

## МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Обзорная статья

УДК 628.381.1

doi: 10.31774/2658-7890-2023-5-2-54-69

### Мировые тенденции в нормировании осадков сточных вод при использовании для повышения плодородия почв

Светлана Александровна Манжина<sup>1</sup>, Максим Юрьевич Дробин<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>manz.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9322-0843>

<sup>2</sup>maksimdrobin@gmail.com

**Аннотация.** Цель: оценка мировых тенденций в нормировании качественных показателей осадков сточных вод при применении их в сельском хозяйстве в качестве грунтов и удобрений. **Обсуждение.** Для эффективного обращения с осадком сточных вод требуется наличие двух компонентов: нормативно-правовой базы в этой области и экономической заинтересованности, которая предполагает использование различных стимулов для достижения более благоприятных экологических показателей производства, например, механизмов государственного субсидирования, экологических платежей за размещение отходов, получения дохода от продажи готовой продукции, полученной из отходов производства, налоговых льгот на прибыль от реализации вторичного ресурса и т. д. В разработанных стандартах и нормативах, касающихся применения осадков сточных вод в сельском хозяйстве и в качестве грунтов для биологической рекультивации, особую значимость имеют экологические требования. В работе сделан обзор зарубежных и российских документов и стандартов, содержащих требования к составу осадков сточных вод, используемых в качестве грунтов и удобрений. Выявлены различия в подходах национальных систем стандартов. Тем не менее, есть общие требования при использовании осадков сточных вод для улучшения свойств почв. Согласно данным, приведенным в российских стандартах, требования, относящиеся к единому объекту нормирования – осадку сточных вод, не совпадают в части перечня допустимых к выращиванию сельскохозяйственных культур, что вызывает некоторую неопределенность при оценке показателей их пригодности и принятии решения по применению под возделывание конкретного вида растений. **Выводы.** Анализ ряда зарубежных и российских стандартов показал особый интерес к нормированию в первую очередь содержания загрязняющих веществ в осадках сточных вод. Однако в настоящее время в мировой практике нет единого мнения о допустимом содержании загрязняющих веществ в них в случае применения в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** осадок сточных вод, удобрение, обращение, качественный состав, биогены, тяжелые металлы

**Для цитирования:** Манжина С. А., Дробин М. Ю. Мировые тенденции в нормировании осадков сточных вод при использовании для повышения плодородия почв // Экология и водное хозяйство. 2023. Т. 5, № 2. С. 54–69. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-2-54-69>.

## LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Review article



## Global trends in the sewage sludge rationing for improving soil fertility

Svetlana A. Manzhina<sup>1</sup>, Maxim Yu. Drobin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

<sup>1</sup>manz.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9322-0843>

<sup>2</sup>maksimdrobin@gmail.com

**Abstract. Purpose:** to assess global trends in rationing the sewage sludge qualitative indicators when used in agriculture as ground and fertilizers. **Discussion.** Two components are required for effective treatment of sewage sludge: a regulatory and legal framework in this area and economic interest, which implies the use of various incentives to achieve more favorable environmental performance, for example, state subsidy mechanisms, environmental payments for waste disposal, income from the sale of finished products from production waste, tax benefits on profits from the sale of a secondary resource, etc. In the developed standards and regulations regarding the use of sewage sludge in agriculture and as ground for biological reclamation, the environmental requirements are of particular importance. The paper reviews foreign and Russian documents and standards containing requirements for the sewage sludge composition used as ground and fertilizers. Differences in the approaches of national systems of standards are revealed. However, there are general requirements when using sewage sludge to improve soil properties. According to the Russian standards data, the requirements related to a single rationing object – sewage sludge, do not match in terms of the list of agricultural crops acceptable for growing, which causes some uncertainty when assessing their suitability indicators and decision making on its use for a specific crop cultivation. **Conclusions.** An analysis of a number of foreign and Russian standards has shown a particular interest in rationing, first of all, the content of pollutants in sewage sludge. However, at present there is no consensus in global practice on the permissible content of pollutants in them for agricultural use.

**Keywords:** sewage sludge, fertilizer, treatment, qualitative composition, biogens, heavy metals

**For citation:** Manzhina S. A., Drobin M. Yu. Global trends in the sewage sludge rationing for improving soil fertility. *Ecology and Water Management*. 2023;5(2):54–69. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-2-54-69>.

