

DOI: 10.25558/VOSTNII.2025.57.52.009

УДК 504.05

© Н. С. Анисимова, А. Г. Егоров, 2025

Н. С. АНИСИМОВА

старший научный сотрудник

АО НЦ «ВостНИИ»

аспирант ИЭЧ ФИЦ УУХ СО РАН

г. Кемерово

e-mail: nina.s.anisimova@mail.ru

А. Г. ЕГОРОВ

канд. биол. наук,

ведущий научный сотрудник

ИЭЧ ФИЦ УУХ СО РАН

г. Кемерово

e-mail: rekreo@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ (НА ПРИМЕРЕ Р. БОЛ. КАМЫШНАЯ)

В статье представлены результаты исследований состояния поверхностных вод малой реки Бол. Камышная с учетом ее притоков, выполненных в 2023–2024 годах. Отбор проб природной воды производился в точках, характеризующих качество вод реки до города, внутри города, включая его разные районы, а также в местах слияния с притоками. По точкам произведено условное зонирование реки. На основании результатов лабораторных анализов для каждой точки выделен топ веществ, дающих наибольший вклад в загрязнение речной воды, среди которых выделяются взвешенные вещества, ион аммония, фосфат-ион, Mn, Zn, Cu, Fe. Наибольшие концентрации в пределах городской черты достигаются по взвешенным веществам, иону аммония, Zn, Cu, Fe, при этом в верховьях реки наблюдаются максимальные концентрации по Mn и фосфат-иону как в 2023 году, так и в 2024 году. Хотя по ряду веществ в городской черте наблюдаются отдельные скачки концентраций загрязняющих веществ в сторону увеличения, в целом к устьевой части наблюдается снижение по фосфат-иону, Zn, Cu, Fe. Таким образом, можно сделать вывод, что река Бол. Камышная окончательно не утратила свои самовосстановительные способности. Самоочищение водного объекта обусловлено совокупным воздействием гидрологических, механических, физических, химических и биологических факторов, при этом биологический фактор играет достаточно значимую роль. Высшие водные растения, произрастающие в бассейне реки Бол. Камышная, имеют потенциал к нивелированию концентраций ряда загрязняющих веществ (Cu, Fe, Mn). Проведение в дальнейшем повторных исследований качества воды в реке Бол. Камышная и анализ концентрации загрязняющих веществ в водных растениях позволит более детально установить взаимосвязь между изучаемыми параметрами.

Ключевые слова: МАЛАЯ РЕКА, УРБАНИЗИРОВАННАЯ СРЕДА, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ДЕГРАДАЦИЯ, МАКРОФИТЫ.

ВВЕДЕНИЕ

Реки, как большие, так и малые, играют важное значение в формировании городских центров [1,2]. Исторически на берегах рек возникали поселения, впоследствии перерастая в крупные экономические центры. Реки способствовали развитию торговли, промышленности, сельского хозяйства, а также обеспечивали коммунальные потребности населения. С развитием городов увеличивалось и воздействие на речные системы. Нерегулируемый сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, уничтожение прибрежной растительности, изменение русел рек явились обычным следствием развития городской инфраструктуры. Данный процесс весьма негативно отразился на экологическом состоянии водных объектов, особенно малых. В сравнении с крупными и средними реками малые реки являются наиболее чувствительными природными компонентами и имеют большую уязвимость к антропогенному и техногенному воздействию [3,4].

Проблема деградации малых рек городской среды в настоящее время является актуальной и для города Кемерово. Проведенная на основании открытых данных Кемеровского ЦГМС оценка динамики качества поверхностных вод реки Бол. Камышная (основной Кемеровской малой реки) свидетельствует о непрерывном негативном воздействии на состояние водотока [5]. Самовосстановительная способность реки Бол. Камышная к настоящему времени существенно снижена, поступление в нее дополнительного количества загрязнителей приводит к ускорению процессов деградации речной экосистемы и увеличению объема транзита загрязняющих веществ в реку Томь.

Целью настоящего исследования является определение основных загрязняющих веществ, характерных для реки Бол. Камышная, их распределение на разных участках бассейна водного объекта, а также оценка влияния городской среды на загрязнение речной экосистемы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В репрезентативные сроки осенью 2023 и 2024 года в период межени специалистами ФИЦ УУХ СО РАН проведен отбор проб воды реки Бол. Камышная и на ее притоке (река Куро-Искитим в границах городской черты) с целью оценки химического загрязнения водной среды.

