

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 1-2025. С. 50-56. ISSN 2617-1848 (print)  
The Builder of Donbass. 2025. Issue 1-2024. P. 50-56. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья  
УДК 504.06  
doi: 10.71536/sd.2025.1c30.7

# ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПЕРЕКРЫТЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Надежда Валерьевна Кондакова<sup>1</sup>, Лев Николаевич Фесенко<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>ФГОБУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова», Ростовская область, Новочеркасск, Россия,

<sup>1</sup>kondakova.nadya.v@yandex.ru, <sup>2</sup>vhiszos@yandex.ru

*Аннотация.* В данной работе станция аэрации рассматривается как фактор, влияющий на экологическую безопасность и устойчивость природного комплекса. На первом этапе исследования проанализирован воздух рабочей зоны перекрытых канализационных очистных сооружений, определена группа основных загрязняющих веществ. В ходе дальнейших изысканий проведен комплексный экологический мониторинг территории (отбор и последующий анализ качества компонентного состава почвы, воздуха атмосферного; измерение уровней воздействия физических факторов; радиологические исследования). В пределах участка воздействия было осуществлено дополнительное опробование почв на содержание серы, фосфора, калия, азота нитратного, азота аммонийного, которые в случае избытка являются загрязнителями, обладающими высокой биологической активностью и способностью накапливаться в природной среде. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проводить комплексный аудит, комбинируя расчетные методы оценки воздействия на окружающую среду с мониторинговыми исследованиями.

*Ключевые слова:* мониторинг, экологическая оценка, выбросы, воздух рабочей зоны, очистные сооружения, сточные воды, загрязнение почвы

Original article

# ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL OBJECTS UNDER THE INFLUENCE OF TECHNOGENIC LOAD OF CLOSED SEWAGE TREATMENT FACILITIES

Nadezhda V. Kondakova<sup>1</sup>, Lev N. Fesenko<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>South-Russian State Polytechnic University (NPI) M.I. Platon, Rostov region, Novocherkassk, Russia,

<sup>1</sup> kondakova.nadya.v@yandex.ru, <sup>2</sup>vhiszos@yandex.ru

*Abstract.* In this article, the aeration station is considered as a factor influencing environmental safety and sustainability of the natural complex. At the first stage of the research, the air of the working area of closed sewage treatment facilities was analyzed, a group of main pollutants was determined. In the course of further research, comprehensive environmental monitoring of the territory was carried out (sampling and subsequent analysis of the quality of the component composition of the soil, atmospheric air; measurement of the levels of exposure to physical factors; radiological studies). Within the impact area, additional soil testing was carried out for the content of sulfur, phosphorus, potassium, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, which, in case of excess, are pollutants with high biological activity and the ability to accumulate in the natural environment. The results obtained indicate the need to conduct a comprehensive audit, combining calculation methods for assessing the impact on the environment with monitoring studies.

*Keywords:* monitoring, environmental assessment, emissions, air of the working area, treatment facilities, wastewater, soil pollution



**Кондакова  
Надежда Валерьевна**



**Фесенко  
Лев Николаевич**

### ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Мониторинг в качестве экологической оценки представляет собой важный источник информации о защите окружающей среды. Следует выделить четыре основных типа таких оценок: прогнозы последствий реализации плана, программы или стратегии; оценки воздействия на окружающую среду; анализ после реализации; экологический аудит существующих объектов. В каждом случае цели и методы оценки различаются. В мировой практике в секторе управления системами водоснабжения и водоотведения экологические оценки играют важную роль, поскольку вводятся много новых технологий, а существующие подлежат модернизации и расширению. Более того, канализационные сооружения включены в группу объектов, представляющих собой потенциальные источники выбросов одорантов — существенной составляющей воздействия на окружающую среду, наряду с воздействием неочищенных сточных вод на водные ресурсы, выбросами загрязняющих веществ в воздух и почву и т.д.