**Введение.** С развитием систем водоочистки отводимых от жилых массивов сточных вод общество столкнулось с образованием крупнотоннажных отходов взвешенных веществ, в т. ч. коллоидных, извлекаемых из состава стоков, а также избыточно активного ила, образовавшегося в процессе биологической очистки на муниципальных очистных сооружениях. Данный вид отхода получил название «осадки сточных вод» (далее – ОСВ)<sup>1</sup>. Изначально ОСВ размещали в отвалы. В настоящее время такое размещение продолжает практиковаться и остается наиболее распространенным во

---

<sup>1</sup>ГОСТ Р 59748-2021. Технические принципы обработки осадков сточных вод. Общие требования. Введ. 2021-11-01. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2021. 26 с.

многих регионах. Однако это создает много социально-экологических проблем: исключение из оборота земель, миграция загрязнений в сопредельные среды, увеличение влажности на территории размещения, распространение патогенных микроорганизмов, образование зоны неприятного запаха. В связи с этим развитие и продвижение утилизации ОСВ является актуальной проблемой во всем мире. В мировом сообществе разработаны различные способы обращения с данным видом отхода [1–10]:

- в качестве удобрений в сельском хозяйстве;
- в качестве изолирующего материала для технической рекультивации;
- получение биогрунтов;
- сжигание с последующим размещением на полигонах, либо с последующим извлечением фосфора, либо использование полученной золы в качестве добавок к строительным материалам;
- пиролиз;
- получение биотоплива (пиллет, биодизеля и биогаза).

Все имеющиеся способы утилизации ОСВ различны по трудоемкости, инвестиционным и эксплуатационным затратам. Наиболее простым и дешевым способом утилизации ОСВ является применение их для рекультивации нарушенных земель, в т. ч. свалок, и в качестве удобрений, что в ряде случаев не требует дополнительной подготовки. Однако такое использование предполагает обязательное исполнение экологических требований к качественному составу осадков.

В связи с этим целью исследования является оценка мировых тенденций в нормировании качественных показателей осадков сточных вод при применении их в сельском хозяйстве в качестве грунтов и удобрений.

**Обсуждение.** Для эффективного обращения с ОСВ требуется наличие двух компонентов: нормативно-правовой базы в этой области и экономической заинтересованности, которая предполагает использование различных стимулов для достижения более благоприятных экологических по-

казателей производства, например, механизмов государственного субсидирования, экологических платежей за размещение отходов, получения дохода от продажи готовой продукции, полученной из отходов производства, налоговых льгот на прибыль от реализации вторичного ресурса и т. д.

В разработанных стандартах и нормативах, касающихся применения ОСВ в сельском хозяйстве и в качестве грунтов для биологической рекультивации, особую значимость имеют экологические показатели. При использовании ОСВ для нужд рекультивации и сельского хозяйства должны учитываться все возможные аспекты экологических последствий принимаемых решений.

В США стандарты, регулирующие обращение с ОСВ, разработаны Агентством по охране окружающей среды (U.S. Environmental Protection Agency – EPA). Эти стандарты включены под разделом 40 в 503-й части «Свода правил» – 40 Code of Federal Regulations Part 503 St.<sup>2</sup> (далее – 40 CFR Part 503 St.). В соответствии с данными стандартами осадки бытовых сточных вод, или по-другому «биотвердые вещества», образующиеся на очистных сооружениях, предполагается сжигать, производить «наземное размещение», в т. ч. в виде удобрения, грунта для рекультивации нарушенных земель, засыпки карьеров и пр.

40 CFR Part 503 St. выделяет три основных качественных параметра ОСВ для «наземного размещения»:

- наличие в его составе загрязняющих веществ – девять загрязняющих веществ при нанесении на землю (40 CFR 503.13);

- наличие патогенных микроорганизмов, например, бактерий, вирусов, паразитов (40 CFR 503.32);

---

<sup>2</sup>Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge, 40 CFR Part 503 St. Code of Federal Regulations (CFR). Environmental Protection Agency (EPA) [Electronic resource]. URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2021-title40-vol32/pdf/CFR-2021-title40-vol32-part503.pdf> (date of access: 22.04.2023).

- привлекательность ОСВ для переносчиков различных заболеваний, например, грызунов, мух, комаров (40 CFR 503.33)<sup>3</sup>.

