирались дночерпателем в количестве, которое обеспечивает приготовление из них водных вытяжек в объемах, указанных в соответствующих методиках. При отборе использовались стеклянные банки, которые заполнялись под пробку и плотно закрывались¹¹.

В нескольких пробах поверхностных вод и донных отложений оказывались крупнодисперсные включения. Их удаление происходило отстаиванием в течение нескольких часов, затем использовалась воронка с бумажным фильтром, через который пропусклась вода.

¹⁰ Вишняков Я.Д. Водоохранные мероприятия: эколого-экономическое обоснование // Экология и промышленность России. 2001. № 5. С. 40–42.

¹¹ Руководство по отбору проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. М.: Росгидромет, 2012. Пункты 7–8.

В качестве тест-объекта при проведении биотестирования использовали лабораторную культуру дафний — *Daphnia magna Straus* (Cladocera, Crustacea)¹².

Для определения концентрации растворенного кислорода применялся йодометрический метод, основанный на реакции йода с гидроксидом марганца (II) и определении образовавшихся более окисленных соединений марганца с последующим титрованием¹³.

Формы азота определяли колориметрическим методом¹⁴.

Продолжительность биотестирования на рачках *D. magna* составляла 96 ч. В это время дафний не кормили. В конце биотестирования визуально подсчитывалось количество живых дафний. Живыми считались те, которые свободно передвигались в толще воды или всплывали со дна сосуда не позже, чем через 15 секунд после его легкого встряхивания. Остальных дафний считали погибшими (Таблица 1).

Табл. 1. Количество выживших дафний в опыте и контроле.

№ пробы	Биотестирование в грунте			Биотестирование в воде		
	1	2	3	1	2	3
Проба 1	8	9	10	10	10	10
Проба 2	10	10	10	10	10	10
Проба 3	7	7	8	10	10	10
Контроль	10	10	10	10	10	10

Из данных, представленных в Таблице 1, можно сделать вывод об отсутствии острой летальной токсичности, так как во всех исследованных пробах гибель рачков *Daphnia magna* составляла не более 50 % за 96 ч.

В Таблице 2 представлены результаты по солености, pH и электропроводности в исследуемых пробах. Измерения проводились с помощью многопараметрового анализатора HI98130.

¹² Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М.: РЭФИА, «НИ-А-Природа», 2002. Пункты 1–6.

¹³ Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге. М.: ВНИРО, 2003.

¹⁴ Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Под ред. Т.В. Гусевой. М.: «Форум», «Инфра-М», 2011. 192 с.

Табл. 2. Определение солености, водородного показателя и электропроводности воды.

	Соленость (‰)	pH	Электропроводность (См/м)
Проба 1	0,4	7,43	0,81
Проба 2	0,4	7,37	0,82
Проба 3	0,41	7,65	0,49

По полученным результатам можно заключить, что все определяемые показатели не превышали установленных нормативов и являются приемлемыми для данного водотока.

Биохимическое потребление кислорода (БПК₅) — это количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием сапрофитной микрофлоры и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде, за 5 суток. Данный показатель является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами, он определяет количество легкоокисляющихся органических загрязняющих веществ в воде.

Табл. 3. Определение содержания растворенного кислорода (O₂) и БПК₅.

Период						
0 сутки				5 сутки		
№ Пробы	повторность	O ₂	O ₂ мг/л	O ₂	O ₂ мг/л	БПК ₅
1	1	1,429	8,66	1,429	8,56	0,11
	2	1,429	7,39	1,429	7,84	0,46
	Среднее		8,02		8,20	
2	1	1,429	9,83	1,429	8,40	1,43
	2	1,429	8,30	1,429	7,66	0,64
	Среднее		9,07		7,83	
3	1	1,429	11,98	1,429	9,07	2,92
	2	1,429	12,54	1,429	8,37	4,17
	Среднее		12,26		8,72	
К	1	1,429	9,88	1,429	10,30	0,42
	2	1,429	10,43	1,429	10,93	0,50
	Среднее		10,15		10,62	