Отбор проб природной воды производился в точках, характеризующих качество вод реки Бол. Камышная до города, внутри города, включая его разные районы, а также в местах слияния с крупными притоками:

I. Зона аккумуляции стоков сельского хозяйства:

- точка № 1 — р. Бол. Камышная, Кемеровский р-н (окрестности с. Топки, координаты 55.339903, 85.782779);

II Зона городской малоэтажной застройки:

- точка № 2 — р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Заводской р-н (частный сектор, координаты 55.300750, 86.020370);

III Промышленная зона города:

- точка № 3 — р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Заводской р-н (ниже мясоперерабатывающего предприятия «Крестьянское хозяйство Волкова А. П.», координаты 55.314090, 86.043377);

IV Зона аккумуляции загрязнения притоков в городской черте:

- точка № 4: р. Куро-Искитим (приток р. Бол. Камышная), г. Кемерово, Заводской р-н (координаты 55.321464, 86.065429);
- точка № 5: р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Заводской р-н (ниже места слияния с р. Куро-Искитим, координаты 55.323589, 86.067947);
- точка № 6: р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Заводской р-н (ниже места слияния с руч. Суховский, координаты 55.328776, 86.076555);

V. Зона влияния высотной городской застройки:

- точка № 7: р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Центральный р-н (в районе устья, координаты 55.357402, 86.096798).

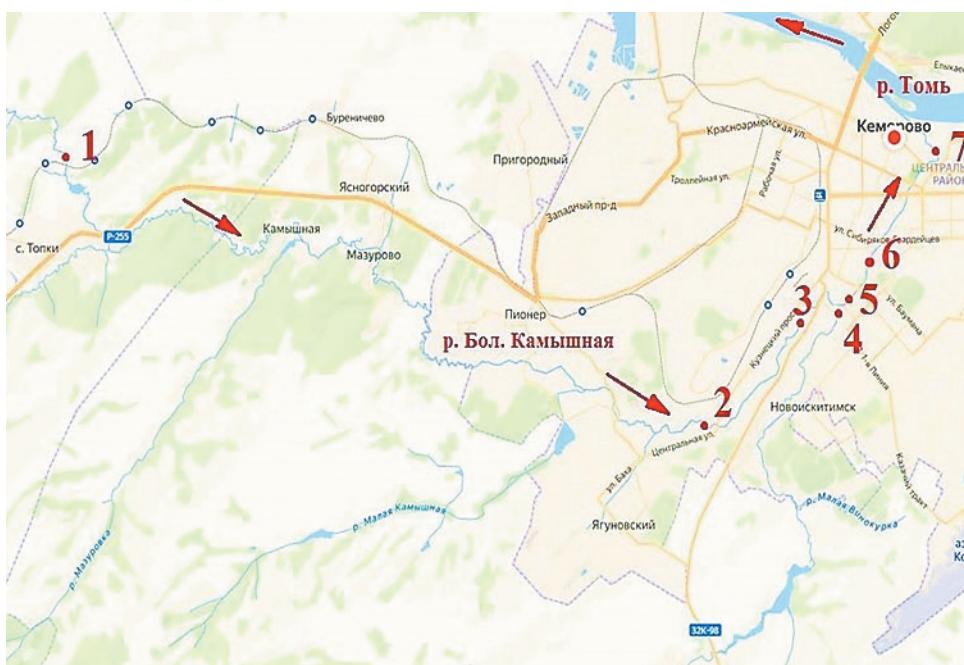


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб на р. Бол. Камышная и р. Куро-Искитим

Отбор проб поверхности воды в реке Бол. Камышная и реке Куро-Искитим производился в соответствии с ГОСТ Р 59024–2020 «Вода. Общие требования к отбору проб». Лабораторный анализ качества поверхности воды выполнялся ООО «Химико-аналитическая лаборатория «ГеоБиоЭкоЛаб».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Химический состав речной воды анализировался по 18 показателям, а именно: взвешенные вещества, ХПК, БПК 5, нефтепродукты, Pb (свинец) общ., Zn (цинк) общ., Cu (меди) общ., Ni (никель) общ., Fe (железо) общ., Mn (марганец) общ., Cr (хром) общ., ион аммония, Cd (кадмий), Hg (ртуть), As (мышьяк), фосфат-ион по фосфору (P), растворенный кислород, водородный показатель (рН).