В ч. 10 «Национальной системы ликвидации выбросов загрязняющих веществ» США<sup>4</sup> уточняется обязательность требования к норме внесения азота с ОСВ, методам управления при их размещении и соблюдения конкретных требований к ведению учета и отчетности. В соответствии со «Сводом правил» США состав всех биопрепаратов, в т. ч. и ОСВ, при использовании для почв по перечню обязательных к учету веществ должен соответствовать одному из перечисленных показателей:

- предельные концентрации загрязняющих веществ, мг/кг;
- кумулятивный уровень нагрузки загрязняющих веществ, кг/га;
- годовая норма поступления загрязняющих веществ, кг/га;
- среднемесячные концентрации загрязняющего вещества, мг/га.

В обязательный для учета перечень веществ включены: свинец, кадмий, никель, цинк, медь, ртуть, мышьяк, молибден, селен.

В странах ЕС существует общий порядок применения ОСВ в сельском хозяйстве в качестве органоминерального удобрения, регламентированный Директивой ЕС от 12 июня 1986 г. № 86/278/ЕЕС «Об охране окружающей среды и, в частности, почвы, когда осадок сточных вод используется в сельском хозяйстве» («The protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture»)<sup>5</sup>. Целью указанной директивы является регулирование использования ОСВ в сельском хозяйстве таким образом, чтобы предотвратить вредное воздействие на поч-

---

<sup>3</sup>Land Application of Sewage Sludge. A Guide for Land Appliers on the Requirements of the Federal Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge, 40 CFR. Part 503 / Office of Enforcement and Compliance Assurance, United States Environmental Protection Agency. Washington, DC, 1994. 105 p.

<sup>4</sup>NPDES Compliance Inspection Manual. EPA Publication Number: 305-K-17-001. Interim Revised Version. 2017, Jan. 233 p.

<sup>5</sup>Council Directive of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture (86/278/EEC) [Electronic resource]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur19147.pdf> (date of access: 22.04.2023).

ву, растительность, животных и человека. Предполагается, что государства – члены ЕС обязаны запретить использование осадка, если концентрация одного или нескольких тяжелых металлов в почве превышает предельные значения, которые регламентирует приложение I А директивы, и должны предпринять необходимые шаги для обеспечения того, чтобы предельные значения для почв не превышались в результате использования осадка. Осадок и почва, на которой предполагается использование осадка, на предварительном этапе должны быть проанализированы в соответствии с приложениями II А и II В директивы по следующим показателям: рН, кадмий, медь, никель, свинец, цинк, ртуть и хром.

На основании указанной директивы в государствах – членах ЕС приняты национальные правовые акты, регулирующие обращение с ОСВ. В национальных правовых актах обязательны к соблюдению предписания общих актов ЕС, но предполагается возможность расширения контролируемых показателей и спецификации требований в соответствии с внутренними интересами государства [11].

Законодательство Федеративной Республики Германия в области утилизации ОСВ от муниципальных очистных сооружений предполагает возможность их использования напрямую, без предварительной подготовки, только в случае небольших канализационных очистных сооружений: до 50000 абонентов [12]. Регламент, принятый в этой области в ФРГ, получил название «Положение об утилизации осадка сточных вод, смеси осадка сточных вод и компоста осадка сточных вод» (Положение об осадке сточных вод – Klärschlammverordnung – AbfKlärV)<sup>6</sup>. Регламент регулирует внесение ОСВ, смеси ОСВ и компоста из ОСВ для использования в сельскохозяйственном производстве, при проведении мероприятий по благоу-

---

<sup>6</sup>Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung – AbfKlärV) [Elektronische Ressource]. Ausfertigungsdatum: 27.09.2017. 48 s. URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/abfkl\\_rv\\_2017/AbfKlärV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/abfkl_rv_2017/AbfKlärV.pdf) (Datum der Bewerbung: 22.04.2023).

тройству территорий, на приусадебных участках и огородах, в интересах лесного хозяйства [13].

Для стран Балтии комиссией по защите морской среды Балтийского моря – Хельсинской комиссией (ХЕЛКОМ) приняты Рекомендации ХЕЛКОМ 38/1<sup>7</sup>. Рекомендации содержат:

- общие принципы переработки ОСВ;
- рекомендации относительно применения в сельском хозяйстве и садоводстве;
- рекомендации относительно использования в лесном хозяйстве, озеленении, благоустройстве и мелиорации земель;
- рекомендации относительно сжигания, строительства и других вариантов применения.

