

## **ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Н. В. Емельяненко<sup>1</sup>, Т. М. Германович<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Международный государственный экологический институт  
имени А. Д. Сахарова, г. Минск, Беларусь*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Масштабы производственной деятельности, расширения сферы взаимодействия человека и природы, обусловленные научно-техническим прогрессом, сопровождаются истощением сырьевых и энергетических ресурсов, неуклонным возрастанием демографической нагрузки на природу, ухудшением качества окружающей природной среды, нарушением естественных экологических балансов саморегуляции биосферы.

В первой половине XXI в. последствия антропогенного воздействия человека на окружающую его природную среду, имеющие, как правило, негативный характер, как для самого человечества, так и для окружающей его природной среды, достигли планетарного, или глобального масштаба, когда они стали сказываться на жизнедеятельности каждого живущего на Земле человека, вызывая необходимость охраны среды обитания.

Охрана окружающей среды является приоритетным направлением государственной политики Республики Беларусь. Экологическое законодательство, обеспечивающее правовую защиту природной среды – основа государственного регулирования природоохранной деятельности.

Одной из глобальных проблем мира является обращение с производственными и коммунальными отходами, переход на малоотходные и безотходные экологически чистые технологии производства высококачественной продукции, максимальное использование вторичных ресурсов, что будет способствовать оздоровлению окружающей среды и человека, дальнейшему прогрессивному и гармоничному развитию техногенного мира.

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследование базируется на анализе литературных источников, связанных с проблематикой образования отходов и их недостаточной утилизацией. В качестве объекта исследования были выбраны осадки сточных вод.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В Беларуси создана правовая база для деятельности по обращению с отходами. Система обращения с отходами ориентирована на соблюдение принципа приоритетности использования отходов по отношению к их захоронению и на их вовлечение в гражданский оборот, на максимальное использование ресурсного потенциала отходов.

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3 «Об обращении с отходами» координацию деятельности в сфере обращения с ВМР осуществляет Министерство жилищно-коммунального хозяйства путем создания государственной некоммерческой специально уполномоченной организации – оператора в сфере обращения со вторичными материальными ресурсами.

Согласно Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами, уровень использования ТКО в 2025 г. должен составить 50 %, в 2030 г. – 70 %, а в 2035 г. – 90 % от общего числа отходов [4].

Образование отходов производства на территории Беларуси происходит неравномерно. Значительные колебания характерны для отходов производства, объемы твердых коммунальных отходов варьируют от 20,6 до 22,7 кг/1000 \$ ВВП (рис. 1).

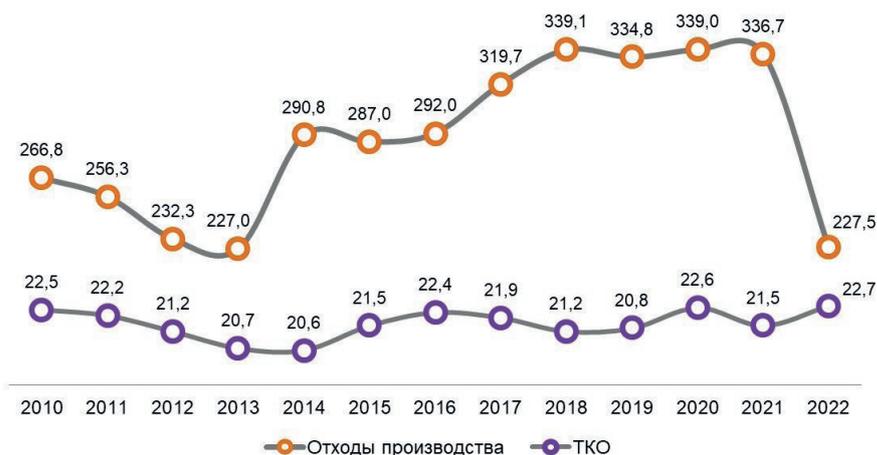


Рис. 1. Образование отходов производства и ТКО в расчете на единицу ВВП по ППС в Республике Беларусь (килограммов на тысячу долларов, ВВП по ППС в сопоставимых ценах 2017 г.)