Объем анализа в каждом конкретном случае определяется по-разному. В целом, это должно свидетельствовать, что недавно построенный, а также модернизированный, расширенный или давно эксплуатируемый объект соответствует стандартам охраны окружающей среды, включенным в законодательные положения и аспекты экологической политики. В случае осуществления модернизации объекта должно быть дополнительно подтверждено, что экологическая цель проекта была достигнута.

Возможность оценить изменение экологической продуктивности с течением времени позволяет не только рассчитать экологическую эффективность системы очистки сточных вод за любой заданный период времени, но и сравнить ее с различными системами и технологическими схемами очистки сточных вод [1].

Подходящим для этой цели инструментом является оценка жизненного цикла (LCA), которая позволяет определить потенциальное воздействие этих систем на окружающую среду, людей и ресурсы, а также последующие выбросы на протяжении всего жизненного цикла (т. е. на всех этапах, начиная с добычи ресурсов, производства, использования,

окончания срока службы, переработки и окончательного захоронения) [2]. Для таких воздействий выбор одного из методов оценки воздействия, доступных в программном обеспечении LCA, следует сочетать с другими инструментами, такими как анализ химических и микробиологических рисков, как показатель воздействия на окружающую среду, чтобы обеспечить надежную экологическую комплексную оценку устойчивости и эффективности систем очистки сточных вод.

При анализе экологической эффективности принятых инженерных решений необходимо комбинировать расчетные методы оценки воздействия на объекты окружающей среды с мониторинговыми исследованиями. Зачастую, план производственного экологического мониторинга разрабатывается наряду с нормативными документами на основе данных, полученных в ходе инженерно-экологических изысканий при разработке и реализации проекта строительства или реконструкции.

Таким образом, этот подход является чисто статичным и не может учитывать изменения в работе систем очистки сточных вод. Однако для более результативного анализа необходима информация о динамике экологической эффективности во времени.

Экологическая политика направлена на улучшение и поддержание надлежащего состояния объектов окружающей среды, путем установления предельных значений для определенных химических загрязняющих веществ — приоритетных веществ (ПВ), — которые не должны превышать стандарты качества окружающей среды. Эти ПВ могут нанести вред окружающей среде из-за острой или хронической токсичности, накопления в экосистеме, пищевой цепочке и, как следствие, здоровью человека [3].

При создании новых технологических схем путем комбинации различных процессов и способов очистки сточных вод сложно определить в целом воздействие систем водоотведения на окружающую среду. Это требует анализа оценки и сравнения экологических показателей очистных сооружений сточных вод. Они должны основываться на множестве критериев, таких как: токсичность и экотоксичность очищенной воды, осадка, потребление энергии, парниковый эффект, эвтрофикация и т.д.

Оценка воздействия очистных сооружений канализации на почвенно-растительный покров рассматривается в основном от осадков сточных вод, в ходе процессов их утилизации или использования в качестве удобрения в агрокомплексах [4, 5]. Поэтому, в последние годы ряд научных исследований был направлен на оценку экологической эффективности систем очистки сточных вод, а также анализ техногенной нагрузки на компоненты окружающей среды.

Цель данного исследования — оценить негативное воздействие техногенной нагрузки перекрытых канализационных очистных сооружений на объекты окружающей среды.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Производственный экологический мониторинг объектов системы водоотведения и очистки сточных вод рассмотрен на примере станции аэрации перекрытого типа.

В качестве объекта исследования были выбраны очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод с проектной производительностью 10 000 м<sup>3</sup>/сут, которые расположены в жилом микрорайоне «Суворовский» в северной части города Ростов-на-Дону. Сооружения биологической очистки располагаются в наземном резервуаре круглой формы, выполненном из монолитного железобетона. Отдельные функциональные пространства граничат между собой через разделяющие железобетонные перегородки. Верхняя часть здания используется для обслуживания сооружений и представляет собой стеклянный павильон с кровельным покрытием.