Основным посылом этих рекомендаций является:

- необходимость в использовании или извлечении для дальнейшего использования (независимо от способа утилизации ОСВ) особо ценного компонента – фосфора;
- предотвращение попадания в окружающую среду опасных компонентов, содержание которых может быть зарегистрировано в ОСВ, и в первую очередь тяжелых металлов;
- необходимость обеззараживания ОСВ во всех вариантах применения, за исключением сжигания;
- предварительный анализ почв перед использованием на них ОСВ: на тяжелые металлы – Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr; элементы питания растений – P, N, K; pH и другие параметры согласно требованиям государственных, европейских и международных правил и законодательства, а также запрет на внесение (использование) осадков на почвах в случае, если отмечается превышение предельных значений хотя бы по одному из контролируемых компонентов;

---

<sup>7</sup>Переработка осадков сточных вод [Электронный ресурс]. Рекомендация ХЕЛКОМ 38/1 от 01.03.2017. 7 с. URL: [http://helcom.ru/media/Rec-38-1%20SEWAGE%20SLUDGE%20HANDLING\\_RUS.pdf](http://helcom.ru/media/Rec-38-1%20SEWAGE%20SLUDGE%20HANDLING_RUS.pdf) (дата обращения: 22.04.2023).

- тщательный подбор по срокам внесения в зависимости от вида выращиваемых культур;

- количественное ограничение по внесению ОСВ: «в среднем пять тонн сухого осадка сточных вод, внесенных на 1 гектар, в течение трех лет или в соответствии с действующим законодательством».

В Великобритании Министерство окружающей среды, продовольствия и сельских дел в 1989 г. опубликовало «Кодекс практики использования осадка сточных вод в сельском хозяйстве» (Code of Practice for Agriculture Use of Sewage Sludge)<sup>8</sup>, в котором рекомендуются уровни очистки и требования к мониторингу рециркулируемого осадка, а также обсуждаются методы его применения с учетом требований к защите окружающей среды от негативного воздействия. В 2008 г. обновили «Кодекс надлежащей сельскохозяйственной практики для фермеров, огородников и землеустроителей», добавив в него надлежащие практики применения ОСВ с целью исключения негативного воздействия на окружающую среду и защиты здоровья людей. Стандарты и положения, регламентирующие требования к качеству ОСВ в Соединенном Королевстве, имеют скорее косвенное регулирование, нежели прямое, так как касаются продукции, получаемой из него, например, стандарт качества компоста. Кодекс практики использования ОСВ в сельском хозяйстве предполагает обязательный контроль за концентрацией в почве потенциально токсичных элементов (РТЕ) для людей, животных или сельскохозяйственных культур, а также способных накапливаться в продуктах питания. В состав потенциально токсичных элементов внесен весь перечень веществ, определенных Директивой ЕС, и дополнен молибденом, селеном, мышьяком и фтором. Кодексом предусматривается предварительный контроль почв по следующим показателям: рН и содержание потенциально токсичных элементов (в милли-

---

<sup>8</sup>Code of Practice for Agriculture Use of Sewage Sludge / Department of the Environment. 19 p.



граммах на килограмм сухой почвы) в 15-сантиметровом слое при оценке пахотных земель, в слое 7,5 см при обследовании пастбищ и в более глубоких слоях при планировании к применению ОСВ методом впрыскивания. При этом такие элементы, как цинк, медь и никель, имеют различные допустимые концентрации для разных показателей рН осадков, исходя из увеличения их подвижности в зависимости от кислотности среды.

В Китайской Народной Республике ОСВ как ресурс стал восприниматься примерно с 2000-х гг. При этом основные направления, которые требовали учета при разработке политики государства в этом направлении: во-первых, возможность его использования с максимальной выгодой для окружающей среды, включая энергосбережение и учет углеродного «отпечатка», во-вторых, необходимость культивирования социальной приемлемости повторного использования осадка при обработке земли, производстве компостов или строительных материалов, чтобы преодолеть сопротивление на уровне общественного мнения<sup>9</sup> [14].

