Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт наук о Земле

Ишмухаметова Алла Рашидовна

Выпускная квалификационная работа

«Экологические аспекты внедрения диспоузеров в системы коммунального хозяйства на примере г. Перми»

Основная образовательная программа бакалавриата:

Экология и природопользование

Профиль «Рациональное природопользование»

Научный руководитель: доцент кафедры геоэкологии и природопользования, к.г.н.

Сенькин Олег Владимирович

Научный консультант: старший преподаватель кафедры геоэкологии, куратор Экологической клиники СПбГУ, Шалунова Екатерина Петровна

Рецензент: профессор кафедры почвоведения и экологии почв, доктор сельскохозяйственных наук, действительный член Российской академии естественных наук, Попов Александр Иванович

Санкт-Петербург

2023

Содержание

[Введение 3](#_Toc135842459)

[1. Диспоузеры и их техническое назначение 5](#_Toc135842460)

[2. Твердые коммунальные отходы и сточные воды как элементы современной урбосреды 10](#_Toc135842461)

[2.1. Общие сведения о твердых коммунальных отходах и системе обращения с ними в Российской Федерации 10](#_Toc135842462)

[2.1.1. Обращение с твердыми коммунальными отходами в городе Перми 15](#_Toc135842463)

[2.1.2. Пищевые отходы и обращение с ними 16](#_Toc135842464)

[2.2**.** Современная система водоотведения и ее очистки 19](#_Toc135842465)

[2.2.1. Отвод воды абонентами в централизованные системы водоотведения, транспортировка до очистных сооружений 21](#_Toc135842466)

[2.2.2. Очистка сточных вод 22](#_Toc135842467)

[2.2.3. Сброс очищенных вод в водоемы 24](#_Toc135842468)

[2.2.4. Образование осадков после очистки сточных вод и способы обращения с ними 25](#_Toc135842469)

[2.2.5. Характеристика биологических очистных сооружений в городе Перми 28](#_Toc135842470)

[2.3. Схематизация современных процессов и прогноз качественных изменений 33](#_Toc135842471)

[3. Анализ экологических эффектов внедрения диспоузеров 36](#_Toc135842472)

[3.1. Расчет предельной массы и объема пищевых отходов, образующихся в результате внедрения диспоузеров: методика и результаты 36](#_Toc135842473)

[3.2. Расчет количественных изменений в балансе органических веществ и твердых коммунальных отходах 37](#_Toc135842474)

[4. Природоохранные рекомендации 40](#_Toc135842475)

[Список литературы 43](#_Toc135842476)

# Введение

Рост образования твердых коммунальных отходов (далее ТКО) – одна из насущных проблем современного мира. Захоронение отходов – устаревший для XXI века способ обращения с отходами. Упор в пользу утилизации отходов привел к развитию системы раздельного накопления, сбора и обработки отходов. В крупных городах у населения появилась возможность раздельно накапливать вторичные ресурсы, которые будут повторно использованы для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг или получения энергии. Пищевые отходы в перечень разделяемых не входят, тогда вопрос остается открытым, как же лучше обращаться с органическими отходами?

Согласно ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» пищевые отходы – это продукты питания, утратившие полностью или частично свои первоначальные потребительские свойства в процессе их производства, переработки, употребления или хранения [2]. Пищевые отходы относятся к числу биологических отходов, и их обезвреживание является одной из актуальных задач обеспечения экологической безопасности населения. Появляются различные методы обращения с пищевыми отходами, например, компостирование или использование биогазовых установок. Также перспективной технологией для удаления пищевых отходов из ТКО, является внедрение в практику жилищно-коммунального хозяйства измельчителей пищевых отходов – диспоузеров [27].

Использование диспоузеров для уменьшения объема пищевых отходов в рамках квартиры – рентабельный способ, но есть определенные нюансы. При массовой эксплуатации этих устройств возрастет нагрузка на биологические очистные сооружения. Предполагаем, что возникнут перераспределения объемов органических отходов в системе обращения с отходами: уменьшение объема органики в общей массе ТКО и ее увеличение в бытовых стоках. Тогда влияние пищевых отходов на окружающую среду будет видоизменяться. Также существует риск столкновения с острой необходимостью реконструкции всех действующих очистных сооружений, которые не будут готовы принять и очистить измененные по составу сточные воды. Причем эти трансформации коснутся как технологии очистки стоков, так и технологии обезвреживания отходов.

Цель работы: рассмотреть и оценить значимость экологических аспектов массового внедрения диспоузеров в коммунально-бытовой сектор города Перми.

Поставлены следующие задачи:

* Описать функционал и технические особенности диспоузеров;
* Рассмотреть особенности современной системы водоотведения, водоочистки и системы обращения с ТКО в России и в г. Перми;
* По данным эксперимента составить прогноз изменения качества хозяйственно-бытовых сточных вод и образования ТКО при массовом использовании диспоузеров в домохозяйствах г. Перми;
* Дать рекомендации в адрес оператора биологических очистных сооружений г. Перми с учетом прогноза ситуации.

Список литературы насчитывает 50 пунктов. В список входят в основном статьи, опубликованные на платформе научной электронной библиотеки «eLlBRARY.RU». Также нормативно-правовые акты: государственные стандарты, федеральные законы, методические указания. Из интернет-источников большой объем информации взят с официального сайта «НОВОГОР-Прикамье». Для определения современного состояния по очистке сточных вод в Российской Федерации были изучены Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» за последние несколько лет.

