

Научная статья/Research Article

УДК 631.61/626.87

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40

Наталья Владиславовна Санникова<sup>1✉</sup>, Ольга Викторовна Шулепова<sup>2</sup>,  
Резниченко Валерия Алексеевна<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

<sup>3</sup>ООО «Газпром добыча Ямбург»

<sup>1,2,3</sup>sannikovanv@gausz.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В СОСТАВЕ ПОЧВОГРУНТОВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В статье проанализировано использование осадка сточных вод с канализационных очистных сооружений г. Новый Уренгой в составе почвогрунта для рекультивационных целей. Осадок сточных вод с канализационных очистных сооружений г. Новый Уренгой соответствует требованиям ГОСТ Р 54534-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель», относится к I группе и может быть использован для биологической рекультивации в качестве компонента почвогрунта. Исследования проведены на трех различных по составу почвогрунтах (вариантах): первая группа исследуемого почвогрунта состояла из торфа низинного и осадка сточных вод; вторая группа – из песка речного и осадка сточных вод; третья группа – из торфа низинного, песка речного и осадка сточных вод. По результатам исследований применение осадка сточных вод рекомендуется в соотношениях грунта к осадку 1 : 0,5 и 1 : 1. Данные соотношения оказывают наибольшее положительное влияние на всхожесть растений тест-культуры, на длину их надземной части и корневой системы во всех трех группах почвогрунтов: «Торф : ОСВ», «Песок : ОСВ», «Торф+песок : ОСВ». Применение осадка в соотношении 1 : 0,25 не оказывает значительного влияния на растения в образцах почвогрунта «Торф : ОСВ», «Песок : ОСВ», «Торф+песок : ОСВ», а при соотношении компонентов «Торф : ОСВ», «Песок : ОСВ» 1:1,5 оказывает угнетающее воздействие на растения тест-культуры. В образцах почвогрунта «Торф+песок : ОСВ» с соотношением 1 : 1,5 угнетающего воздействия не выявлено, но и различие оцениваемых показателей от соотношения 1 : 1 незначительно. Корневая система растений тест-культуры лучше развивается на образцах грунта, в составе которой есть песок.

**Ключевые слова:** осадок сточных вод, рекультивация, тест-культура, развитие, почвогрунты, всхожесть, песок, торф, восстановление, Крайний Север

**Для цитирования:** Санникова Н.В., Шулепова О.В., Резниченко В.А. Использование осадка сточных вод в составе почвогрунтов для рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10. С. 30–40. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40.

Natalia Vladislavovna Sannikova<sup>1✉</sup>, Olga Viktorovna Shulepova<sup>2</sup>, Reznichenko Valeria Alekseevna<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

<sup>3</sup>Gazprom Dobycha Yamburg LLC

<sup>1,2,3</sup>sannikovanv@gausz.ru

## WASTEWATER SLUDGE USE AS A COMPOSITION OF SOILS FOR DISTURBED LANDS RECLAMATION IN THE FAR NORTH CONDITIONS

The paper analyzes the use of sewage sludge from sewage treatment plants in the city of Novy Urengoy as part of the soil for reclamation purposes. Sewage sludge from sewerage treatment plants in Novy Urengoy meets the requirements of GOST R 54534-2011 "Resource conservation. Sewage sludge. Requirements for use for reclamation of disturbed lands" belongs to group I and can be used for biological

*reclamation as a soil component. The studies were carried out on three soils (variants) of different composition: the first group of soils under study consisted of lowland peat and sewage sludge; the second group is made from river sand and sewage sludge; the third group is made from lowland peat, river sand and sewage sludge. According to research results, the use of sewage sludge is recommended in soil to sludge ratios of 1 : 0.5 and 1 : 1. These ratios have the greatest positive effect on the germination of test culture plants, on the length of their aboveground part and root system in all three groups of soils: Peat : WWS, Sand : WWS, Peat + sand : WWS. The use of sediment in a ratio of 1 : 0.25 does not have a significant effect on plants in the soil samples Peat : WWS, Sand : WWS, Peat + sand : WWS, and with the component ratio Peat : WWS, Sand : OSV 1 : 1.5 has a inhibitory effect on test culture plants. In soil samples Peat + sand: WWS with a ratio of 1 : 1.5, no inhibitory effect was detected, but the difference in the assessed indicators from the 1 : 1 ratio is insignificant. The root system of test culture plants develops better on soil samples that contain sand.*