В нормировании в Российской Федерации придерживаются определения предельно допустимых концентраций для различных химических веществ [15]. Нормирование тяжелых металлов в ОСВ в профильных стандартах осуществляется по их валовому содержанию в данном виде отхода. При этом разработаны три ГОСТа для ОСВ с разницей в том, что один для рекультивации нарушенных земель, а два для сельского хозяйства. В интересах сельского хозяйства в ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 прописаны требования к ОСВ при использовании их в качестве удобрений, а в ГОСТ Р 54651-2011 приведены требования к органическим удобрениям, полученным на основе ОСВ. При этом в последнем нет четкого определения, что под этим понимается.

Нормирование ОСВ в стандартах различных стран для применения в сельском хозяйстве приведено в таблице 1.

---

<sup>9</sup>Promoting beneficial sewage sludge utilization in the People's Republic of China. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2012. 21 p.

**Таблица 1 – Нормирование осадков сточных вод в стандартах различных стран для применения в сельском хозяйстве**

В мг/кг сухого вещества

**Table 1 – Rationing of sewage sludge in the standards of various countries for using in agriculture**

In mg/kg dry matter

Наименование нормируемого показателя	ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 <sup>1</sup> (РФ)	ГОСТ Р 54651-2011 <sup>2</sup> (РФ)	Part 503 CFR (США) <sup>3</sup>	Директива ЕС от 12.06.86 № 86/278/ЕЕС	DWA 387 (ФРГ) / AbfklärV	Code of Practice for Agriculture Use of Sewage Sludge (Великобритания)	SEPA (КНР)
1	2	3	4	5	6	7	8
Цинк	1750/3500	220/1750	7800	2500–4000 <sup>4</sup>	100–300	200/200/200/300 <sup>5</sup>	300
Медь	750/1500	132/750	4300	1000–1750 <sup>4</sup>	300–350/900	80/100/135/200 <sup>5</sup>	100
Никель	200/400	80/200	420	300–400 <sup>4</sup>	30–35/80	50/60/75/110 <sup>5</sup>	не норм.
Свинец	250/500	130/250	840	750–1200	70–100/150	300 <sup>6</sup>	350
Кадмий	15/30	2/15	85	20–40	1,5–4,5 (50 мг/кг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3,0 <sup>6</sup>	0,6
Хром (общий)	500/1000	90/500	не норм.	не норм.	50–80	400 <sup>6</sup>	250
Хром (VI)	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	2	не норм.	не норм.
Ртуть	7,5/15	2,1/7,5	57	16–25	0,3–2,5	1,0 <sup>6</sup>	не норм.
Мышьяк	10/20	2,0/10,0	75	не норм.	4–30/40	50 <sup>6</sup>	30
Таллий	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	1,0	не норм.	не норм.
Молибден	не норм.	не норм.	75	не норм.	не норм.	4,0 <sup>6</sup>	не норм.
Селен	не норм.	не норм.	100	не норм.	1–5	3,0 <sup>6</sup>	не норм.
Марганец	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	600–1500	не норм.	не норм.
Талий	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	0,2–0,5	не норм.	не норм.
Ванадий	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	10–100	не норм.	не норм.
Олово	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	30–80	не норм.	не норм.
ПХБ (по конгенерам)	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4	5	6	7	8
Бенз(а)пирен	не норм.	0,02	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.
ПХДД/ПХДФ	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	5–100	не норм.	не норм.
Полифторированные соединения	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.
Общее количество галогенорганических соединений (АОХ)	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	200–400	не норм.	не норм.
Фтор	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	< 0,01	500	не норм.
Хлор	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	0,05–0,5	не норм.	не норм.
Сурьма	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	5–30	не норм.	не норм.
Молибден	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	3,9	не норм.	не норм.
Кобальт	не норм.	не норм.	не норм.	не норм.	6,3	не норм.	не норм.
<sup>1</sup> Осадок группы I / осадок группы II. <sup>2</sup> Группа удобрений I / группа удобрений II. <sup>3</sup> Приведены предельные концентрации веществ, помимо них в 40 CFR Part 503 St. выделяют кумулятивные среднемесячные и годовые. <sup>4</sup> Государства-члены могут разрешить превышение установленных ими предельных значений в отношении этих параметров на почве с рН, стабильно превышающим 7. Максимально допустимые концентрации этих тяжелых металлов ни в коем случае не должны превышать эти значения более чем на 50 %. <sup>5</sup> При рН 5,0–5,5 / 5,5–6,0 / 6,0–7,0 / > 7,0. <sup>6</sup> Для рН 5,0 и выше.							