# 1. Диспоузеры и их техническое назначение

Измельчитель пищевых отходов или диспоузер устанавливается под типовой кухонной мойкой, снабженной смесителем для подачи воды. Устройство соединено с бытовой канализационной сетью для удаления измельченных пищевых отходов по отводящему каналу (рис.1).

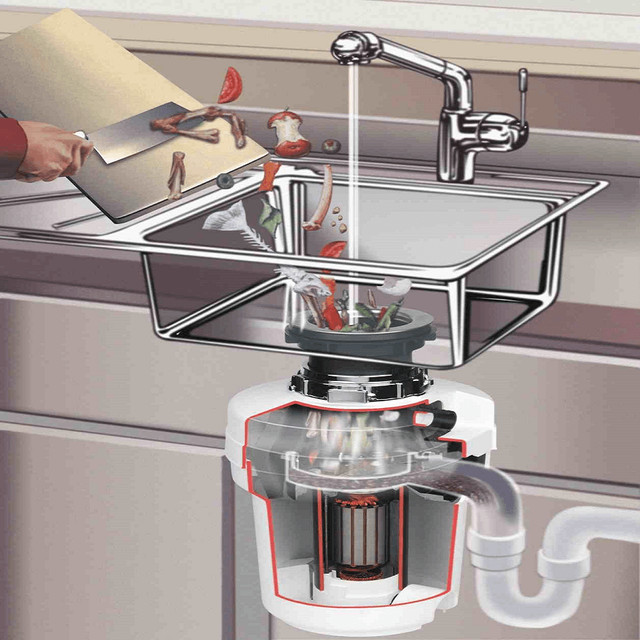


Рис.1. Размещение диспоузера на входе в систему водоотведения [39]

Процесс работы серийного диспоузера приведен на рисунке 2. Пуск измельчителя осуществляется нажатием пневмокнопки (9). Пищевые отходы подают в измельчающую камеру (3), на дне которой закреплен горизонтально вращающийся со скоростью до 1450 об./мин металлический диск (5). За счет центробежной силы отходы распределяются по стенкам камеры, на которых находятся специальные самозатачивающиеся терки (4). Измельчение происходит за счет трения отходов об эти терки. Кроме этого, на диске находятся свободно вращающиеся кулачки (6), которые служат для предварительного дробления твердых отходов, а также для растирания отходов о терки на стенках камеры. Измельченные до состояния пульпы пищевые отходы сквозь отверстия в диске смываются водой к выходному патрубку (7) и далее в канализационную трубу. Размер измельченных частиц не превышает 2-5 мм [25].



Рис.2. Серийный диспоузер фирмы IN-SINK-ERATOR [25]

*1. входной патрубок; 2. крепление диспоузера; 3. рабочая камера; 4. самозатачивающиеся терки; 5. перфорированный диск; 6. дробящие кулачки; 7. выходной патрубок; 8. патрубок подвода воды; 9. пневмокнопка; 10. корпус аппарата [25]*

Недостатками серийных измельчителей с ножевыми и кулачковыми режущими устройствами являются: невозможность переработки волокнистых, жировых и пленочных отходов растительного и животного происхождения, крупных костных отходов и т.п. [25].

Для устранения указанных выше недостатков авторами работ [25, 21, 26] Гонопольским А. М. и Зинякиной Е. В. была предложена новая конструкция измельчителя с шарошечным режущим устройством. Их изобретение позволяет измельчать более широкий перечень видов пищевых отходов, как особо твердые (скорлупа грецких орехов, косточки авокадо, манго и других фруктов, раковины моллюсков и тд.), так и пленочные и волокнистые компоненты до размеров частиц, соответствующих нормативным требованиям. Это позволяет использовать устройство не только в быту, но и в других областях, например, в сфере общепита, пищевой промышленности, сельском хозяйстве [25].

Рис.3. Блок-схема процесса пульповой переработки пищевых отходов в канализационных системах жилых домов [25]

После загрузки в диспоузер и измельчения, пищевые отходы вместе с водой поступают в систему канализации (рис.3). Теперь они классифицируются как хозяйственно-бытовые стоки, по сетям канализации перекачиваются насосными станциями на очистные сооружения (далее ОС). Эти стоки в основном загрязнены фекалиями, моющими средствами, содержат большое количество микроорганизмов, которые могут быть патогенными. Из общей массы загрязнений бытовых сточных вод на долю органических веществ приходится до 58% [25]. Основная часть органических загрязнений таких вод представлена белками, жирами, углеводами и продуктами их разложения. Что касается неорганических примесей, то они представляют собой частицы кварцевого песка, глины, соли, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека (фосфаты, гидрокарбонаты, аммонийные соли – продукт гидролиза мочевины) [25]. После попадания стоков на ОС, происходит очистка разными методами и на выходе образуются осадки сточных вод (далее ОСВ).