O ₂					БПК ₅				
№ пробы	к	1	2	3	№ пробы	к	1	2	3
Повторность	9,88	8,66	9,83	11,98	Повторность	0,42	0,11	1,43	2,92
	10,43	7,39	8,30	12,54		0,50	0,46	0,64	4,17
ср. зн.	10,16	8,03	9,07	12,26	ср. зн.	0,46	0,29	1,04	3,55
ст. откл.	0,39	0,90	1,08	0,40	ст. откл.	0,06	0,25	0,56	0,88
Дов. инт.	0,54	1,24	1,50	0,55	Дов. инт.	0,08	0,34	0,77	1,22
% от к.	100	79	89	120	% от к.	100	61	225	770
Td		3,07	1,34	5,36	Td		0,974	1,44	4,92
t крит. 4,30									

По полученным результатам (Таблица 3) достоверных отличий от контроля не выявлено в пробах 1 и 2, в пробе 3 установлены достоверные отличия от контроля по показателю БПК₅, что свидетельствует о наличии легкоокисляющихся органических соединений, которые, вероятно, поступают из иных источников загрязнения. По показателю растворенного кислорода достоверных отличий от контроля не выявлено в пробах 1 и 2, в пробе 3 содержание растворенного кислорода значительно превышало показатели контроля, что свидетельствует о хорошей оксигенации водоема.

По результатам проверки содержания нитратного азота в воде (N-NO₃) были установлены достоверные отличия от контроля в пробе 3. Однако количество нитратного азота значительно ниже установленно ПДК (9,0 мг/л) для водоемов рыбохозяйственного значения и не представляет опасности для гидробионтов (Таблица 4).

Табл. 4. Определение нитратного азота.

№ пробы	Оптическая плотность N-NO ₃	N-NO ₃ мг/л ПДК _{9,0}
Контроль	0,157	0,0545
	0,181	0,0628
1	0,242	0,0840
	0,278	0,0965

№ пробы	Оптическая плотность N-NO ₃	N-NO ₃ мг/л ПДК _{9,0}
2	0,223	0,0774
	0,366	0,1271
3	0,312	0,1083
	0,349	0,1212

Содержание аммонийного азота также не превышало установленного норматива ПДК (0,5 мг/л)^{15,16}, что свидетельствует о незначительном загрязнении воды в исследованных пробах органическими соединениями. Такие результаты говорят о высокой способности водного объекта к самоочищению¹⁷ (Таблица 5).

Табл. 5. Определение аммонийного азота.

№ пробы	Оптическая плотность N-NH ₄	N-NH ₄ мг/л ПДК _{0,5}
Контроль	0,016	0,0125
	0,014	0,0110
1	0,136	0,1066
	0,144	0,1129
2	0,154	0,1207
	0,159	0,1247
3	0,196	0,1537
	0,195	0,1529

По показателям содержания нитритного азота (N-NO₂) выявлено незначительное превышение норматива ПДК (0,02 мг/л) во всех пробах, кроме контроля. Незначительные превышения нормативов по данной форме азота не представляют опасности для гидробионтов при условии, что это временное сезонное повышение уровня загрязнения или залповый сброс загрязняющих веществ¹⁸ (Таблица 6).

¹⁵ Тунакова Ю.А., Желовицкая А.В. Экологический мониторинг и нормирование: Учебное пособие. 2014. Пункты 1.1; 2.2; 9.2. [Электронный ресурс]: http://oche.kai.ru/files/2009/11/posobie_ecomonitiring.pdf (дата обращения: 10.07.2023).

¹⁶ Приказ от 4 августа 2009 г. Федерального агентства по рыболовству: Общие требования к разработке ПДК веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Пункт 3.

¹⁷ Валиев В.С., Иванов Д.В., Шагидуллин Р.Р. Гидрохимия и донные отложения // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 9. С. 51–59.

¹⁸ Слуковский З. Геохимическая спецификация донных отложений малых озер урбанизированных районов Республики Карелия // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. № 15. С. 501–504.