Как следует из данных таблицы 1, пределы содержания загрязняющих веществ весьма широко варьируются в различных стандартах. Наиболее жесткие требования к качественному составу ОСВ и наибольшее количество нормируемых ингредиентов отмечены в немецких стандартах. В российских стандартах, согласно ГОСТ Р 17.4.3.07-2001<sup>10</sup>, ОСВ разделен на две группы в зависимости от разрешенного использования под определенный вид сельскохозяйственных культур. Исходя из требований ГОСТ Р 54651-2011<sup>11</sup> к ОСВ как к органическому удобрению, последнее также разделено на две группы в зависимости от разрешенного вида использования под определенные сельскохозяйственные культуры (таблица 2).

**Таблица 2 – Разрешенные виды использования осадков сточных вод в соответствии с национальными стандартами Российской Федерации**

**Table 2 – Permitted uses of sewage sludge in accordance with the national standards of the Russian Federation**

Наименование стандарта	Разрешенное использование		
	Наименьший лимит по тяжелым металлам	Средний лимит по тяжелым металлам	Наибольший лимит по тяжелым металлам
	Группа удобрений I	Осадок группы I Группа удобрений II	Осадок группы II
ГОСТ Р 17.4.3.07-2001	–	Под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зелени и земляники	Под зерновые, зернобобовые, зернофуражные и технические культуры
ГОСТ Р 54651-2011	Под технические, кормовые, зерновые и сидеральные культуры, в личном подсобном хозяйстве при выращивании рассады овощных и цветочных культур	Под посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог, рекультивации свалок твердых бытовых отходов	–

<sup>10</sup>ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [Электронный ресурс]. Доступ из базы норматив. документации [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru) (дата обращения: 22.04.2023).

<sup>11</sup>ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия [Электронный ресурс]. Доступ из базы норматив. документации [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru) (дата обращения: 22.04.2023).

Согласно данным, приведенным в российских стандартах (таблица 2), требования, относящиеся к единому объекту нормирования – ОСВ, не совпадают в части перечня допустимых к выращиванию сельскохозяйственных культур, что вызывает некоторую неопределенность при оценке показателей их пригодности и принятии решения о применении под возделывание конкретного вида растений. Так, при наименовании ОСВ «органическим удобрением» использование его под зерновые и технические культуры возможно только при наименьших значениях тяжелых металлов, а согласно ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 – при наибольших из допустимых.

**Выводы.** Анализ ряда зарубежных и российских стандартов показал особый интерес к нормированию в первую очередь содержания загрязняющих веществ в ОСВ. Однако в настоящее время в мировой практике нет единого мнения о допустимом содержании загрязняющих веществ в них в случае применения в сельском хозяйстве. Содержание питательных веществ нормируется не во всех стандартах. Выделены обязательные условия применения ОСВ:

- обеззараживание ОСВ перед использованием;
- предварительный анализ почв до применения на них ОСВ для установления содержания питательных веществ и тяжелых металлов;
- ограничения по срокам и количествам внесения ОСВ;
- обеспечение экологического контроля как на этапе их применения, так и в течение определенного срока после их внесения для выявления отсроченных экологически значимых эффектов.

### **Список источников**

1. Валиев В. С., Иванов Д. В., Шагидуллин Р. Р. Анализ мирового опыта утилизации осадков городских сточных вод // Российский журнал прикладной экологии. 2020. № 4. С. 43–50. DOI: 10.24411/2411-7374-2020-10033.
2. Тихонова И. О. Утилизация иловых осадков в экономике замкнутого цикла: опыт Германии // Экология производства. 2020. № 6. С. 74–77.
3. Валиев В. С., Иванов Д. В., Шагидуллин Р. Р. Способы утилизации осадков городских сточных вод (обзор) // Российский журнал прикладной экологии. 2020. № 4(24). С. 52–63. DOI: 10.24411/2411-7374-2020-10034.

4. Баркан М. Ш., Кузнецов В. С., Федосеев И. В. Исследование физико-химических параметров осадков городских сточных вод // Записки Горного института. 2007. Т. 172. С. 214–216.