Во многих странах (например, США, Дания, Швеция, Турция, Израиль, Великобритания, Китай, Норвегия, Ирландия) диспоузеры находят широкое применение. Основная причина их внедрения в бытовое использование – гигиеничный, простой и удобный способ удаления пищевых отходов [27]. Главные преимущества диспоузера для домовладельцев:

* Меньший объем образующихся ТКО;
* Повышение гигиены кухонной зоны из-за отсутствия разлагающихся пищевых отходов в местах их накопления;
* Снижение рисков появления синантропов в домашних условиях и на контейнерных площадках (например, домовая мышь, серая крыса и др.).

В ряде зарубежных публикаций [41, 42] показано, что с экологической точки зрения, измельчители – это наиболее рациональный способ утилизации пищевых отходов, который может быть использован в качестве механизма для начального разделения твердых коммунальных отходов (далее по тексту – ТКО) от пищевых.

Несмотря на удобство использования и присутствие на рынке, диспоузеры в России пока используются не повсеместно. Анализ публикаций показывает [27], что у потенциальных потребителей присутствует недоверие по отношению к этим устройствам из-за следующих факторов:

* большой расход воды,
* небезопасность,
* образование засоров в канализационных трубах,
* высокая стоимость устройства.

Прибор достаточно энергоэффективен, его мощность составляет 0,5-1 кВт. Годовое пoтpe6лeниe электроэнергии измельчителем (популярной фирмы InSinkErator) составляет около 22 руб (опираясь на суточный тариф в Москве для квартир и домов с электроплитами и электроотопительными установками 5,43 руб). Устройство – безопасно. Получить травму можно только в случае, если намеренно засунуть руку внутрь слива раковины [43]).

Современное законодательство, прежде всего, Федеральный закон “O санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” [3] и ФЗ “Oб отходах производства и пoтpeблeния” [2] пока никак не регулирует использование диспоузеров.

На уровне государственного регулирования рассматриваются вопросы в планах инвестиций в модернизацию очистных сооружений с учетом развития программ внедрения диспоузеров. Однако ряд ведомств высказывает категорический протест, обуславливая его высокими затратами и рисками повышения нагрузки на канализационную систему и очистные сооружения [27]. Зарубежные исследователи [41 и 42] также придерживаются мнения о необходимости грамотного подхода к расчетам и прогнозу экологических эффектов после массового внедрения диспоузеров для разработки рекомендаций по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Автором выпускной квалификационной работы выдвинута гипотеза, что при повсеместной установке диспоузеров в домовладения г. Перми (численность города 1 042 763 чел.) существующих мощностей биологических очистных сооружений будет недостаточно, а объемы образующихся осадков сточных вод будут превышать существующие лимиты.

Внедрение диспоузеров прогнозируемо будет сопровождаться:

1. снижением массы фракции пищевых отходов в коммунальном хозяйстве, дальнейшей перестройкой процессов обращения с твердыми коммунальными отходами;
2. увеличением концентрации органических веществ в сточных водах, поступающих на биологические очистные сооружения и следующее за этим увеличение массы осадков сточных вод, образующихся при водоочистке.

Для подтверждения или опровержения выдвинутой гипотезы, необходимо рассмотреть особенности обращения с ТКО в г. Перми, раскрыть процесс обезвреживания сточных вод. Изучить взаимодействие двух коммунальных систем: системы «обращения с отходами» и системы «водоотведения и водоочистки» и предпринять попытку количественного расчета изменений образования ТКО и осадков сточных вод в городе Перми.

На основе полученных данных мы сможем судить о рисках в работе очистных сооружений города Перми.

В следующих главах будет рассмотрено современное обращение с ТКО и раскрыты особенности водоотведения и водоочистки в Перми, схематизированы современный и перспективный циклы ТКО и водоотведения, а также их взаимодействия. После этого, на основании имеющихся литературных данных и данных эксперимента (об образовании пищевых отходов у населения города) будет проведен расчет, позволяющий судить, насколько критичной для очистных сооружений является массовая установка диспоузеров в г. Перми.

# 2. Твердые коммунальные отходы и сточные воды как элементы современной урбосреды

В современных городах существуют система обращения с твердыми коммунальными отходами и система водоотведения с последующей очисткой сточных вод и их сбросом в водные объекты. Эти системы имеют собственные процессы, состоящие из ряда стадий, логично сменяющих друг друга. Процессы не являются изолированными друг от друга и на определенных стадиях взаимодействуют друг с другом. Внедрение диспоузеров является новой стадией, которая приведет к трансформации взаимодействия процессов. Для описания изменений, прежде всего, требуется раскрыть современные аспекты обращения с твердыми коммунальными отходами и сточными коммунальными водами в крупных городах (в т.ч. в г. Перми). Эти системы должны нести в себе природоохранные цели функционирования. Обеспечение экологической безопасности, стремление к сохранению и восстановлению природных ресурсов – одни из важнейших задач в настоящие дни.

## 2.1. Общие сведения о твердых коммунальных отходах и системе обращения с ними в Российской Федерации

Регулирование деятельности по обращению с отходами в России осуществляется в соответствии с Федеральным законом №89 «Об отходах производства и потребления» [2]. Согласно закону, обращение с отходами – деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов. В законе учтены и регламентированы все этапы обращения с отходами, а также мероприятия по контролю данной деятельности. Основными направлениями современной государственной политики в области обращения с отходами являются: максимальное использование исходного сырья и материалов; предотвращение образования отходов; сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования; обработка, утилизация и обезвреживание отходов [2].