Табл. 6. Определение нитритного азота.

№ пробы	Оптическая плотность N-NO ₂	N-NO ₂ мг/л ПДК _{0,02}
Контроль	0,001	0,0001
	0,007	0,0004
1	0,344	0,0207
	0,344	0,0207
2	0,363	0,0219
	0,357	0,0215
3	0,508	0,0306
	0,497	0,0299

В процессе проведенных исследований были выявлены причины и указаны источники загрязнения реки Яуза. Были также выявлены не зависящие от перечисленных выше предприятий нарушения по нескольким показателям в разных точках водного объекта.

Результаты анализов указывают на повышенный объем некоторых азотистых соединений, что возникает при гниении органических веществ либо при залповом сбросе неочищенных сточных вод предприятий. В связи с этим для очистки водного объекта необходим комплекс мер, который сочетал бы в себе традиционные водоочистные мероприятия с системой нормирования и очистки вод.

Природоохранные мероприятия должны включать следующие меры:

- учет поступления загрязняющих веществ, т. е. постоянное наблюдение и проведение анализа качества воды;
- увеличение урн для мусора;
- увеличение количества знаков, запрещающих выброс мусора в реку;
- прибрежные территории довольно сильно замусорены, необходимо проводить регулярные уборки водоохранной зоны;
- пересмотр административного кодекса по вопросу загрязнения окружающей среды, увеличение штрафов за разброс мусора;
- увеличение патрулей в парковых зонах вдоль реки;
- проведение природоохранной паспортизации всех предприятий, расположенных вдоль реки;
- обустройство береговых зон;
- развитие системы биологических методов очистки бытовых стоков;
- реконструкция и строительство новых очистных сооружений;

— сокращение количества водовыпусков и стоков ливневой канализации.

Реализация предложенных мер позволит значительно снизить антропогенную нагрузку на водный объект, восстановить его биологическое разнообразие, увеличить мощность водного потока реки. Произойдет оздоровление экологической обстановки в бассейне реки, уменьшится его заиление. По предварительной оценке, если добросовестно заниматься данным вопросом, в течение 5–10 лет река сможет вернуть себе первоначальный облик и восстановить свою рыбохозяйственную ценность.

Являясь источником технического водоснабжения, водные объекты мегаполиса испытывают значительный антропогенный стресс. Вместе с тем они являются основой формирования «каркаса» территории. Для принятия решений о дальнейшей охране водных экосистем необходима достоверная и актуальная информация о состоянии водных объектов и тенденциях его изменения. В этой связи вопрос о проведении регулярного экологического мониторинга реки Яуза является актуальным.

Список литературы

1. Валиев В.С., Иванов Д.В., Шагидуллин Р.Р. Гидрохимия и донные отложения // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 9. С. 51–59.
2. Вишняков Я.Д. Водоохранные мероприятия: эколого-экономическое обоснование // Экология и промышленность России. 2001. № 5. С. 40–42.
3. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: Справочные материалы // Под ред. Т.В. Гусевой. М.: «Форум», «Инфра-М», 2011. 192 с.
4. Золкин А.Г., Климова В.О. Оценка социальной эффективности реабилитации реки Яузы в границах городского округа Мытищи Московской области // Добродеевские чтения — 2019: Сб. научных трудов Международной научно-практической конференции. М.: ИИУ МГОУ, 2019. 262–266 с.
5. Приказ от 4 августа 2009 г. Федерального агентства по рыболовству: Общие требования к разработке ПДК веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Пункт 3.
6. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М.: РЭФИА, «НИА-Природа», 2002. Пункты 1–6.
7. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге. М.: ВНИРО, 2003.

8. Руководство по отбору проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. М.: Росгидромет, 2012 г. Пункты 7–8.

9. Слукровский З. Геохимическая спецификация донных отложений малых озер урбанизированных районов Республики Карелия // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. № 15. С. 501–504.

10. Сунпес Н.Е. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.