На основании результатов лабораторных анализов для каждой точки выделен топ веществ, дающих наибольший вклад в загрязнение речной воды. Поскольку река Бол. Камышная относится ко второй категории водных объектов рыбохозяйственного значения, норматив качества воды и ПДК загрязняющих веществ принимались по приказу Росрыболовства от 26.05.2025 № 296 «Об утверждении

нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Результаты полученных данных представлены в таблице 1.

ОБСУЖДЕНИЕ

На основании данных, представленных в таблице 1 можно сделать вывод, что наибольший вклад в загрязнение водной среды вносят тяжелые металлы (марганец, медь, цинк, железо), взвешенные вещества и биогенные вещества (фосфат-ион, ион аммония).

На всем протяжении реки Бол. Камышная концентрация тяжелых металлов (марганец, медь, цинк) превышает установленные нормативные значения, при этом наибольшие превышения по марганцу получены в зоне аккумуляции стоков сельского хозяйства, а по цинку и меди — в городской черте. Река Бол. Камышная образуется при слиянии рек Крутой и Топкой, протекающих по территории Топкинского района Кемеровской области, характеризующегося обилием болот. Учитывая тот факт, что марганец присутствует в болотных экосистемах в виде

Таблица 1

Вещества, дающие наибольший вклад в загрязнение речной воды,
по результатам исследований 2023-2024 гг.

№ п.п.	Точка отбора	Превышение ПДК _{px} в 2023 году	Превышение ПДК _{px} в 2024 году
I. Зона аккумуляции стоков сельского хозяйства			
1.	р. Бол. Камышная, Кемеровский р-н (окрестности с. Топки)	1) Mn (120 ПДК _{px}) 2) взв. вещества (101 ПДК _{px}) 3) Zn (94 ПДК _{px}) 4) ион аммония (90 ПДК _{px}) 5) фосфат-ион (87 ПДК _{px})	1) Mn 146 (ПДК _{px}) 2) Zn (77 ПДК _{px}) 3) взв. вещества (68 ПДК _{px}) 4) фосфат-ион (63 ПДК _{px}) 5) Cu (44 ПДК _{px})
II Зона городской малоэтажной застройки			
2.	р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Завод- ский р-н (частный сектор)	1) Zn (130 ПДК _{px}) 2) взв. вещества (77 ПДК _{px}) 3) Mn (75 ПДК _{px}) 4) Cu (53 ПДК _{px}) 5) ион аммония (46 ПДК _{px})	1) Zn (160 ПДК _{px}) 2) Cu (65 ПДК _{px}) 3) Mn (54 ПДК _{px}) 4) взв. вещества (46 ПДК _{px}) 5) ион аммония (40 ПДК _{px})
III Промышленная зона города			
3.	р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Завод- ский р-н (ниже мясо- перерабатывающего предприятия «Кре- стянское хозяйство Волкова А.П.»)	1) ион аммония (113 ПДК _{px}) 2) Mn (100 ПДК _{px}) 3) Zn, взв. вещества (82 ПДК _{px}) 4) фосфат-ион (43 ПДК _{px}) 5) Cu, Fe (38 ПДК _{px})	1) Mn (94 ПДК _{px}) 2) ион аммония (90 ПДК _{px}) 3) взв. вещества (76 ПДК _{px}) 4) Zn (67 ПДК _{px}) 5) фосфат-ион (31 ПДК _{px})
IV Зона аккумуляции загрязнения притоков в городской черте			
4.	р. Куро-Искитим (приток р. Бол. Ка- мышная), г. Кемерово, Завод- ский р-н	1) ион аммония (113 ПДК _{px}) 2) взв. вещества (111 ПДК _{px}) 3) Mn (71 ПДК _{px}) 4) Zn (69 ПДК _{px}) 5) Cu (64 ПДК _{px})	1) взв. вещества (115 ПДК _{px}) 2) ион аммония (79 ПДК _{px}) 3) Mn (56 ПДК _{px}) 4) Cu (52 ПДК _{px}) 5) Zn (51 ПДК _{px})
5.	р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Завод- ский р-н (ниже ме- ста слияния с р. Куро- Искитим)	1) Mn (110 ПДК _{px}) 2) ион аммония (103 ПДК _{px}) 3) взв. вещества (80 ПДК _{px}) 4) Zn (60 ПДК _{px}) 5) Cu (30 ПДК _{px})	1) Mn (88 ПДК _{px}) 2) Zn (40 ПДК _{px}) 3) взв. вещества (35 ПДК _{px}) 4) Cu (28 ПДК _{px}) 5) ион аммония (25 ПДК _{px})
6.	р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Завод- ский р-н (ниже места слияния с руч. Сухов- ский)	1) взв. вещества (94 ПДК _{px}) 2) Mn (82 ПДК _{px}) 3) ион аммония (54 ПДК _{px}) 4) Zn (43 ПДК _{px}) 5) Cu (30 ПДК _{px})	1) Zn (96 ПДК _{px}) 2) Mn (51 ПДК _{px}) 3) фосфат-ион (32,8 ПДК _{px}) 4) ион аммония (27 ПДК _{px}) 5) Fe (25 ПДК _{px})
V. Зона влияния высотной городской застройки			
7	р. Бол. Камышная, г. Кемерово, Цент- ральный р-н (в райо- не устья)	1) взв. вещества (106 ПДК _{px}) 2) ион аммония (103 ПДК _{px}) 3) Mn (67 ПДК _{px}) 4) Zn (30 ПДК _{px}) 5) Cu (22 ПДК _{px})	1) Mn (103 ПДК _{px}) 2) ион аммония (89 ПДК _{px}) 3) Zn (42 ПДК _{px}) 4) Cu (36 ПДК _{px}) 5) Fe, фосфат-ион (10 ПДК _{px})