5. Проблемы утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур / А. Х. Куликова, Н. Г. Захаров, И. А. Вандышев, С. В. Шайкин, А. В. Карпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2007. № 1(4), янв.-март. С. 8–18.

6. Паллета решений по рециклингу биогенов в регионе Балтийского моря / М. Раудкиви, Т. Тенно, М. Андреева, Д. Франк-Каменецкий, Л. Герман, Аг. Илола, С. Реттиг, К. Рийко, К. Росквист; BSR Water. 2021. 83 с.

7. Средство повышения плодородия почв на основе осадков сточных вод / Н. Д. Аргунов, Я. К. Абрамов, Н. А. Саломатина, В. М. Веселов, В. М. Залевский // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». 2012. № 2. С. 83–86.

8. Гильманова М. В., Грехова И. В. Восстановление почвенного плодородия нарушенных земель с использованием осадков сточных вод // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 5(95), ч. 1. С. 147–152. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.027>.

9. Манжина С. А. Российские и зарубежные практики обращения с осадком сточных вод // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2023. Т. 5, № 1. С. 15–31. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=168> (дата обращения: 22.04.2023). <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-1-15-31>.

10. Application of autothermal thermophilic aerobic digestion as a sustainable recycling process of organic liquid waste: Recent advances and prospects / M. Zhang, Y. Tashiro, N. Ishida, K. Sakai // Science of the Total Environment. 2022, July 1. Vol. 828. 154187. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154187.

11. Опыт стран Европейского союза в защите земель от воздействия сточных вод и безопасного применения осадков / Н. А. Головачева, Л. Ф. Пономарева, Е. В. Кузнецова, И. А. Гордеев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 7. С. 43–50.

12. Roskosch A., Heidecke P. Klärschlammentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland [Elektronische Ressource]. Berlin: Atelier Hauer + Dörfler GmbH, 2018. 104 s. URL: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2018\\_10\\_08\\_uba\\_fb\\_klaerschlammbf\\_low.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2018_10_08_uba_fb_klaerschlammbf_low.pdf) (Datum der Bewerbung: 22.04.2023).

13. Водный сектор в Германии. Методы и опыт / под ред. К.-У. Рудольфа, Т. Блока. Берлин – Бонн – Виттен: Федер. м-во окружающей среды, охраны природы и безопасности реакторов, 2001, сент. 151 с.

14. Study of heavy metal in sewage sludge and in Chinese cabbage grown in soil amended with sewage sludge / P. Wang, S. Zhang, C. Wang, J. Hou, P. Guo, Z. Lin // African Journal of Biotechnology. 2008. Vol. 7(9). P. 1329–1334.

15. Латыпова В. З., Селивановская С. Ю. Некоторые аспекты нормирования качества и утилизации осадков сточных вод // Экологическая химия. 1999. № 2. С. 14–22.

## References

1. Valiev V.S., Ivanov D.V., Shagidullin R.R., 2020. *Analiz mirovogo opyta utilizatsii osadkov gorodskikh stochnykh vod* [Analysis of world experience in urban wastewater sediment disposal]. *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], no. 4, pp. 43-50, DOI: 10.24411/2411-7374-2020-10033. (In Russian).

2. Tikhonova I.O., 2020. *Utilizatsiya ilovykh osadkov v ekonomike zamknutogo tsikla:*

*opyt Germanii* [Utilization of sludge in the circular closed economy: the experience of Germany]. *Ekologiya proizvodstva* [Ecology of Production], no. 6, pp. 74-77. (In Russian).

3. Valiev V.S., Ivanov D.V., Shagidullin R.R., 2020. *Sposoby utilizatsii osadkov gorodskikh stochnykh vod (obzor)* [Methods for urban wastewater sludge disposal (review)]. *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], no. 4(24), pp. 52-63, DOI: 10.24411/2411-7374-2020-10034. (In Russian).

4. Barkan M.Sh., Kuznetsov V.S., Fedoseev I.V., 2007. *Issledovanie fiziko-khimicheskikh parametrov osadkov gorodskikh stochnykh vod* [Study of physical and chemical parameters of urban wastewater sludge]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], vol. 172, pp. 214-216. (In Russian).