Проект перекрытых канализационных очистных сооружений «Суворовские» выполнен в формате единого комплекса, то есть помещения операторской, кабинета технолога, лаборатории и комнаты отдыха персонала находятся в одном пространстве с рабочей зоной аппаратов и резервуаров очистки вод. Из-за выбросов в воздух рабочей зоны загрязняющих веществ металлические части конструкций подверглись коррозии (рис. 1). Также вышла из строя часть лабораторного оборудования. Из-за сложившихся таких условий использование помещений по назначению прекратилось. Для этих целей было построено отдельно стоящее здание, что увеличило экологический след проекта.



Рис. 1. Металлические конструкции, подверженные коррозии в рабочей зоне перекрытых КОС «Суворовские»: а) опорная балка; б) несущие элементы перекрытия

Для установления причины столь активного разрушения металлических конструкций был проведен анализ воздуха рабочей зоны с применением переносного оборудования. Анализ данных представлен в табл. 1.

Таблица 1.  
Результаты проведения измерений проб воздуха рабочей зоны (среднее из трех суточных определений)

Определяемый показатель	Воздух рабочей зоны станции аэрации	Воздух закрытого помещения (условно чистый)	ПДК рабочей зоны (мг/м <sup>3</sup> )
СО, (мг/м <sup>3</sup> )	0	0	20,0
NO <sub>2</sub> , (мг/м <sup>3</sup> )	0	0	2,0
NO, (мг/м <sup>3</sup> )	0	0	5,0
SO <sub>2</sub> , (мг/м <sup>3</sup> )	12,0	1,0	10,0
H <sub>2</sub> S, (мг/м <sup>3</sup> )	9,63	0,79	10,0
H <sub>2</sub> CO, (мг/м <sup>3</sup> ) (формальдегид)	2,0	0	0,5

Использовали для исследования следующее оборудование: газосигнализатор «КОМЕТА-М» серии ИГС-98, многокомпонентный газоанализатор «Гелолан-1П», газоанализаторы «ЭЛАН» (NO/NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO/H<sub>2</sub>S). Приборы включены в Государственный реестр средств измерений и на момент измерений имели действующую поверку органов Росстандарта. Для контроля воспроизводимости значений проводились эксперименты с целью получения результатов анализов одного и того же показателя в одной и той же пробе (одного и того же источника воздействия) в максимально различных условиях, чередуя их (условия воспроизводимости: разными средствами измерений).

Экспериментально выявлено, что уровень содержания диоксида серы в воздухе рабочей зоны станции аэрации превысил предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 1,2 раза. Из перечня проанализированных компонентов, повышенное содержание только соединений серы [6].

Для уменьшения концентраций соединений серы в воздухе рабочей зоны станции аэрации была разработана модель биофильтра, сорбционный материал которого на основе биогумуса (микробиологическое удобрение) и древесной коры. Биологическая очистка в аппарате происходит аналогично почвенным процессам в природных условиях следующим образом: под действием аэробных групп тионовых и серобактерий протекает окислительная реакция соединений серы. Еще одним преимуществом биофильтра, где используется штамм *Nurphomicrobium*, является то, что для обработки летучих соединений серы, в том числе H<sub>2</sub>S, допускается производить очистку газов при нейтральном pH. Эффективность и технологическая новизна данного устройства подтверждена патентом РФ [7].



Для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей среды (прилегающей природной территории) под влиянием техногенной нагрузки от объекта для обеспечения благоприятных условий жизни населения, безопасности зданий, сооружений проведен комплексный экологический мониторинг территории (отбор и последующий анализ почвы, воздуха атмосферного; измерение уровней воздействия физических факторов; радиологические исследования). Результаты лабораторных исследований по стандартному перечню загрязняющих веществ (тяжелые металлы, канцерогенные вещества) не выявили превышений предельно допустимых концентраций и уровней в объектах окружающей среды. Согласно плану-графику, производственный экологический мониторинг проводится в двух контрольных точках: на границе территории санитарно-защитной зоны и у ближайшей жилой застройки.