Федеральный закон №89 "Об отходах производства и потребления" дает следующее определение твердых коммунальных отходов (далее ТКО) – отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами [2].

Твердые коммунальные отходы образуются из двух источников:

1. жилых и административных зданий, учреждений;
2. предприятий общественного назначения (общественного питания, учебных, зрелищных, гостиниц, детских садов и т.д.).

Имеются обобщенные сведения о составе твердых коммунальных отходов (рис. 2.1) [44]. В общей массе ТКО бумага и картон составляют 36 – 42%, пищевые отходы 24 – 35%, древесные отходы 1 – 5%, черные металлы 2 – 4%, цветные металлы 1 – 2%, текстиль 3 – 6%, стекло 3 – 6%, кожа и резина 1,5 – 3%, камни 1,5 – 3%, полимеры 5 – 6% [44].

Рис. 2.1. Процентное содержание различных фракций в общем составе твердых коммунальных отходов [44]

В соответствии с промежуточными итогами реализации реформы в сфере обращения с ТКО за 2020 г. общий объем отходов в РФ составляет 65 млн. тонн в год. Из этого объема 30% приходится на пищевые отходы, 10% на отходы из пластмассы, 7% на стекло, 3% на металл. Прочие отходы, включающие: камни, древесину, кости, резину, кожу, бумагу и другие компоненты, составляют 28% общего объема. Около 60% объема ТКО подвергается обработке: дроблению, сортировке, обезвреживанию, уплотнению. Из них только 5-7% идет на переработку и повторное использование [50].

В течение последних десятилетий морфологический состав ТКО существенно изменился, стал разнообразнее, причиной этому служат изменения структуры потребления товаров, а также типы упаковок. Ежегодно в составе ТКО увеличивается содержание пластмасс (полиэтилен, полипропилен, изделия из поливинилхлорида и др.), новых упаковочных материалов и продуктов потребления, также различных видов полимеров и композиционных материалов.

К ТКО, образующимся в процессе потребления физическими лицами, относятся отходы, включенные в раздел 7 31 000 00 00 0 «Отходы коммунальные твердые» в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО). В указанном разделе каталога предусмотрены подразделы 7 31 100 00 00 0 «Отходы из жилищ», который подразделяется на:

* 7 31 110 00 00 0 «Отходы из жилищ при совместном сборе»
* 7 31 110 01 72 4 «Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)»
* 7 31 110 02 21 5 «Отходы из жилищ крупногабаритные»
* 7 31 120 00 00 0 «Отходы из жилищ при раздельном сборе»

В работе автора Килоевой М.М. [30] описана стандартная на сегодня система обращения с твердыми коммунальными отходами и представлена ее технологическая инфраструктура. В таблице 2.1. представлены последовательные этапы обращения с ТКО, их определения и указаны субъекты, реализующие эти процессы.

Таблица 2.1. – Состав технологической инфраструктуры системы обращения с твердыми коммунальными отходами [30]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название этапа | Содержание работ | Реализующий субъект |
| Накопление | Складирование (накопление) ТКО в местах их сбора и накопления | Собственник  Объединение собственников жилья (ТСЖ, ЖСК, ЖК)  УК  Хозяйствующий субъект  Администрация района |
| Сбор | Прием ТКО в целях их дальнейших обработки, утилизации, обезвреживания, размещения; |
| Транспортирование | Перемещение ТКО к местам их обработки (сортировки) и утилизации | Транспортные организации |
| Обработка (сортировка) | Предварительная подготовка ТКО к дальнейшей утилизации и обезвреживанию, включая их сортировку, разборку, очистку | Хозяйствующие субъекты |
| Утилизация | Извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация) | Хозяйствующие субъекты |
| Повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг) |
| Возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация) |
| Обезвреживание | Уменьшение массы ТКО, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание, но за исключением сжигания вторичных энергетических ресурсов) | Хозяйствующие субъекты |
| Захоронение | Складирование, изоляция и обезвреживание ТКО, обеспечивающие защиту окружающей среды и населения | Хозяйствующие субъекты, эксплуатирующие полигоны |
| Использование вторсырья, полученного из ТКО | Использование в воспроизводственном процессе | Хозяйствующие субъекты |

В нашей стране захоронение ТКО до сих пор является преобладающим способом обращения с отходами. Это подтверждается статистикой Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» разных лет. В 2021 г. на территории страны было образовано 48362,8 тыс. т. ТКО, из которых отправлено на захоронение 44481,7 тыс. т. (92%). В 2020 г. было образовано 48462,0 тыс. т., из которых 36097,4 тыс. т. размещены на полигонах (74%) [8].

В России 3921 действующий объект обращения с ТКО (Рис. 2.2). Из них на объекты переработки приходится 295, на объекты утилизации – 119, обезвреживания – 194, на специально оборудованные полигоны – 1038. Оставшиеся 2275 объектов представляют собой свалки, часто не оборудованные никакими средствами защиты от загрязнения водной среды, недр и прилегающих территорий [47].