Все большую остроту и актуальность в мире приобретает в последние годы проблема утилизации осадков сточных вод, так как рост осадков сточных вод крайне негативно влияет на природную окружающую среду в районах, где они накапливаются и размещаются.

ЮНЕП – мировая экологическая организация, совместно с GRID-Arendal, центром экологической информации рекомендуют правительствам и предприятиям рассматривать сточные воды как возможность для экономической модели замкнутого цикла, указывая на возможность извлечения дополнительных ресурсов, которые уже приносят пользу различным отраслям промышленности, в том числе сырье для производства бумаги, полимеров, пестицидов, резины, красок, биодизельного топлива, пищевых консервантов и ароматизаторов, огнеупорных и гидроизоляционных тканей, медицинских и ювелирных изделий, упаковки пищевых продуктов, средств гигиены и других товаров сельскому хозяйству, благодаря повторному использованию азота, фосфора и калия, добытых из сточных вод, уменьшению зависимости от синтетических удобрений и компенсации 13,4 % мирового спроса на сельскохозяйственные удобрения [3].

Потребление воды – одного из основных компонентов природной среды, имеющего для человека первостепенное значение, постоянно возрастает, так как она является неотъемлемой частью технологического процесса для большинства видов экономической деятельности. В результате использования водных ресурсов в производстве и быту образуются сточные воды, содержащие различные загрязняющие вещества и показатели.

Качество поверхностных и подземных вод Беларуси формируется под влиянием комплекса факторов природного и антропогенного происхождения, среди которых отведение коммунально-бытовых и производственных сточных вод, вынос загрязняющих веществ с поверхностным стоком с урбанизированных и сельскохозяйственных территорий [6].

В Республике Беларусь сброс сточных вод осуществляется преимущественно в поверхностные водные объекты. Его доля составляет 89,8 % от общего объема сброса сточных вод в окружающую среду. За последние пять лет данный показатель снизился на 1,3 % и составляет  $1034,5 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, из них  $1018,2 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> – в водотоки.

Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляется через 635 выпусков, их количество за последние пять лет увеличилось на 107 выпусков в результате организации учета и контроля поверхностных сточных вод. Больше всего выпусков сточных вод организовано в бассейнах рек Неман и Днепр, меньше всего – в бассейне реки Западный Буг.

В структуре сточных вод наибольший объем занимают нормативно очищенные сточные воды –  $692,5 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, или 66,9 % от объема сброса сточных вод в поверхностные водные объекты. Сброс недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты в 2020 г. составил  $2,7 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, или 0,3 % от общего объема сброса сточных вод в поверхностные водные объекты. В целом за последние пять лет сброс недостаточно очищенных сточных вод сократился на 57,8 %.

Для организации сброса сточных вод в окружающую среду применяется 2741 очистное сооружение, из них на 319 проводится искусственная биологическая очистка с выпуском в поверхностные водные объекты. Строительство сооружений биологической очистки, на эксплуатацию которых необходимо получать разрешение на специальное водопользование, значительно сократило объем сточных вод, которые направлялись на поля фильтрации, однако до настоящего времени поля фильтрации продолжают оставаться самым распространенным видом очистных сооружений.

Очистка в естественных условиях в 2020 г. осуществлялась с применением 1752 полей фильтрации суммарной площадью 3677 га и фактическим объемом сброса сточных вод  $48,3 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> [6].

Для республики поля фильтрации, представляющие очистные сооружения сточных вод, включающие сооружения механической очистки и сооружения естественной биологической очистки путем фильтрации через почвенный слой грунта, устраиваемые в виде спланированных участков земли (карт) с песчаными грунтами, супесями и легкими суглинками, разделенных ограждающими земляными валиками, являются традиционными очистными сооружениями, которые до конца 60-х годов прошлого столетия использовались повсеместно и были единственным и универсальным видом сооружений, применяемым для очистки сточных вод как промышленных предприятий, так и населенных пунктов. Во многих небольших

городах и агрогородках сточные воды очищаются на полях фильтрации, так как строительство подобных очистных сооружений экономически менее затратно.