В ходе экологических изысканий были выделены 7 пробных площадок с контрольными точками отбора/измерений компонентов окружающей среды: на прилегающей территории в четырех направлениях, на границе санитарно-защитной зоны, у ближайшей жилой застройки, фоновый образец на расстоянии от объекта более 500 метров (рис. 2) согласно розе ветров, особенностей рельефа местности, растительности и характера городской планировки [8].

Оценку уровня загрязнения определяли по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». При отсутствии фактических данных по регионально-фоновому содержанию контролируемых химических элементов в почве допускается проводить оценку посредством сравнительного анализа отобранных проб почвы с фоновой пробой (ГОСТ Р 59057-2020).



Рис. 2. Карта-схема контрольных точек отбора проб: 1, 2, 3, 4 – соответственно прилегающие территории северного, восточного, южного и западного направлений;

5 – граница предприятия (санитарно-защитная зона), ниже по рельефу относительно станции аэрации; 6 – ближайшая жилая застройка; 7 – фоновая проба, характеризующая почвы естественного сложения без следов техногенного воздействия.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели анализа воздуха атмосферного на границе ближайшей жилой застройки к зоне воздействия станции аэрации соответствуют гигиеническим нормативам качества. Исследования проводились в контрольной точке 6 (рис. 2), полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты проведения измерений проб воздуха атмосферного  
в контрольной точке 6

Наименование показателей качества и безопасности продукции по НД, единицы измерения	Наименование НД, регламентирующее методику проведения испытаний	Фактическое значение показателей качества по результатам испытаний	Погрешность (при доверительной вероятности $p=0,95$ )	Значение показателей качества и безопасности по НД
Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	Руководство по эксплуатации ГА «ЭЛАН»	0	—	0,2
Углерода оксид, мг/м <sup>3</sup>		0	—	5,0
Серы диоксид, мг/м <sup>3</sup>		0	—	0,5
Сероводород, мг/м <sup>3</sup>		0	—	0,008
Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	Руководство по эксплуатации Колион -1В	0	—	0,2
Формальдегид, мг/м <sup>3</sup>	МУК 4.14.1045-01	< 0,001	—	0,05
Пыль, (взвешенные частицы) мг/м <sup>3</sup>	РД 52.04.893-2020	< 0,30	—	0,5

В связи с тем, что в ходе исследования воздуха рабочей зоны станции аэрации были обнаружены повышенные концентрации загрязняющих веществ, производные формы которых не были проанализированы в ходе стандартного производственного экологического мониторинга почв, было принято решение углублено изучить вопрос о возможных локальных аномалиях.

Дополнительно оценка качества почвенного покрова производилась по следующим показателям: рН, соединения серы, фосфора, калия, азота нитратного и азота аммонийного. Опробование почвогрунтов в 7 контрольных точках для эколого-химического анализа производилось в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017, ГОСТ 17.4.4.02-2017, и осуществлялось из поверхностного слоя методом «конверта» (смешанная проба из пяти отдельных образцов на площади 10–15 м<sup>2</sup>), с глубины 0–5 см, 5–20 см. При этом фоновая проба без прямых следов техногенного воздействия и характеризует тип почв контрольных точек. Результаты опытов представлены в табл. 3, 4.

В пробе № 4 обнаружено превышение уровня ПДК по нитратному азоту (в 1,7 раз), а также повышенное содержание соединений серы (более значения фонового образца в 3–5 раз) и аммонийного азота (более значения фонового образца в 2 раза). Содержание подвижных соединений фосфора и калия в образцах, отобранных на прилегающей территории, «очень высокое» (согласно «Группировка почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия (метод Мачигина)» [9]. Полученные результаты анализа проб почвы свидетельствуют о техногенном воздействии на территорию, прилегающую к объекту исследования.

Миграция и накопление таких элементов, как азот, фосфор, калий, сера определяют важнейшие геохимические особенности среды. При избытке азот не пол-

Таблица 3.