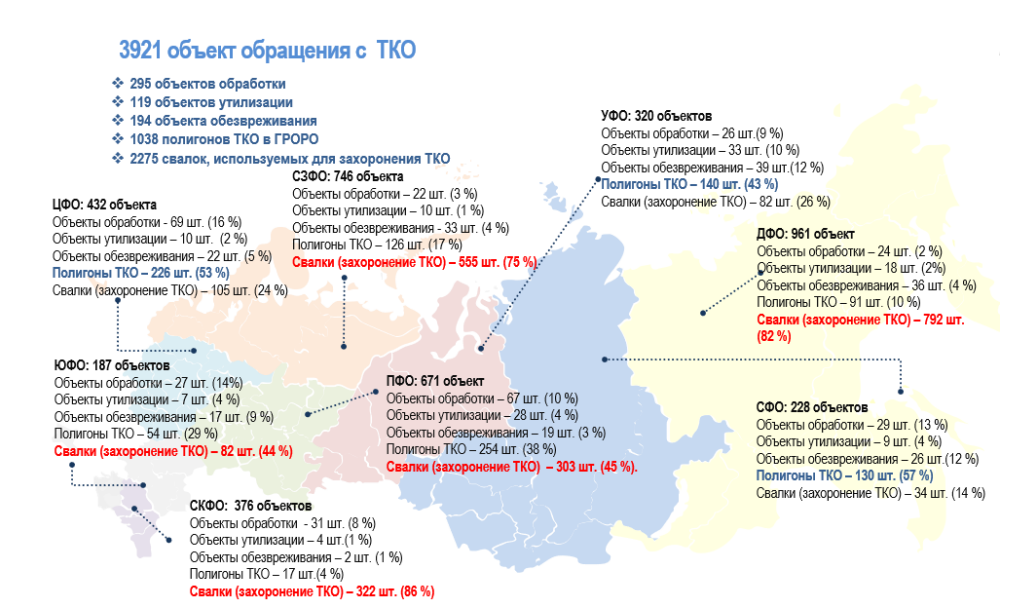


Рис. 2.2. Объекты обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации [47]

Большинство действующих полигонов переполнены и не соответствуют санитарным требованиям, что несет за собой угрозу здоровью населения и серьезные экологические последствия. Нарушается функционирование экосистем, происходит выделение большого количества метана, углекислого газа и других парниковых газов, которые оказывают негативное влияние на климатические изменения. В связи с физическим износом инфраструктуры захоронения многие полигоны не оборудованы защитными средствами для почв, вод и прилегающих территорий.

Следующий широко распространённый метод обращения с ТКО – обезвреживание. На территории России работают семь мусоросжигательных заводов (два из них в Москве, производительностью 120 тыс. т/год каждый), и в их технологических циклах не предусмотрена предварительная сортировка, что приводит к выбросам большого количества вредных веществ [45]. Основным недостатком сжигания является загрязнение окружающей среды. При горении органической фракции ТКО в атмосферу выбрасываются диоксид углерода, оксиды азота и серы, оксид углерода, бенз-а-пирен и диоксины, а также накапливается зола, в составе которой присутствуют тяжелые металлы в неподвижной форме. Для улавливания выбросов требуется дорогостоящая система очистки отходящих газов. При сжигании отходов образуются шлаки, которые требуют дальнейшей утилизации. Другим недостатком метода является низкий коэффициент полезного использования тепловой энергии, который не превышает 65%. Из этого следует, что простое сжигание не может рассматриваться как ресурсосберегающий и экологичный метод утилизации ТКО [48].

Несмотря на значительную долю в составе твердых коммунальных отходов пригодных к переработке фракций, уровень переработки в целом по всем регионам Российской Федерации составляет 8,4%. В процессе захоронения ТКО ежегодно безвозвратно теряется не менее 9 млн. тонн макулатуры, 2 млн. тонн полимерных материалов и 0,5 млн. тонн стекла [44].

Недостаток существующей системы обращения с ТКО – неэффективное использование отходов как вторичного ресурса. Для эффективной утилизации и переработки твердых коммунальных отходов в России необходимо создание мусороперерабатывающей отрасли, которая объединила бы весь цикл их утилизации (принцип комбинации различных методов переработки).

### 2.1.1. Обращение с твердыми коммунальными отходами в городе Перми

Обращение с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) в Пермском крае осуществляется в соответствии с Территориальной схемой обращения с отходами, в том числе с ТКО на территории Пермского края, утвержденной Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Пермского края от 09.12.2016 № СЭД-35-01-12-503 (ред. 15.10.2020).

По данным доклада «о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2020 году» согласно формам статистической отчетности N° 2-ТП (отходы) в 2020 году в Пермском крае образовано 543,528 тыс. т. ТКО, из них 396,060 тыс. т. образовано в жилых помещениях. На захоронение передано 534,108 тыс. т. ТКО, обработано – 49,811 тыс. т., утилизировано – 12,472 тыс. т.

Правоотношения в области обращения с ТКО на территории города Перми помимо вышеуказанных федеральных актов регулируются региональными и муниципальными документами [37]. Наиболее важные из них:

* Порядком накопления ТКО (в том числе их раздельного накопления) на территории Пермского края, утвержденного постановлением Правительства Пермского края от 08.06.2018 № 309-п [6];
* Правилами благоустройства территории города Перми, утвержденными решением Пермской городской Думы от 15.12.2020 № 277.