**Keywords:** *sewage sludge, reclamation, test culture, development, soils, germination, sand, peat, restoration, Far North*

**For citation:** *Sannikova N.V., Shulepova O.V., Reznichenko V.A. Wastewater sludge use as a composition of soils for disturbed lands reclamation in the Far North conditions // Bulliten KrasSAU. 2023;(10): 30–40. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40.*

**Введение.** Жилищно-коммунальное хозяйство РФ – это тот сегмент в социальной структуре государства, который определяет качество жизни человека, благополучие граждан и устойчивое развитие территорий [1–4].

Как отмечают многие авторы, вопросы обработки и утилизации осадков городских очистных сооружений актуальны для большинства водоканалов России и представляют серьезную проблему, так как ежегодно на канализационных очистных сооружениях в РФ накапливается большое количество отходов, таких как осадок сточных вод (ОСВ) [5–7]. К осадку сточных вод относятся избыточный активный ил и биослам, данная группа отходов образуется в большом объеме. Постоянное увеличение объемов данного отхода связано с ростом населения в процессе урбанизации. В тех районах, где накапливаются и размещаются ОСВ, а это происходит традиционно на иловых полях, отмечается ухудшение состояния окружающей среды, связанное с неприятными запахами, загрязнением почвы и др. [8, 9].

В 2021 г. образование отходов производства и потребления от вида экономической деятельности (водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений) по Российской Федерации составило 11 891,8 тыс. т [10].

В настоящее время в России ежегодно образуется 7–8 млн тонн осадков сточных вод [11]. Специалистами отмечается, что иловые поля (95 %) в регионах переполнены и возникает острая необходимость переработки данного вида отходов. Большие объемы осадков необхо-

димо переработать, не нарушив при этом множества природоохранных и санитарно-эпидемиологических требований.

В Федеральном классификационном каталоге отходов, утвержденном Приказом Росприроднадзора в последней редакции от 29 марта 2021 г. № 149 на 2021 г., различные разновидности осадков сточных вод и водоподготовки перечисляются в блоке 7 Каталога в разделе «Водоснабжение, водоотведение». И относятся к V классу опасности (безвредные, практически неопасные, их угроза окружающей среде стремится к 0) [10, 11].

Длительное накопление осадков на иловых картах нежелательно, поэтому перед всеми объектами, на территории которых происходит накопление осадка сточных вод, остро встает вопрос об их утилизации.

При очистке сточных вод на станциях водоотведения возникает множество проблем, таких, например, как крупный плавающий мусор, который необходимо крайне оперативно удалять с сооружений механической очистки, дабы не тормозить весь технологический цикл [12].

ОСВ, как и большинство промышленных и бытовых отходов, имеют свои достоинства и недостатки. Положительным свойством осадков является тот факт, что в них содержатся большие запасы микроэлементов и ценных питательных элементов (фосфор, калий, азот и др.), из которых можно получить продукт [13–16], подлежащий дальнейшей реализации. К таким продуктам можно отнести рекультивационный почвогрунт [17].

**Цель исследования** – изучить использование осадков сточных вод в составе почвогрунтов для биологической рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера.

**Материалы и методы.** Стабилизированный осадок сточных вод с канализационных очистных сооружений г. Новый Уренгой имеет V класс опасности. Согласно проведенному анализу результатов лабораторных испытаний на соответствие требованиям ГОСТ Р 54534-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель», ОСВ соответствует I группе и может использоваться для проведения биологической рекультивации, что актуально для территории Крайнего Севера, где техногенные ландшафты образовались после добычи природных ресурсов.

Опыт проводился на трех различных по составу почвогрунтах (вариантах): первая группа исследуемого почвогрунта состояла из торфа низинного и осадка сточных вод; вторая группа – из песка речного и осадка сточных вод; третья группа – из торфа низинного, песка речного и осадка сточных вод.

Торф низинный представляет собой темный, почти черный грунт, состоящий из продуктов разложения древесины, трав, кустарников, содержит углерод и гуминовые кислоты (более 50 %), имеет слабокислую или нейтральную реакцию и обладает хорошей минерализацией.

Песок речной (р. Еваяха) не имеет посторонних включений в виде камней, крупных комочков и мусора.