Результаты лабораторных исследований в пробах почвы с разных глубин

№ контрольной точки	Глубина отбора, см	Массовая доля подвижной серы ГОСТ 26490-85	
		Фактическое значение показателей качества по результатам испытаний	Погрешность (при доверительной вероятности $p=0,95$ )
1	0-5	8,5	0,6
	5-20	12,4	0,9
2	0-5	10,5	0,8
	5-20	13,6	1,02
3	0-5	15,5	1,2
	5-20	12,2	0,9
4	0-5	32,9	2,4
	5-20	51,1	3,8
5	0-5	12,3	0,9
	5-20	7,8	0,6
6	0-5	5,8	0,4
	5-20	5,8	0,4
7	0-20	9,0	0,7

Таблица 4.

Результаты лабораторных исследований в пробах почвы с глубин 0–20 см

№ контрольной точки	Подвижные соединения фосфора, $P_2O_5$ , мг/кг ГОСТ 26205-91	Подвижные соединения калия $K_2O$ , мг/кг ГОСТ 26205-91	Азот нитратный, мг/кг ГОСТ 26951-86	Азот аммонийный, мг/кг ГОСТ 26489-85	рН водный, ед. ГОСТ 17.5.4.01-84
1	<100	825±83	6,3±1,9	11,0±1,1	8,2±0,1
2	74,0±14,8	<1000	6,2±1,9	10,6±1,1	8,3±0,1
3	57,3±11,5	565±57	5,5±1,7	9,2±0,9	8,3±0,1
4	95,7±19,1	670±67	220,0±44,0	23,3±2,3	7,6±0,1
5	78,1±15,6	570±57	9,1±2,7	14,7±1,5	8,2±0,1
6	73,2±14,6	495±50	7,4±2,2	11,5±1,2	8,2±0,1
7	52,3±10,5	775±78	4,8±1,4	12,0±1,2	8,2±0,1

\*Примечание: Фактическое значение ± погрешность при доверительной вероятности  $p=0,95$ .

ностью расходуется при образовании органических соединений, его излишки аккумулируется в растениях.

Сера второй после азота протеиногенный элемент, потребляемый растениями из почвы. При ее дисбалансе нарушается и азотный обмен в растениях [10]. В почвах сера находится в большей степени в составе органических соединений (гумус). Наиболее распространенная форма среди неорганических соединений серы в почве – сульфатная сера. Миграция соединений серы по почвенному профилю связана с тем, что большинство сульфатов растворимы в воде, при этом слабо адсорбируются почвенными минералами. Это объясняет увеличение содержания подвижной серы от образца глубиной 0–5 см – 32,9±2,4 мг/кг, к образцу 5–20 см – 51,1±3,8 мг/кг.

Фосфор и калий играют важную роль для почвы, участвуя во всех обменных процессах и регуляции дыхания растений, поддерживая процесс фотосинтеза. Высокая способность почвы поглощать избыточный фосфор приводит к негативным последствиям, так как адсорбированный элемент выступает в роли токсиканта [11]. Трансформация органических соедине-

ний фосфора и калия, которые не усваиваются растениями, в неорганические, вымываются в водоемы, что приводит к экологическим последствиям и патологиям у живых организмов.

## ВЫВОДЫ

В процессе эксплуатации перекрытых канализационных очистных сооружений загрязняющие выбросы аккумулируются в воздухе рабочей зоны, что оказывает негативное влияние, как с точки зрения охраны труда и общественного здоровья, так и повреждения конструкций здания и оборудования, вследствие коррозии.

В ходе исследования были зафиксированы повышенные содержания загрязняющих воздух рабочей зоны веществ, преимущественно соединения серы (концентрация  $\text{SO}_2$  превысила пороговое значение норматива в 1,2 раза). При этом анализ проб воздуха атмосферного на границе ближайшей жилой застройки не выявил превышений ПДК.