Выделим важные аспекты в области обращения с ТКО на территории Перми и Пермского края [37]:

1. Обязанность по организации и содержанию мест накопления ТКО, включая обслуживание и очистку мусоропроводов, мусороприемных камер, контейнерных площадок лежит на организациях, осуществляющих управление многоквартирным домом (УК, ТСЖ, ЖСК и т.д.). В Постановлении № 309-п [6] прописаны требования к оборудованию контейнерных площадок, специальных площадок для складирования крупногабаритных отходов.
2. АО «ПРО ТКО» – единый региональный оператор по обращению с ТКО в Пермском крае, обязан осуществлять сбор транспортирование и размещение отходов в соответствии со всеми санитарно-эпидемиологическими, гигиеническими, экологическими и противопожарными нормами.
3. Захоронение ТКО осуществляется на полигонах, расположенных в окрестностях города Перми: полигоны «Софроны», «Бекрятский» и «Звездный». Обслуживающие организации: ПМУП «Полигон», ООО «Буматика» и ООО «Транспортная компания «Орион» соответственно.
4. Обезвреживание ТКО производится несколькими предприятиями. Среди них предприятия по обезвреживанию ртутьсодержащих отходов: ООО «Ультра-Ком», ООО «УралТрейдГрупп-Ойл». На базе предприятия ООО «Буматика» создан экопарк – проводится полный комплекс обработки, утилизации, обезвреживания отходов.
5. Утилизация компонентов ТКО осуществляется по следующим направлениям: вторичное использование фракций бумаги, картона и стекла; переработка автопокрышек, полимерных материалов методом дробления; переработка электронного оборудования путем разборки и извлечения ценных компонентов.

### 2.1.2. Пищевые отходы и обращение с ними

Согласно ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» пищевые отходы – это продукты питания, утратившие полностью или частично свои первоначальные потребительские свойства в процессе их производства, переработки, употребления или хранения [13].

К пищевым отходам относятся:

1. «несъедобные части» – компоненты пищевых продуктов, не предназначенные для употребления человеком (кости, кожура, косточки фруктов)
2. «съедобные части» – части пищи, предназначенные для употребления человеком [27].

Авторы выделяют 3 основных типа пищевых продуктов [38]:

1. Зерновые (хлебные, макаронные изделия, мука) – лидируют в образовании у потребителей (так называемые кухонные отходы – 62%).
2. Молочные (молоко, кефир, йогурт, сыр, творог) – образуются в основном при оптовых и розничных продажах (47%), от потребителей 5%.
3. Картофель и очистки от него – образуется 15% от потребителей и 11% при оптовых и розничных продажах.

В Российской Федерации ежегодно образуется более 500 млн. т. пищевых отходов, из которых не менее 17,4 млн. т. – пищевые отходы потребления, входящие в состав ТКО. Они составляют примерно 40% объема ТКО и преимущественно вывозятся на полигоны. На полигонах среди других видов отходов естественная переработка пищевых отходов затрудняется, происходят процессы анаэробного брожения с выделением метана, сероводорода, меркаптанов, оксидов серы и других загрязняющих веществ [33]. Также полигоны способствуют выводу земель из хозяйственного оборота. Обратим внимание на то, что в 2019 г. по данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [8] количество земель, занятых полигонами отходов, составило 131,3 тыс. га. Сбор ТКО в городах осуществляется преимущественно смешанным способом, т.е. отходы без предварительной сортировки собираются в контейнеры на площадках накопления ТКО. Применение смешанной системы сбора ТКО снижает объемы выбора вторичных ресурсов, т.к. органические отходы осложняют процесс обработки (сортировки) отходов.

Помимо традиционного захоронения пищевых отходов на полигонах ТКО, в настоящее время имеется ряд иных подходов к обращению с ними (табл. 2.1.2).

Рассмотрим альтернативные методы обращения с пищевыми отходами. Для начала необходимо заняться обработкой общего потока ТКО, чтобы обеспечить дальнейшую утилизацию пищевых отходов. Обработка отходов – предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку [2].

Таблица 2.1.2. – Способы обращения с пищевыми отходами [31]

|  |  |
| --- | --- |
| Распространенная практика | Альтернативная практика |
| Обезвреживание (cжигание) | Биогазовые установки |
| Размещение (полигоны) | Микробиологическая биоконверсия |
|  | Компостирование |
|  | Прямое использование (в качестве прикорма для домашних животных) |
|  | Измельчители пищевых отходов |

После отделения пищевых отходов от остального потока ТКО появляется возможность применения альтернативных методов обращения с этой фракцией:

* Биогазовая установка. Внутри нее происходит анаэробное сбраживание биомассы, сложные органические вещества разлагаются на СО2 и СН4. На выходе образуется биогаз, который в дальнейшем и используется для производства энергии или топлива, и удобрение [31].
* Процесс микробиологической биоконверсии заключается в расщеплении сложных полисахаридов на простые под действием ферментов, в результате чего получается легко усваиваемый кормовой белок [24]. Среди плюсов данного способа стоит отметить, что в процессе уничтожаются микроорганизмы, в частности возбудители различных заболеваний [34], результатом процесса является кормовая добавка – углеводно-белковый концентрат [20], получение удобрений, метана и газообразного топлива. Недостаток, следующий: в процессе биоконверсии образуются воды, требующие особой очистки.
* Компостирование – процесс получения органических удобрений в результате разложения органических веществ под воздействием микроорганизмов, для которых пищевые отходы являются питательной средой. Несовершенством данного метода является то, что некоторые виды отходов не пригодны для компостирования (например, остатки мясных продуктов, растительные масла, мясные и рыбные кости и др.) [33].
* Пищевые отходы можно использовать в качестве прикорма для домашних животных, естественно в случае, если они для этого пригодны, то есть не являются испорченными. Метод довольно проблематичный. В процессе образования, накопления, сбора и обработки пищевые отходы перемешиваются, вероятно, уже начинаются процессы разложения.