Осадок сточных вод с иловой площадки канализационных очистных сооружений был подвергнут аэробной стабилизации на протяжении 10–15 суток, обезвожен до 75–85 % влажности на центрифугах. Длительная выдержка ОСВ на иловых картах на протяжении более четырех лет обеспечила дополнительную естественную стабилизацию, обеззараживание и подсушку.

Для определения оптимальной дозы внесения осадков сточных вод в грунт каждая группа почвогрунта была разбита на варианты с различным объемным соотношением исходных компонентов (1 : 0,25; 1 : 0,5; 1 : 1; 1 : 1,5). Варианты опыта заложены в трехкратной повторности (табл. 1).

Таблица 1

#### Схема опыта

Группа	Объемное соотношение исходных компонентов				Состав группы	
	I группа почвогрунтов (вариант)	Торф : ОСВ 1 : 0,25    1 : 0,5    1 : 1    1 : 1,5				Торф (контроль)
II группа почвогрунтов (вариант)	Песок : ОСВ 1 : 0,25    1 : 0,5    1 : 1    1 : 1,5				Песок (контроль)	ОСВ (контроль)
III группа почвогрунтов (вариант)	(Торф + песок) : ОСВ 1 : 0,25    1 : 0,5    1 : 1    1 : 1,5				Торф + песок (контроль)	ОСВ (контроль)

Лабораторный опыт закладывался в контейнерах. В качестве тест-культуры использовалась однодольное растение кострец безостый (*Bromopsis inermis*) сорт СибНИИС-Хоз 189. Глубина заделки семян – 2–3 см. Норма высева – 20 г/м<sup>2</sup>. Выбранное растение характеризуется как зимостойкое, холодостойкое и засухоустойчивое, что подходит для климатических условий Крайнего Севера [18, 19]. Температурный режим воздуха в лаборатории поддерживался на уровне 23–25 °С. Влажность грунтов в пределах 70–80 % от наименьшей влагоемкости (НВ).

Фенологические наблюдения: оценка всхожести растений фиксировалась на 5-е сутки; интенсивность прироста, оценка надземной и корневой части растений на 35-е сут.

**Результаты и их обсуждение.** При анализе почвогрунта «Торф : ОСВ» показатель всхожести растений на контроле «Торф» составил 66 %. Всхожесть тест-культуры в варианте «Торф : ОСВ» в пропорции 1 : 0,5 – 72 %. При соотношениях торфа к ОСВ, равном 1 : 0,25, всхожесть отмечена в 1,8 раза меньше по сравнению с контролем «Торф», но практически равна показателю всхожести контроля «ОСВ» (38 %) (рис. 1).