5. Kulikova A.Kh., Zakharov N.G., Vandyshev I.A., Shaykin S.V., Karpov A.V., 2007. *Problemy utilizatsii osadkov stochnykh vod (OSV) v kachestve udobreniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Problems of disposal of wastewater sludge (WWS) as a fertilizer for agricultural crops]. *Vestnik Ulyanovskoy selskokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy], no. 1(4), Jan.-Mar., pp. 8-18. (In Russian).

6. Raudkivi M., Tenno T., Andreeva M., Frank-Kamenetsky D., German L., Ilola Ag., Rettig S., Rijko K., Rosquist K., 2021. *Palleta resheniy po retsiklingu biogenov v regione Baltiyskogo morya* [Palette of Solutions for Nutrient Recycling in the Baltic Sea Region]. *BSR Water*, 83 p. (In Russian).

7. Argunov N.D., Abramov Ya.K., Salomatina N.A., Veselov V.M., Zalevsky V.M., 2012. *Sredstvo povysheniya plodorodiya pochv na osnove osadkov stochnykh vod* [Means of increasing soil fertility based of a deposit of sewage]. *Vestnik federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V. P. Goryachkina"* [Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin"], no. 2, pp. 83-86. (In Russian).

8. Gilmanova M.V., Grekhova I.V., 2020. *Vosstanovlenie pochvennoy plodorodiya narushennykh zemel' s ispol'zovaniem osadkov stochnykh vod* [Restoration of soil fertility in disturbed lands using sewage sludge]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], no. 5(95), pt. 1, pp. 147-152, <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.027>. (In Russian).

9. Manzhina S.A., 2023. [Russian and foreign practices of sewage sludge management]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, vol. 5, no. 1, pp. 15-31, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=168> [accessed 22.04.2023], <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-1-15-31>. (In Russian).

10. Zhang M., Tashiro Y., Ishida N., Sakai K., 2022. Application of autothermal thermophilic aerobic digestion as a sustainable recycling process of organic liquid waste: Recent advances and prospects. *Science of the Total Environment*, vol. 828, 154187, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154187.

11. Golovacheva N.A., Ponomareva L.F., Kuznetsova E.V., Gordeev I.A., 2019. *Opyt stran Evropeyskogo soyuza v zashchite zemel' ot vozdeystviya stochnykh vod i bezopasnogo primeneniya osadkov* [Experience of the countries of the European Union in protecting land from the effects of wastewater and the safe use of sludge]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], no. 7, pp. 43-50. (In Russian).

12. Roskosch A., Heidecke P., 2018. *Klärschlammentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland*. Berlin, Atelier Hauer + Dörfler GmbH, 104 p., available: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2018\\_10\\_08\\_uba\\_fb\\_klaerschamm\\_bf\\_low.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2018_10_08_uba_fb_klaerschamm_bf_low.pdf) [Datum der Bewerbung 22.04.2023]. (In German).

13. Rudolf K.-U., Blok T., 2001. *Vodnyy sektor v Germanii. Metody i opyt* [Water

Sector in Germany. Methods and Experience]. Berlin, Bonn, Witten, Federal Ministry of Environment, Nature Protection and Reactor Safety, Sept., 151 p. (In Russian).

14. Wang P., Zhang S., Wang C., Hou J., Guo P., Lin Z., 2008. Study of heavy metal in sewage sludge and in Chinese cabbage grown in soil amended with sewage sludge. African Journal of Biotechnology, vol. 7(9), pp. 1329-1334.

15. Latypova V.Z., Selivanovskaya S.Yu., 1999. *Nekotorye aspekty normirovaniya kachestva i utilizatsii osadkov stochnykh vod* [Some aspects of standardization of quality and sewage sludge disposal]. *Ekologicheskaya khimiya* [Ecological Chemistry], no. 2, pp. 14-22. (In Russian).

---

#### ***Информация об авторах***

**С. А. Манжина** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент;  
**М. Ю. Дробин** – аспирант.

#### ***Information about the authors***

**S. A. Manzhina** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
**M. Yu. Drobin** – Postgraduate Student.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата,  
самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.  
All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical  
violations in scientific publications.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 01.06.2023; одобрена после рецензирования 07.06.2023;  
принята к публикации 07.06.2023.*

*The article was submitted 01.06.2023; approved after reviewing 07.06.2023; accepted for  
publication 07.06.2023.*