Перечень нормируемых загрязняющих веществ в составе сточных вод, а также порядок установление нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод закреплены постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 26 мая 2017 г. № 16 «О нормативах допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод». Документ устанавливает максимально допустимые значения показателей и концентрации загрязняющих веществ в составе хозяйственно-бытовых, городских сточных вод, удаляемых в процессе биологической очистки, а также максимально допустимые значения показателей и концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод при их сбросе в поверхностные водные объекты в зависимости от видов экономической деятельности [2].

Оценка соответствия технологических процессов и этапов (видов) очистки сточных вод проводится в соответствии с экологическими нормами и правилами ЭкоНигП 17.06.06-005-2022 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Требования по обеспечению экологической безопасности при эксплуатации очистных сооружений сточных вод, сбрасываемых в окружающую среду», утвержденными постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 13.12.2022 г. № 28-Т и предусматривает наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в составе сточных вод, удаляемых в процессе их очистки, осуществляется путем отбора проб и проведения измерений концентраций загрязняющих веществ, показателей в составе сточных вод испытательными лабораториями, по методикам измерений, в соответствии с законодательством об обеспечении единства измерений, исправностью технологического оборудования, подачей на очистные сооружения реагентов, теплоносителей, топлива.

В Беларуси, в рамках реализации подпрограммы «Обращение с коммунальными отходами и использование вторичных материальных ресурсов» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы, проделана масштабная работа по реконструкции и введению на предприятиях очистных сооружений, что позволило в 2022 г. достичь показателя нормативно очищенных сточных вод 99,8 % из  $1,2 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> сброса сточных вод в поверхностные водные объекты (рис. 2).

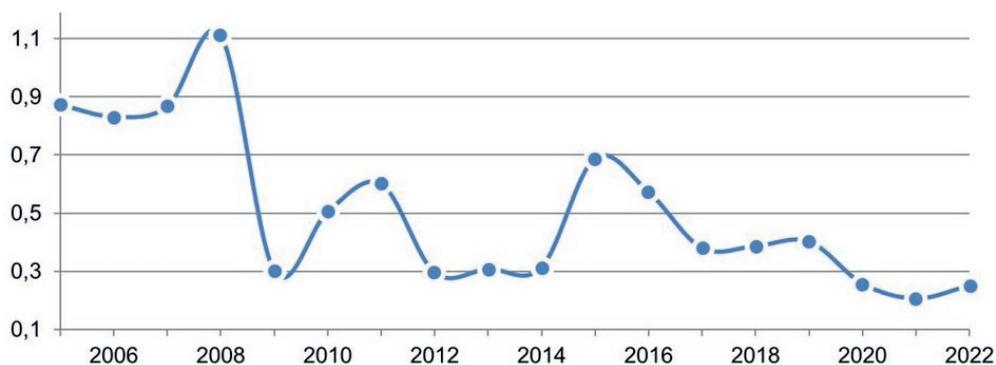


Рис. 2. Доля сточных вод с превышением нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в общем объеме стоков, (%)

Выполнению задачи повышения качества очистки сточных вод и надежности систем водоотведения будет способствовать реализация подпрограммы «Чистая вода» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 годы, предусматривающей реконструкцию и строительство 70 объектов.