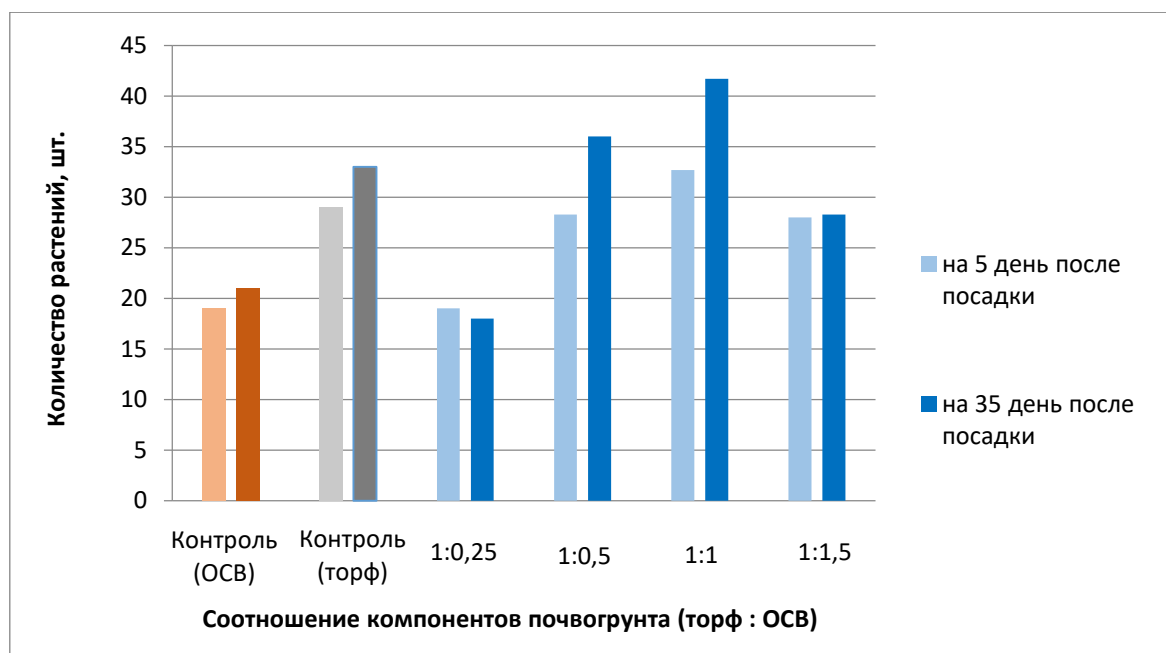


Рис. 1. Всхожесть тест-культуры в образцах почвогрунта «Торф : ОСВ»

Наибольшее количество вегетирующих растений на 35-й день наблюдалось в варианте «Торф : ОСВ» с соотношением 1 : 1 (рис. 2), это

количество растений на 26 % больше по сравнению с контролем «Торф».



Рис. 2. Растения в варианте «Торф : ОСВ» в соотношении 1 : 0,25 и 1 : 1

Прирост растений к концу эксперимента был отмечен на образцах почвогрунта в соотношениях 1 : 0,5 и 1 : 1. Количество корешков увеличилось на 27 % в обоих вариантах. Угнетающее воздействие ОСВ на тест-культуру проявилось при соотношении компонентов почвогрунта «Торф : ОСВ» 1 : 1,5.

Длина надземной части растений отличалась от контрольного варианта, наибольшее значение отмечено в соотношении компонентов 1 : 1 и 1 : 1,5. Среднее значение составило 14,0 и 14,2 см соответственно. При соотношении 1 : 0,25 и 1 : 0,5 длина надземной части оказалась ниже контрольного варианта (табл. 2).

Биометрические показатели тест-культуры в образцах почвогрунта «Торф : ОСВ» ( $X \pm m$ ), см

Вариант	Средняя длина	
	надземной части растений	корневой системы растений
ОСВ (контроль)	10,9 ± 0,74	1,6 ± 0,56
Торф (контроль)	12,6 ± 0,65	2,1 ± 0,58
Торф : ОСВ (1 : 0,25)	10,4 ± 0,68	1,5 ± 0,61
Торф : ОСВ (1 : 0,5)	11,4 ± 0,66	2,0 ± 0,62
Торф : ОСВ (1 : 1)	14,0 ± 0,60	2,5 ± 0,57
Торф : ОСВ (1 : 1,5)	14,2 ± 0,72	2,2 ± 0,62

Наиболее развитая корневая система отмечена у образцов с соотношением компонентов 1 : 1, она составила 2,5 см. Слабая корневая

система зафиксирована в варианте с соотношением компонентов 1 : 0,25 – 1,5 см, что на 0,6 см меньше контрольных показателей (рис. 3).



Рис. 3. Биометрические показатели растений в варианте «Торф : ОСВ» 1 : 1 и 1 : 0,25

Положительное влияние ОСВ на рост тест-культуры в образцах грунта «Песок : ОСВ» отмечено во всех вариантах. Всхожесть в кон-

трольном варианте «Песок» не зафиксирована (рис. 4).