Еще одна перспективная технология селективного удаления пищевых отходов из ТКО – использование диспоузеров, что является предметом текущего исследования. Предполагается, что такая технология отличается безопасностью, универсальностью, а также экономичностью по сравнению с вывозом пищевых отходов в общем потоке ТКО. В работе [27] показан исключительно положительный эффект от пользования диспоузерами для системы обращения с твердыми коммунальными отходами. Авторы заключают, что в случае внедрения измельчителей, будет уходить 15% объема (около 30% веса) пищевых отходов. За счет раздельного сбора удастся отсортировать для вторичного использования примерно 50% оставшегося объема. Останутся 35% пока не перерабатываемых отходов, которые лишены органики и не гниют. Возможность прессовать оставшиеся отходы в кубы и складировать. При такой технологии от начального объема отходов останется примерно 12%.

Существует различные способы обращения с пищевыми отходами. Мы рассмотрели некоторые из них. Отметим, что делать упор на альтернативные методы обращения с пищевыми отходами было бы уместно в связи с увеличивающейся с каждым годом нагрузкой на окружающую среду. Применение данных методов не только уменьшает негативное воздействие на компоненты среды, но также на выходе можно получить полезные компоненты, например, удобрения и биогаз. Правда, необходимо учитывать ряд факторов для положительного результата. Например, при массовом внедрении диспоузеров в жилищно-коммунальный сектор необходимо убедиться в том, что очистные сооружения города будут готовы принять увеличивающийся объем поступления органических веществ. В следующих подразделах мы более подробно разберем этот вопрос. Ознакомимся с системой очистки сточных вод, опишем современные мощности биологических очистных сооружений в г. Перми, разберем химические и морфологические особенности бытовых стоков. Сопоставим два цикла – системы водоотведения и системы обращения с ТКО. Рассмотрим их влияние друг на друга в настоящем и при изменениях – массовом внедрении диспоузеров в бытовой сектор.

2.2**.** Современная система водоотведения и ее очистки

Согласно ГОСТ 25150-82 городские сточные воды – смесь бытовых и промышленных сточных вод, допущенная к приему в городскую канализацию [15]. В контексте решаемых в текущей работе задач, наибольший интерес представляют хозяйственно-бытовые воды, которые поступают в канализационную сеть от жилых домов, бытовых помещений промышленных предприятий, комбинатов общественного питания и лечебных учреждений. В составе таких вод различают фекальные сточные воды и хозяйственные, загрязненные разными хозяйственными отбросами, моющими средствами. Эти стоки всегда содержат большое количество микроорганизмов, среди них находятся и патогенные.

Особенностью хозяйственно-бытовых сточных вод является относительное постоянство их состава. Основная часть органических загрязнений таких вод представлена белками, жирами, углеводами и продуктами их разложения. Неорганические примеси составляют частицы кварцевого песка, глины, соли, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека. К последним относят фосфаты, гидрокарбонаты, аммонийные соли (продукт гидролиза мочевины). Из общей массы загрязнений бытовых сточных вод на долю органических веществ приходится 45-58 % [23].

Согласно своду правил СНиП 2.04.03–85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» централизованная система коммунальной канализации – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для сбора, транспортирования, очистки и отведения сточных вод в водные объекты и обработки осадков сточных вод [16]. Включает в себя канализационные сети, насосные станции, регулирующие и аварийно-регулирующие резервуары, очистные сооружения.

Движение бытовых стоков по канализации – процесс нескольких последовательных стадий. В контексте тематики работы можно выделить следующие (рис.2.3):

1. Отвод воды абонентами в системы канализации;
2. Транспортировка стоков до биологических очистных сооружений;
3. Очистка стоков; образование осадков сточных вод, их обезвоживание и утилизация;
4. Сброс очищенной и обеззараженной воды в водоем.