11. Тунакова Ю.А., Желовицкая А.В. Экологический мониторинг и нормирование: Учебное пособие. 2014. Пункты 1.1; 2.2; 9.2. [Электронный ресурс]: http://oche.kai.ru/files/2009/11/posobie_ecomonitiring.pdf (дата обращения: 10.07.2023).

12. Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.

13. Zelenakova M., Zvijáková L. Environmental Impact Assessment in context of water structures // Environmental engineering. The 8th International Conference, May 19–20, 2011, Vilnius. Vilnius Gediminas Technical University, 2011. С. 499–502.

Сведения об авторах

Тригуб Анатолий Григорьевич, аспирант факультета биотехнологий и рыбного хозяйства Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: morflot931@gmail.com

Хайрулина Татьяна Петровна, кандидат биологических наук, факультет биотехнологий и рыбного хозяйства Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: tpkh82@yandex.ru

Глебова Ирина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, факультет биотехнологий и рыбного хозяйства Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: zolotoirina2013@ya.ru

Любовская Надежда Михайловна, аспирант факультета биотехнологий и рыбного хозяйства Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

Information about the authors

Anatoly Grigirievich Trigub, PhD student of the Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management. E-mail: morflot931@gmail.com

Tatiana Petrovna Khairulina, Candidate of Biological Sciences, Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management. E-mail: *tpkh82@yandex.ru*

Irina Alekseyevna Glebova, Candidate of Agricultural Sciences, Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management. E-mail: *zolotoirina2013@ya.ru*

Nadezhda Mikhailovna Lyubovskaya, PhD student of the Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management.

В.Л. Белов, Л.Л. Брежнев, О.Ю. Лебедев, А.В. Горбунов
V.L. Belov, L.L. Brezhnev, O.Yu. Lebedev, A.V. Gorbunov

МОНИТОРИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОЙ СРЕДЫ В РЫБОВОДНОЙ УЗВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И УЛЬТРАФИО-ЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОДОПОДГОТОВКЕ
MONITORING CONTROL OF SOME PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF THE AQUATIC ENVIRONMENT IN FISH-BREEDING ULTRASOUND WITH THE USE OF HYBRID TECHNOLOGY OF ULTRASONIC AND ULTRAVIOLET RADIATION IN WATER TREATMENT

Аннотация:

Посредством мониторинга исследовались показатели ОВП, TDS, УЭП технологической водной среды аквакультуры на модельных растворах для форели и стерляди в рыбоводной УЗВ при применении устройства УФУЗ (ультрафиолетового (УФ) и ультразвукового (УЗ) излучения) в системе водоподготовки на различных точках подключения. Выявлена сопоставимость нормативно приемлемых результатов по показателям TDS и УЭП, с флюктуациями до 25 % и 65 % соответственно, при значительных расхождениях от двух до четырех раз показателя ОВП, нормативные значения благоприятные для аквакультуры получены только по холодноводной линии. Установлено, что ОВП является наиболее представительным аналит-маркером, показывающим медико-биологическую активность вод аквакультуры и здоровья рыб. Возможно предположить, что использование показателей TDS и УЭП наиболее актуально в качестве аналит-маркеров для открытых рыбоводных водоемов различных категорий соответственно. Исследования выполнялись на УНУ МГУТУ (рег. № 3662433).

Ключевые слова: аквакультура, УФ, УЗ, УЗВ, аналит-маркер, ОВП, TDS, УЭП.

Аквакультура сегодня играет значимую роль в обеспечении продовольственной безопасности России¹⁹. Но интенсивное развитие ак-

¹⁹ *Гончаров Ю.В., Безбородов А.С.* Местный морской рыбный промысел как элемент продовольственной безопасности Ненецкого автономного округа // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики. Сб. науч. материалов Всероссийской конференции, посвященной 90-летию со дня рождения акад. Н.П. Лавёрова / Отв. ред. А.О. Глико, А.А. Барях, К.В. Лобанов, И.Н. Болотов. Архангельск, 2020. С. 1060–1064.