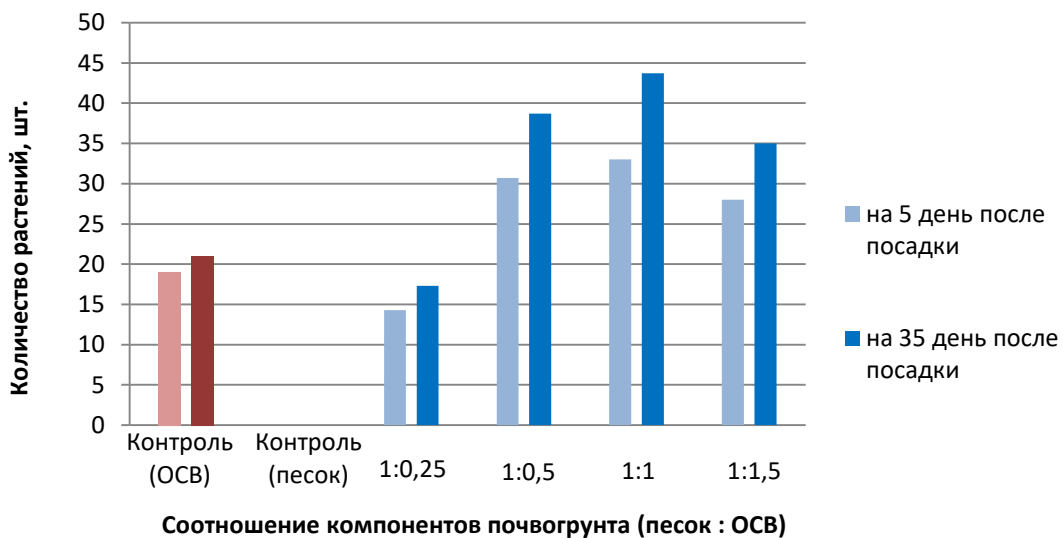


Рис. 4. Всхожесть тест-культуры в образцах почвогрунта «Песок : ОСВ»

При этом наибольший показатель всхожести растений отмечен в варианте с соотношением песка к ОСВ 1 : 1 и составил 87 %. В варианте

1 : 0,5 этот показатель ниже на 12 %. Наименьшая всхожесть растений тест-культуры у почвогрунта «Песок : ОСВ» 1 : 0,25 – 35 % (рис. 5).



Рис. 5. Растения в варианте «Песок : ОСВ» 1 : 1 и 1 : 0,25

Угнетающее воздействие ОСВ на тест-культуры отмечено при соотношении 1 : 1,5, как и у образца почвогрунта «Торф : ОСВ» 1 : 1,5. Данный вывод основан на уменьшении всхожести, средней длины надземной части растений и их корневой системы.

Корни растений, выращенных на песке и ОСВ, оказались в два и более раз длиннее, чем у растений, выращенных на почвогрунтах «Торф : ОСВ» (табл. 3).

Но при этом в варианте 1 : 1,5 оказалась самая слаборазвитая корневая система – 3,5 см (рис. 6).

Таблица 3

Биометрические показатели тест-культуры в образцах почвогрунта «Песок : ОСВ» ( $X \pm m$ ), см

Вариант	Средняя длина	
	надземной части растений	корневой системы растений
ОСВ (контроль)	10,9±0,64	1,6±0,64
Песок (контроль)	0	0
Песок : ОСВ (1 : 0,25)	12,9±0,71	4,0±0,61
Песок : ОСВ (1 : 0,5)	13,2±0,65	4,8±0,66
Песок : ОСВ (1 : 1)	15,7±0,66	5,8±0,71
Песок : ОСВ (1 : 1,5)	13,4±0,72	3,5±0,65



Рис. 6. Биометрические показатели растений в варианте «Песок : ОСВ» 1 : 1,5 и 1 : 1

Наибольшая средняя длина надземной части отмечена у растений с соотношением компонентов 1 : 1 – 15,7 см, а корневая система составила в среднем 5,8 см (см. рис. 5).

В варианте образца почвогрунта «Торф + песок» : ОСВ» наилучшие результаты всхожести растений тест-культуры – 71 и 76 % при соотношении компонентов 1 : 0,5 и 1 : 1,5 соответственно. Всхожесть растений в контрольном варианте «Торф + песок» составила 64 % (рис. 7).

Результат всхожести при соотношении компонентов почвенной смеси 1 : 1 зафиксирован на уровне 67 % (рис. 8).

Всхожесть тест-культуры, выращенной на образце почвогрунта «(Торф + песок) : ОСВ» 1 : 0,25, – 41 %, что в 1,5 раза меньше, чем в контрольном варианте без внесения ОСВ.

Надземная часть растений лучше была развита в вариантах почвогрунта с соотношением компонентов 1 : 1 и 1 : 1,5 (табл. 4).