В целях выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Протоколу по проблемам воды и здоровья, Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г. до 2030 г. разработан комплекс мер, включающий перечень целевых показателей по Протоколу со сроками их достижения, мероприятий по их достижению, исполнителей мероприятий из числа республиканских органов государственного управления, иных организаций, подчиненных Правительству по компетенции, исполнительных и распорядительных органов, осуществляющих эксплуатацию систем водоотведения и других заинтересованных. В числе мероприятий наиболее значимы организация приборного учета сточных вод, сбрасываемых в централизованные коммунальные системы водоотведения населенных пунктов, сокращение массы сброса тяжелых металлов в составе сточных вод в поверхностные водные объекты после очистных сооружений, создания механизмов экономического стимулирования сокращения сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод, включая проработку вопроса об установлении ставок экологического налога за сброс сточных вод в зависимости от массы сброса загрязняющих веществ в сточных водах, внедрение экономически и экологически обоснованных методов переработки и использованию осадков сточных вод.

В последние десятилетия в мировой практике наметилась тенденция к максимальному вовлечению осадков очистных сооружений в хозяйственный оборот для получения ценной продукции. Средний процент осадков, используемых в сельском хозяйстве, в странах ЕС составляет около 40 % [4].

Осадки сточных вод содержат значительное количество биогенных веществ – азота, фосфора, калия. Наряду с органическим веществом и микроэлементами они определяют удобрительную ценность различных видов осадков.

По мнению некоторых авторов, химический состав осадков сточных вод (ОСВ) сильно варьируется и зависит от вида сточных вод (промышленные или бытовые сточные воды), способа их обработки, сезона накопления и т. д. Для ОСВ характерна загрязненность токсичными веществами, склонность к загниванию и зараженность патогенными микроорганизмами. В общей проблеме очистки сточных вод обработка осадков представляет собой наиболее сложный и еще окончательно не решенный вопрос, однако современные технологии позволяют избежать нерационального, материалоемкого, экологически опасного процесса полной ликвидации ОСВ путем их сжигания или неквалифицированного размещения в геосредах. Рациональное использование осадков подразумевает их утилизацию, с получением вторичных материальных ресурсов, применяемых в различных отраслях экономики [1].

Для производства органических удобрений не требуется высоких затрат энергии и материалов, дорогостоящего и сложного оборудования, так как в его основе биологические процессы взаимодействия осадка сточных вод и возможных дополнительных компонентов, позволяющих исключить негативное воздействие токсичных веществ, патогенных микроорганизмов организмов.

Ежегодно в нашей республике при очистке сточных вод образуется около  $180\text{--}197 \cdot 10^3$  т осадков сточных вод по сухому веществу. Из них используется

в народном хозяйстве 4–5 % от всего объема. В основном осадки складываются и хранятся на территории очистных сооружений.

В международной правовой практике осадки очистных сооружений канализации и близкие им по составу осадки сточных вод ряда производств, относятся к группе отходов, обращение с которыми регулируется отдельными нормативными правовыми актами.

Большое влияние на практику обращения с осадками сточных вод и нормы, закрепленные в актах законодательства многих стран, оказали Директива ЕЭС 86/278/ЕЭС от 12 июня 1986 года по охране окружающей среды, в частности, почвы, при использовании осадков сточных вод в сельском хозяйстве. Документ устанавливает систему требований, ограничений и условий, выполнение которых должно обеспечить защиту здоровья человека и окружающей среды при использовании осадков; регламентирует: технологии обработки осадков перед их использованием; максимальное количество осадков (по сухому веществу), вносимых в почву на единицу площади в год; определяет условия, при которых может быть разрешено использование необработанного осадка; устанавливает минимальную частоту (периодичность) анализа состава осадков; требует получения разрешения на использование необработанных осадков на почве и др. Специальному регулированию подлежат предельные значения концентраций тяжелых металлов (кадмий, медь, никель, свинец, цинк, ртуть, хром) в почвах, которые не должны превышать при использовании осадков; предельные значения концентраций тяжелых металлов в осадках; максимальная годовая нагрузка по каждому нормируемому тяжелому металлу, создаваемую при внесении осадка в почву [5].

В 2017 г. 51 % общего объема осадка сточных вод в Европе было утилизировано в качестве органического удобрения (35 % в виде обработанного осадка, 16 % в виде компоста), 44 % было направлено на сжигание и 5 % захоронено на полигонах.