минеральных элементов, которые накапливаются в торфяных залежах [6], высокий уровень загрязнения вод реки Бол. Камышная марганцем в зоне аккумуляции стоков сельского хозяйства, расположенной в истоковой части водотока, наиболее вероятно вызван природными процессами. В целом как в 2023, так в 2024 году кратность превышения предельно допустимой концентрации марганца в речной воде по направлению от истоковой части реки Бол. Камышная к устью падает (в 2023 году — от 120 ПДК_{px} в I зоне до 67 ПДК_{px} в V зоне; в 2024 году — от 146 ПДК_{px} в I зоне до 103 ПДК_{px} в V зоне), однако на всем протяжении течения реки по территории города наблюдаются скачки концентраций (четкой динамики снижения не просматривается).

Наибольшие значения превышений предельно допустимой концентрации меди и цинка в речной воде в 2023 году и в 2024 году выявлены в зоне городской малоэтажной застройки (меди в 2023 году — 53 ПДК_{px}, в 2024 году — 65 ПДК_{px}; цинк в 2023 году — 130 ПДК_{px}, в 2024 году — 160 ПДК_{px}). Зона городской малоэтажной застройки характеризуется неэффективной системой сбора ливневых вод и наличием неорганизованных мест складирования бытовых отходов. Отмеченная особенность дает основание предположить, что основная масса меди и цинка поступает в водный объект с антропогенно измененной водосборной площади с загрязненным поверхностным стоком.

Относительно превышений предельно допустимых концентраций железа в речной воде стоит подчеркнуть, что железо, являясь одним из самых распространённых элементов в земной коре, естественно присутствует в водных системах в различных формах. Однако антропогенные факторы, включая сброс сточных вод промышленными предприятиями, сельскохозяйственные стоки и стоки ливневых вод с урбанизированных территорий, могут значительно увеличивать концентрацию железа в речной воде, вызывая негативные последствия для экосистемы водного объекта. В целом можно сказать,

что относительно превышений предельно допустимых концентраций марганца, цинка и меди в речной воде Бол. Камышной, показатели по железу не достигают таких высоких значений (в 2023 году — 28 ПДК_{px}, в 2024 году — 25 ПДК_{px}), при этом наибольшие результаты по превышениям были получены в пределах городской черты.

Пространственная динамика концентраций взвешенных веществ в водах реки Бол. Камышной констатирует наибольшие превышения установленных нормативных значений в 2023 году и в 2024 году в пределах городской черты (в 2023 году — 106 ПДК_{px} в V зоне; в 2024 году — в 115 ПДК_{px} в IV зоне). При этом стоит подчеркнуть, что до пересечения границы городской территории концентрация взвешенных веществ в речной воде также значительно превышена (в 2023 году — 101 ПДК_{px}, в 2024 году — 68 ПДК_{px}), что является последствиями распашки земель в верховьях реки при ведении сельскохозяйственной деятельности. Наличие высокого уровня концентраций взвешенных веществ в речной воде в IV и V зоне, вероятнее всего, связано с ведением активной застройки в пределах водосборной площади водного объекта в данной части городской территории (территория реновации и территория строительства городского культурного кластера).