Для проведения комплексной оценки экологического состояния природной среды были проведены расширенные исследования почвы в семи контрольных точках в зоне воздействия объекта. При почвенных изысканиях на прилегающей к объекту территории наблюдался ряд изменений фактического содержания сернистых соединений (более значения фонового образца в 3–5 раз), аммонийного азота (более значения фонового образца в 2 раза) и нитратного азота (превышение уровня ПДК в 1,7 раз), подвижных соединений фосфора и калия (в среднем более значения фонового образца в 1,3 раз).

Таким образом, доказана необходимость проведения комплексной оценки воздействия канализационных очистных сооружений на объекты окружающей среды, включающей в себя как статистические, так и лабораторные методы.

## Список литературы

1. Herrera-Navarrete R. et al. Municipal wastewater treatment plants: Gap, challenges, and opportunities in environmental management // *Environmental Management*. — 2022. — Vol. 69, No. 1. — P. 75–88. — DOI: 10.1007/s00267-021-01562.
2. Renou S. et al. Influence of impact assessment methods in wastewater treatment LCA // *Journal of Cleaner Production*. — 2008. — Vol. 16, No. 10. — P. 1098–1105. — DOI: 10.1016/j.jclepro.2007.06.003.
3. Pesqueira J. F. J. R., Pereira M. F. R., Silva A. M. T. Environmental impact assessment of advanced urban wastewater treatment technologies for the removal of priority substances and contaminants of emerging concern: a review // *Journal of Cleaner Production*. — 2020. — Vol. 261. — DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121078.
4. Гуляева, К. Н., Басов Ю. В. Оценка влияния осадков сточных вод на загрязнение почв тяжелыми металлами // *Вестник аграрной науки*. — 2016. — Т. 62, № 5. — С. 54–58.

5. Ильинский, А. В., Евсенкин, К. Н., Нефедов, А. В. Обоснование экологически безопасного использования осадков сточных вод канализационных очистных сооружений жилищно-коммунального хозяйства // *Агрохимический вестник*. — 2020. — № 1. — С. 60–64.
6. Кондакова, Н. В., Мозгунова, А. А., Гаврилина, Ю. А., Серпокрылов, Н. С. Оценка состояния воздуха рабочей зоны и выделяемых запахов в условиях крытых очистных сооружений // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия*. — 2019. — № 4(30). — С. 13–16.
7. Пат. 202794 Россия, МПК B01D 53/84 (2006.01). Биофильтр для очистки воздуха от загрязняющих и неприятно пахнущих летучих веществ / Серпокрылов Н. С., Кондакова Н. В., Мозгунова А. А., Белоусова В. Ю., Гаврилина Ю. А.; заявл. 25.10.2020; опубл. 05.03.2021, бюл. № 7.
8. Башева, Т. С. Определение величины эмиссии загрязняющих веществ и установление опасного расстояния для строящихся объектов с различными конструктивными особенностями / Т. С. Башева, А. А. Шейх // *Строитель Донбасса*. — 2020. — Вып. 2-2020. — С. 20–26. — ISSN 2617-1848.
9. Соколов, А. В., Фридланд, В. М. Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР. — М.: Наука, 1974. — 446 с.
10. Губарев, Д. И., Несветаев, М. Ю., Демакина, И. И., Ларькин, М. А., Погодаев, А. В. Ландшафтно-морфологический фактор как лимитирующий для содержания серы на черноземе южном в склоновом агроландшафте // *Аграрный вестник Юго-Востока*. — 2020. — № 2(25). — С. 24–26.
11. Кидин, В. В., Торшин, С. П. Агрохимия. — Москва: Проспект, 2015. — 608 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кондакова Надежда Валерьевна — аспирант кафедры «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М. И. Платова, Ростовская обл., г. Новочеркасск, Россия. Научные интересы: охрана окружающей среды; рациональное использование природных ресурсов; очистка сточных и дождевых вод; получение сорбентов из природных материалов, их использование в технологии очистки воды и отходящих газов.