В странах ЕС утилизация осадка сточных вод путем внесения продукта в почву признана устойчивой и в целом поддерживается, однако на практике не одинакова.

В Республике Беларусь деятельность по обращению с осадками сточных вод не выделяется отдельными нормативными актами, регламентируется Законом «Об обращении с отходами», общими для отходов НПА и ТНПА, однако необходимость пересмотра подходов к нормативному правовому регулированию обращения с осадками очистных сооружений канализации актуальна.

## ВЫВОДЫ

При эксплуатации биологических очистных сооружений очистки городских сточных вод образуются осадки сточных вод, утилизация которых является сложной экологической и технологической проблемой.

В настоящее время основной способ утилизации осадков сточных вод заключается в складировании обезвоженных осадков на очистных сооружениях, где в течение длительного времени протекает биодegradация отходов. Такой метод не отвечает современным экологическим и техническим требованиям, приводит к отчуждению значительных земельных ресурсов, сопровождается экологическими рисками загрязнения подземных вод в зоне влияния мест складирования отходов.

Основной негативной составляющей, определяющей качество ОСВ, является наличие в них тяжелых металлов и патогенных микроорганизмов. Однако наличие

в них таких элементов, как азот и фосфор положительно влияет на показатели плодородия почвы и дает возможность использования в качестве удобрительных смесей.

На данный момент в Республике Беларусь не регулируется применение осадка в качестве удобрения в сельском хозяйстве. При этом имеется документ, в котором установлены применимые требования по содержанию загрязняющих веществ в почве и допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов, М. М. Выбор оптимального и актуального для сельского хозяйства метода переработки осадков сточных вод / М. М. Гаврилов, А. А. Пименов, П. Е. Красников // Природообустройство. – 2017. – № 5. – С. 63–67.

2. Голод, Ю. В. Совершенствование подходов к нормированию сбросов сточных вод в окружающую среду через системы канализации населенных пунктов / Ю. В. Голод, С. А. Дубенок // Природные ресурсы. – 2021. – № 2. – С. 49–58.

3. Доклад ООН: канализация таит в себе многообещающее решение проблемы изменения климата и утраты природы [Электронный ресурс] // Российский национальный комитет содействия Программе ООН по окружающей среде. – Режим доступа // <http://www.unepcom.ru/news/news2023/5633-230823wastes.html> – Дата доступа: 19.11.2023.

4. Зеленые принципы в действии [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Режим доступа // <https://minpriroda.gov.by/printv/ru/news-ru/view/pervye-rezultaty-realizatsii-programmy-zelenoj-ekonomiki-mozhno-nazvat-uspeshnymi-ivan-prihodko-4940/>. – Дата доступа: 19.11.2023.

5. Марцуль, В. Н. Нормативное правовое регулирование обращения с осадками очистных сооружений канализации / В. Н. Марцуль // Современные тенденции в развитии водоснабжения и водоотведения: материалы Международной конференции, посвященной 145-летию УП «Минскводоканал», Минск, 13–14 февраля 2019 г.: в 2 ч. – Минск: БГТУ, 2019. – Ч. 2. – С. 195–200.

6. О Национальной стратегии управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 22 фев. 2022, № 91 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: 19.11.2023.

## SEWAGE SLUDGE: PROBLEMS AND OPPORTUNITIES FOR THEIR USE IN AGRICULTURE

N. V. Emelyanenko, T. M. Germanovich

### Summary

In world practice, there are many waste processing technologies. However, the use of most of them leads to an increasing accumulation in nature of gaseous, liquid and solid components, causing irreversible damage to the environment. In the Republic of Belarus, the problem of recycling wastewater sludge from industrial enterprises is quite acute due to the increased content of highly toxic substances in them. In this regard, there is a need to develop rational ways for their safe processing.

*Поступила 21.05.24*