Максимальные превышения предельно допустимой концентрации по фосфат-иону как в 2023 году (87 ПДК_{px}), так и в 2024 году (63 ПДК_{px}) были получены в I зоне (зона аккумуляции стоков сельского хозяйства). Содинения фосфатов попадают в водные объекты в результате использования фосфорных удобрений. Непосредственное внесение удобрений в почву, а также эрозия почвы и смыв органических веществ приводят к увеличению концентрации фосфатов в поверхностных водах. Ниже по течению реки, начиная с окраины г. Кемерово (зона малоэтажной застройки) до устья реки в центре города (зона влияния высотной городской застройки), кратность превышения по фосфатам снижается (за исключением отдельного скачка в 2024 г. в зоне аккумуляции загрязнения

притоков в городской черте, который был вызван привносом загрязнения притоком руч. Суховский).

Анализ проб воды выявил превышение нормативных показателей содержания иона-аммония по каждой точке исследования. Наиболее высокие показатели по превышению предельно допустимой концентрации данного вещества в водах реки Бол. Камышная зафиксированы в промышленной зоне города (в 2023 году — 113 ПДК_{px}, в 2024 году — 90 ПДК_{px}), характеризующейся интенсивной застройкой берегов производственными объектами, промышленными базами, автотранспортными предприятиями. Появление ионов аммония в поверхностных водах обусловлено преимущественно биохимическим спадом органических соединений, интенсивность данных процессов возрастает под влиянием антропогенной деятельности. Также условия замедленного течения и низкого содержания кислорода в воде могут препятствовать окислению аммония до нитратов, способствуя его накоплению.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований поверхностных вод реки Бол. Камышная, проведенных в 2023 и 2024 годах, показали распределение загрязняющих веществ относительно характера антропогенного воздействия на водный объект. Так, для зоны аккумуляции стоков сельского хозяйства характерны превышения допустимых концентраций по фосфат-иону и марганцу. При этом наличие высокой концентрации марганца в речной воде вызвано природными процессами, а фосфат-иона — в результате ведения активной сельскохозяйственной деятельности в пределах водосборной площади в верховьях реки Бол. Камышная.

В пределах городской черты в водах реки Бол. Камышная выявлены максимальные значения превышения предельно допустимой концентрации по взвешенным веществам, аммоний-иону, цинку, меди и железу. Наибольшие значения превышений предельно допустимой концентрации меди и цинка в речной воде в 2023 году и в 2024 году

выявлены в зоне городской малоэтажной застройки, аммоний-иона — в промышленной зоне города, взвешенных веществ — в области городского строительства и реновации. В качестве основных причин загрязнения определяется антропогенная деятельность в пределах водосборной площади реки Бол. Камышная (отвод неочищенных сточных и ливневых вод, строительство объектов, захламление отходами).

По ряду веществ (таких как фосфат-ион, цинк, медь, железо) к устьевой части наблюдается снижение уровня концентраций, таким образом, можно сделать вывод, что малая река Бол. Камышная окончательно не утратила свои самовосстановительные способности. Самоочищение водного объекта обусловлено совокупным воздействием гидрологических, механических, физических, химических и биологических факторов (в том числе на основе сорбционных возможностей макрофитов). Следует отметить, что высшие водные растения, произрастающие в бассейне реки Бол. Камышная (к примеру *Potamogeton pectinatus L.*), имеют потенциал к нивелированию концентраций ряда загрязняющих веществ (медь, железо, марганец). Проведение в дальнейшем повторных исследований качества воды в реке Бол. Камышная и анализ концентрации загрязняющих веществ в водных растениях (макрофитах) позволит более детально установить взаимосвязь между изучаемыми параметрами.

Работа выполнена в рамках государственного задания (Проект ААА-А21-121011590010-5 «Разработка научных основ оценки состояния и восстановления флористического разнообразия *in situ* и *ex situ* в регионах с высокой степенью деградации экосистем в результате антропогенного и техногенного воздействий» или FWEZ-2024-0022).