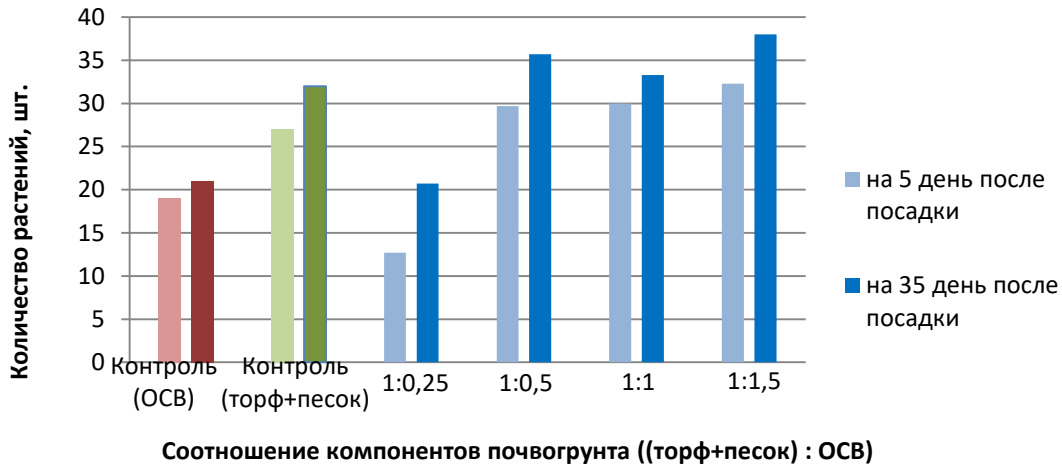


Рис. 7. Всхожесть тест-культуры в образцах почвогрунта «(Торф + песок) : ОСВ»



Рис. 8. Растения в варианте «(Торф + песок) : ОСВ» 1 : 0,25 и 1 : 1,5

Таблица 4

Биометрические показатели тест-культуры в образцах почвогрунта «(Торф + песок) : ОСВ» ( $X \pm m$ ), см

Вариант	Средняя длина	
	надземной части растений	корневой системы растений
ОСВ (контроль)	10,9±0,58	1,6±0,65
Торф + песок (контроль)	13,2±0,61	3,4±0,71
Торф + песок : ОСВ (1 : 0,25)	11,8±0,67	2,6±0,56
Торф + песок : ОСВ (1 : 0,5)	12,8±0,64	3,0±0,68
Торф + песок : ОСВ (1 : 1)	14,5±0,54	4,7±0,72
Торф + песок : ОСВ (1 : 1,5)	14,6±0,65	3,9±0,63

При этом корневая система у растений тест-культуры варианта 1 : 1 – 4,7 см, что является лучшим результатом среди всех групп грунтов. Слаборазвитая надземная часть растений и их

корневая система отмечены в варианте «(Торф + песок) : ОСВ» с соотношением 1 : 0,25 (рис. 9).



Рис. 9. Биометрические показатели растений в варианте «(Торф + песок) : ОСВ» 1 : 1 и 1 : 0,25

По полученным результатам исследований рекомендуемой пропорцией компонентов грунтов можно считать 1 : 0,5 и 1 : 1, так как результаты показали наибольшую всхожесть и более развитую корневую систему растений тест-культуры. Результаты проведенного исследования подтвердили эффективность использования осадков сточных вод для проведения биологической рекультивации нарушенных земель.

**Заключение.** Осадок сточных вод с канализационных очистных сооружений г. Новый Уренгой соответствует требованиям ГОСТ Р 54534-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель», относится к I группе и может быть использован для биологической рекультивации в качестве компонента почвогрунта.

Применение осадка сточных вод рекомендуется в соотношениях грунта к осадку 1 : 0,5 и 1 : 1. Данные соотношения оказывают наибольшее положительное влияние на всхожесть растений тест-культуры, на длину их надземной части и корневой системы во всех трех группах почвогрунтов: «Торф : ОСВ», «Песок : ОСВ», «(Торф + песок) : ОСВ». Применение осадка в соотношении 1 : 0,25 не оказывает значительного влияния на растения в образцах почвогрунта «Торф : ОСВ», «Песок : ОСВ», «(Торф + песок) : ОСВ», а при со-

отношении компонентов «Торф : ОСВ», «Песок : ОСВ» 1 : 1,5 оказывает угнетающее воздействие на растения тест-культуры. В образцах почвогрунта «(Торф + песок) : ОСВ» с соотношением 1 : 1,5 угнетающего воздействия не выявлено, но и различие оцениваемых показателей от соотношения 1 : 1 незначительно.

Корневая система растений тест-культуры лучше развивается на образцах грунта, в составе которой есть песок.