Фесенко Лев Николаевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М. И. Платова, Ростовская обл., г. Новочеркасск, Россия. Научные интересы: охрана окружающей среды; рациональное использование природных ресурсов; очистка природных (поверхностных и подземных), сточных и дождевых вод.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kondakova Nadezhda V. - postgraduate student at the Department of Water Management, Engineering Networks and Environmental Protection, the use of water and ex-



haust gas purification technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)», Rostov region, Novocherkassk, Russia. Research interests: environmental protection; rational use of natural resources; wastewater and rainwater treatment; production of sorbents from natural materials, their use in water and exhaust gas purification technology.

**Fesenko Lev N.** — D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Water Management, Engineering Networks and Environmental Protection, the use of water and exhaust gas purification technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)», Rostov region, Novocherkassk, Russia. Research interests: environmental protection; rational use of natural resources; purification of natural (surface and underground), wastewater and rainwater.

## References

1. Herrera-Navarrete R., et al. (2022). Municipal wastewater treatment plants: Gap, challenges, and opportunities in environmental management . *Environmental Management*, Vol. 69, No. 1, pp. 75–88. DOI: 10.1007/s00267-021-01562.
2. Renou S., et al. (2008). Influence of impact assessment methods in wastewater treatment LCA . *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, No. 10, pp. 1098–1105. DOI: 10.1016/j.jclepro.2007.06.003.
3. Pesqueira J. F. J. R., Pereira M. F. R., Silva A. M. T. (2020). Environmental impact assessment of advanced urban wastewater treatment technologies for the removal of priority substances and contaminants of emerging concern: a review . *Journal of Cleaner Production*, Vol. 261. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121078.
4. Gulyaeva K. N., Basov Y. V. (2016). Assessment of the impact of wastewater sludge on soil contamination by heavy metals . *Bulletin of Agrarian Science*, Vol. 62, No. 5, pp. 54–58.
5. Ilinsky A. V., Evsenkin K. N., Nevedov A. V. (2020). Justification for environmentally safe use of sewage treatment plant sludge in housing and communal services . *Agrochemical Bulletin*, No. 1, pp. 60–64.
6. Kondakova N. V., Mozgunova A. A., Gavrilina Y. A., Serpukrylov N. S. (2019). Evaluation of air quality in working zones and emitted odors at covered wastewater treatment facilities . *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*, No. 4(30), pp. 13–16.
7. Serpukrylov N. S., Kondakova N. V., Mozgunova A. A., Belousova V. Y., Gavrilina Y. A. (2021). Patent No. 202794, Russia, IPC B01D 53/84 (2006.01). Biofilter for air purification from polluting and odorous volatile substances . Filed October 25, 2020; Published March 5, 2021, Bulletin No. 7.
8. Bashueva T. S., Sheih A. A. (2020). Determination of pollutant emission levels and establishment of hazardous distances for buildings with various structural features . *Builder of Donbass*, Issue 2-2020, pp. 20–26. ISSN 2617-1848.
9. Sokolov A. V., Fridland V. M. (1974). *Agrochemical Characteristics of the Main Soil Types in the USSR*. Moscow: Nauka. 446 pp.
10. Gubarev D. I., Nesvetaev M. Yu., Demakina I. I., Lar'kin M. A., Pogodaev A. V. (2020). Landscape-morphological factor as a limiting factor for sulfur content in southern chernozem in slope agrolandscapes . *Agricultural Bulletin of the Southeast*, No. 2(25), pp. 24–26.
11. Kidan V. V., Torshin S. P. (2015). *Agrochemistry*. Moscow: Prospekt. 608 pp.

Статья поступила в редакцию 03.02.2025; одобрена после рецензирования 14.02.2025; принята к публикации 21.02.2025.

The article was submitted 03.02.2025; approved after reviewing 14.02.2025; accepted for publication 21.02.2025.