Работа выполнена в лаборатории «Экологической оценки и управления биоразнообразием» Института экологии человека ФИЦ УУХ СО РАН под руководством доктора биологических наук А.Н. Куприянова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подрубный Д. Г., Широков Р. С. Роль долины малой реки в формировании эколого-рекреационного каркаса города (на примере Орловской области) // Наука и творчество: вклад молодежи: Сборник материалов IV всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Махачкала, 08–09 ноября 2023 года. Махачкала: Типография ФОРМАТ, 2023. С. 137–139
2. Потемкина К. В. Проблемы и перспективы развития набережных малых рек в сибирских городах // Наука и молодежь: материалы XX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Барнаул, 17–21 апреля 2023 года. Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. С. 37–40.
3. Овсянникова И. В., Асфандиярова Л. Р., Хакимова Г. В., Лузина М. С. Определение уровня эвтрофикации малых рек в области влияния промышленного города // Системы контроля окружающей среды. 2023. № 2(52). С. 92–97.
4. Прысов Д. А., Зубарева О. Н., Пляшечник М. А., Кошкаров А. Д. Мониторинг содержания металлов в малых реках города Красноярска // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2024. № 2. С. 100–106.
5. Анисимова Н. С., Егоров А. Г. Оценка динамики качества вод реки Бол. Камышная на территории г. Кемерово // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции. Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2024. 150 с.
6. Архипов В. С., Бернатонис В. К. Распределение марганца в торфяных залежах Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. 2015. Т. 326. № 7. С. 27–35.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2025.57.52.009

UDC 574.34

© N.S. Anisimova, A.G. Egorov, 2025

N.S. ANISIMOVA

Senior Researcher

JSC «NC VostNII»

Postgraduate Student

Institute of Human Ecology Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Kemerovo

e-mail: nina.s.anisimova@mail.ru

A.G. EGOROV

Candidate of Biological Sciences,

Senior Researcher Laboratory

Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Kemerovo

e-mail: rekreo@mail.ru

RESEARCH OF URBANIZED SURROUNDINGS IMPACTON THE ECOLOGICAL STATE OF SMALL RIVERS (USING THE EXAMPLE OF THE BOLSHAYA KAMYSHNAYA RIVER)

The article presents the research results of the small river Bol. Kamyshnaya surface water condition, taking into account its tributaries, done in 2023-2024. Natural water was sampled at points characterizing the quality of the river's waters up to the city, inside the city, including its various districts, as well as at the confluence with tributaries. The river has been conditionally zoned by points. Based on the results of laboratory analyses, for each point the top substances that make the greatest contribution to river water pollution are identified, among which suspended solids, ammonium ion, phosphate ion, Mn, Zn,

Cu, Fe. The highest concentrations within the city limits are achieved by suspended solids, ammonium ion, Zn, Cu, Fe, while in the upper reaches of the river maximum concentrations of Mn and phosphate ion are observed both in 2023 and in 2024. Thus, it can be concluded that the small urban river is Bol. Kamyshnaya has not completely lost its self-healing abilities. Self-cleaning of a water object is caused by the combined effects of hydrological, mechanical, physical, chemical and biological factors, while the biological factor plays a significant role. Higher aquatic plants growing in the Bol. Kamyshnaya basin have the potential to neutralize concentrations of a number of pollutants (Cu, Fe, Mg). Further repeated research of the water quality in the Bol. Kamyshnaya River and analysis of the pollutants concentration in aquatic plants will make it possible to establish in more detail the relationship between the studied parameters.

Keywords: SMALL RIVER, URBAN SURROUNDING, POLLUTION, DEGRADATION, MACROPHYTES.

REFERENCES

1. Podrubny D. G., Shirokov R. S. The role of the small river valley in the formation of the ecological and recreational framework of the city (on the example of the Orel region) // Science and creativity: contribution of youth: Collection of materials of the IV All-Russian Youth scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Makhachkala, November 08-09 in 2023. Makhachkala: FORMAT Printing House, 2023. P. 137–139
2. Potemkina K. V. Problems and prospects of development of embankments of small rivers in Siberian cities // Science and youth: proceedings of the XX All-Russian Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists, Barnaul, April 17-21, 2023. Barnaul: Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 2023.P. 37–40.
3. Ovsyannikova I. V., Asfandiyarova L. R., Khakimova G. V., Luzina M. S. Determination of the level of eutrophication of small rivers in the area of influence of an industrial city // Environmental control systems. 2023. No. 2(52). P. 92–97.
4. Prysov D. A., Zubareva O. N., Plyashechnik M. A., Koshkarov A.D. Monitoring of metal content in small rivers of the city of Krasnoyarsk // Bulletin of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology. 2024. No. 2. P. 100–106.
5. Anisimova N. S., Egorov A. G. Water quality dynamics assessment of the of the Bol. Kamyshnaya River in the Kemerovo city // Problems and monitoring of natural ecosystems: collection of articles of the XI All-Russian Scientific and Practical. Penza: Penza State Agrarian University. Univ., 2024. 150 p.
6. Arkhipov V. S., Bernathonis V. K. Distribution of manganese in peat deposits of the Tomsk region // Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering. 2015. Vol. 326. No. 7. P. 27–35.