#### Список источников

1. Санникова Н.В. Использование современных технологий переработки отходов на промышленном предприятии // АгроЭкоИнфо. 2018. № 4 (34). С. 21.
2. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Ковалева О.В. Биотестирование сточных вод с использованием *Lepidium sativum* // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (69). С. 57–60.
3. Kovaleva O., Sannikova N. Microbiological treatment system of storage ponds // E3S Web of Conferences: Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019, Divnomorskoe Village, 09–14 sentyabrya 2019. Divnomorskoe Village: EDP Scien-



- ces, 2019. P. 01007. DOI: 10.1051/e3sconf/201913501007.
4. Санникова Н.В., Ковалева О.В., Шулепова О.В. Возможность применения пробиотических препаратов при очистке сточных вод перерабатывающих предприятий // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (61). С. 79–83.
  5. Букин А.В., Моторин А.С., Игловиков А.В. Создание рекультивационной смеси на основе осадка водоподготовки Няганьской ГРЭС и торфа // Агропродовольственная политика России. 2016. № 12 (60). С. 70–75.
  6. Применение осадка сточных вод в составе грунтов / И.В. Грехова [и др.] // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 1-2 (61). С. 16–19.
  7. Матвеева А.А., Букин А.В. Оценка возможности использования осадка сточных вод в качестве рекультиванта // АгроЭкоИнфо. 2018. № 4 (34). С. 26.
  8. Гальченко С.В., Чердакова А.С. Свойства и возможные пути использования осадка сточных вод городских очистных сооружений // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2013. № 3 (63). С. 40–43.
  9. Гаврилов М.М. Наиболее эффективные «зеленые технологии», применяемые для переработки осадков сточных вод городских и промышленных очистных сооружений // Инновации и «зеленые» технологии: регион. науч.-практ. конф.: сб. мат-лов и докл. (Самара, 29 ноября 2017 г.) / сост. Т.С. Кобзарь, С.В. Сердюкова. Самара: Вектор, 2018. С. 162–165.
  10. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>.
  11. URL: <https://interfax.ru/presscenter/812437>.
  12. Заикина И.В., Назаров А.А. Проблемы обезвоживания осадка городских сточных вод // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2018. № 29 (34). С. 25–28.
  13. Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / N. Sannikova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 iyunya 2021. Ussurijsk, 2021. P. 032093. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.
  14. Минерально-сырьевые ресурсы и отходы птицеводства для повышения плодородия почвы / Н.В. Санникова [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 11 (196). С. 3–11. DOI: 10.33920/sel-05-2111-01.
  15. Использование природного сорбента в птицеводстве / О.В. Шулепова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6 (183). С. 131–140. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140.
  16. Санников Д.С., Санникова Н.В. Проблемы утилизации отходов в сельском хозяйстве и их последствия // Мир Инноваций. 2021. № 1. С. 46–50.
  17. Гаврилов М.М. Наиболее эффективные «зеленые технологии», применяемые для переработки осадков сточных вод городских и промышленных очистных сооружений // Инновации и «зеленые» технологии: регион. науч.-практ. конф.: сб. мат-лов и докл. (Самара, 29 ноября 2017 г.) / сост. Т.С. Кобзарь, С.В. Сердюкова. Самара: Вектор, 2018. С. 162–165.
  18. Игловиков А.В., Денисов А.А. Калийный режим нарушенных земель в условиях Крайнего Севера на биологическом этапе рекультивации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 12 (182). С. 56–64.
  19. Iglovikov A., Kulyasova O., Sannikova N. Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021». Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021. Rostov-on-Don: Springer Verlag, 2022. P. 395–403. DOI: 10.1007/978-3-030-81619-3\_45.

## References

1. Sannikova N.V. Ispol'zovanie sovremennyh tehnologij pererabotki othodov na promyshlennom predpriyatii // Agro`EkoInfo. 2018. № 4 (34). S. 21.
2. Sannikova N.V., Shulepova O.V., Kovaleva O.V. Biotestirovanie stochnyh vod s ispol'zovaniem *Lepidium sativum* // Vestnik Michurinskogo

- gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 2 (69). S. 57–60.
3. Kovaleva O., Sannikova N. Microbiological treatment system of storage ponds // E3S Web of Conferences: Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019, Divnomorskoe Village, 09–14 sentyabrya 2019. Divnomorskoe Village: EDP Sciences, 2019. P. 01007. DOI: 10.1051/e3sconf/201913501007.
  4. Sannikova N.V., Kovaleva O.V., Shulepova O.V. Vozmozhnost' primeneniya probioticheskikh preparatov pri oчитке stochnykh vod pererabatyvayuschiy predpriyatij // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 2 (61). S. 79–83.
  5. Bukin A.V., Motorin A.S., Iglovikov A.V. Sozdanie rekul'tivacionnoy smesi na osnove osadka vodopodgotovki Nyagan'skoj GR`ES i torfa // Agroproduvol'stvennaya politika Rossii. 2016. № 12 (60). S. 70–75.
  6. Primenenie osadka stochnykh vod v sostave gruntov / I. V. Grehova [i dr.] // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 1-2 (61). S. 16–19.
  7. Matveeva A.A., Bukin A.V. Ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya osadka stochnykh vod v kachestve rekul'tivanta // Agro`EkolInfo. 2018. № 4 (34). S. 26.
  8. Gal'chenko S.V., Cherdakova A.S. Svoystva i vozmozhnye puti ispol'zovaniya osadka stochnykh vod gorodskikh oчитnykh sooruzhenij // Vodooчитka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. 2013. № 3 (63). S. 40–43.
  9. Gavrilov M.M. Naibolee `effektivnye «zelenye tehnologii», primenyaemye dlya pererabotki osadkov stochnykh vod gorodskikh i promyshlennykh oчитnykh sooruzhenij // Innovacii i «zelenye» tehnologii: region. nauch.-prakt. konf.: sb. mat-lov i dokl. (Samara, 29 noyabrya 2017) / sost. T.S. Kobzar', S.V. Serdyukova. Samara: Vektor, 2018. S. 162–165.
  10. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>.
  11. URL: <https://interfax.ru/presscenter/812437>.
  12. Zaikina I.V., Nazarov A.A. Problemy obezvozhvaniya osadka gorodskikh stochnykh vod // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta. 2018. № 29 (34). S. 25–28.
  13. Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / N. Sannikova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 iyunya 2021. Ussurijsk, 2021. P. 032093. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.
  14. Mineral'no-syr'evye resursy i othody pticevodstva dlya povysheniya plodorodiya pochvy / N.V. Sannikova [i dr.] // Kormlenie sel'sko-hozyajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo. 2021. № 11 (196). S. 3–11. DOI: 10.33920/sel-05-2111-01.
  15. Ispol'zovanie prirodnogo sorbenta v pticevodstve / O.V. Shulepova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 6 (183). S. 131-140. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140.
  16. Sannikov D.S., Sannikova N.V. Problemy utilizacii othodov v sel'skom hozyajstve i ih posledstviya // Mir Innovacij. 2021. № 1. S. 46–50.
  17. Gavrilov M.M. Naibolee `effektivnye «zelenye tehnologii», primenyaemye dlya pererabotki osadkov stochnykh vod gorodskikh i promyshlennykh oчитnykh sooruzhenij // Innovacii i «zelenye» tehnologii: region. nauch.-prakt. konf.: sb. mat-lov i dokl. (Samara, 29 noyabrya 2017) / sost. T.S. Kobzar', S.V. Serdyukova. Samara: Vektor, 2018. S. 162–165.
  18. Iglovikov A.V., Denisov A.A. Kalijnyj rezhim narushennykh zemel' v usloviyah Krajnego Severa na biologicheskom `etape rekul'tivacii // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 12 (182). S. 56–64.
  19. Iglovikov A., Kulyasova O., Sannikova N. Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021». Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Rostov-on-Don, 24–26 fevralya 2021. Rostov-on-Don: Springer Verlag, 2022. P. 395–403. DOI: 10.1007/978-3-030-81619-3\_45.

Информация об авторах:

**Наталья Владиславовна Санникова**<sup>1</sup>, заведующая кафедры экологии и рационального природопользования, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Ольга Викторовна Шулепова**<sup>2</sup>, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Резниченко Валерия Алексеевна**<sup>3</sup>, инженер 2-й категории

Information about the authors:

**Natalia Vladislavovna Sannikova**<sup>1</sup>, Head of the Department of Ecology and Environmental Management, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

**Olga Viktorovna Shulepova**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Management, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

**Reznichenko Valeria Alekseevna**<sup>3</sup>, Engineer 2nd category