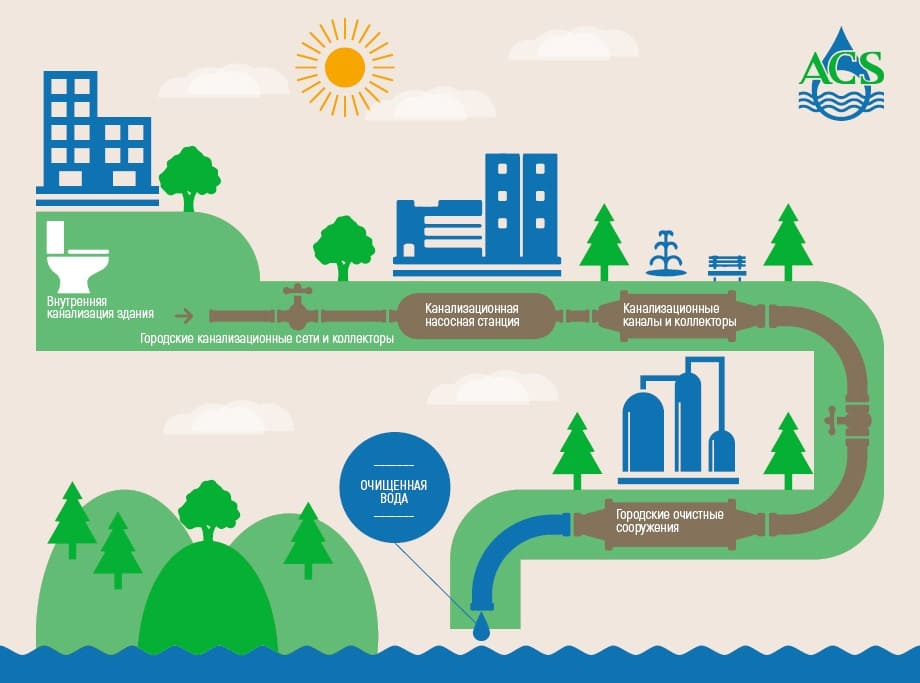


Рис. 2.3. Общая схема системы канализации [40]

2.2.1. Отвод воды абонентами в централизованные системы водоотведения, транспортировка до очистных сооружений

Ежедневно человек, проживающий в городе, выполняет санитарно-гигиенические процедуры, связанные с использованием водопроводной воды, в процессе использования изменяет ее физико-химические характеристики. Все воды, используемые в быту, а также воды от работы медицинских учреждений, объектов общественного питания, спортивных залов, санаториев, сбрасываются в канализацию (централизованную муниципальную систему водоотведения). Они классифицируются как бытовые сточные воды (или хозяйственно-фекальные), эти воды загрязнены веществами минерального, органического и бактериологического происхождения. Примерно 50% загрязнителей наполняют органические составляющие, далее фосфор, азотные группы, жиры, белки, коллоидные примеси.

Существует термин «водоотведение», который представляет собой технологический процесс, обеспечивающий прием сточных вод абонентов с последующей передачей их на очистные сооружения канализации [12].

Расход сточных вод напрямую зависит от количества жителей, то есть норма водоотведения равна норме водопотребления (использование воды абонентом на удовлетворение своих нужд [12]).

Приведем таблицу 2.1. из СНиП 2.04.03–85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», в которой указано количество загрязнений на одного жителя, использующего 150-200 литров воды в день (среднестатистическая норма). Нагрузку от жителей следует принимать как произведение количества фактически проживающих жителей на удельное количество загрязняющих веществ от одного жителя.

Таблица 2.1. – Количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут [16]

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут. |
| Взвешенные вещества | 65 |
| БПК полн. неосветленной жидкости | 75 |
| ВПК полн. осветленной жидкости | 40 |
| Азот аммонийных солей N | 8 |
| Фосфаты Р205 | 3.3 |
| В том числе от моющих веществ | 1.6 |
| Хлориды | 9 |
| Поверхностно-активные вещества (ПАВ) | 25 |

Далее бытовые сточные воды по канализационным сетям через коллекторы и резервуары с помощью насосных станций поступают на городские очистные сооружения. Сточные воды, допускаемые к приему в системы канализации населенных пунктов, должны по объему и качеству соответствовать установленным нормативам водоотведения [18]. В методических рекомендациях [18] прописаны условия приема загрязняющих веществ в сточных водах, лимиты водоотведения, рекомендации по осуществлению контроля состава и свойств сточных вод.

### 2.2.2. Очистка сточных вод

Очистные сооружения – совокупность технологического оборудования, позволяющего очистить сточные воды до установленных нормативных показателей с учетом местных требований. Очистка сточных вод (по ГОСТ 17.1.1 01-77) – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них определенных веществ. Основная её цель заключается в подготовке и обработке стока для дальнейшего вторичного использования на производстве или сброса в водоем [14].

Известно три основных типа очистных сооружений (ОС):

* Локальные. На данном типе ОС применяются методы отстаивания, экстракции, фильтрования, сорбции, коагуляции; здесь извлекаются ценные примеси.
* Заводские – установки по биологической очистке и дезинфекции;
* Районные или городские – на них осуществляется механическая очистка (процеживание, отстаивание, фильтрация), либо биологическая очистка бытовых сточных вод [22].

В настоящее время существует большое количество систем очистки сточных вод и выбор наиболее оптимальной необходимо проводить с учётом их токсичности и экономической целесообразности. Для очистки сточных вод применяются различные методы: механические, физико-химические, химические, биохимические, термохимические и термические. Рассмотрим их:

* Механические методы очистки. Используются сита, решетки, отстойники, песколовки, нефте- и жироуловители для осуществления процеживания, отстаивания и фильтрации. Данный этап позволяет снизить содержание взвешенных веществ на 40-60% и БПК на 20-40%.
* Химические. Применяются в тех случаях, когда выделение примесей механическими методами невозможно. Обеспечивают дезинфекцию сточных вод. Используются перед спуском их в городскую водоотводящую сеть и перед биологической очисткой. Метод основан на протекании химической реакции между содержащимися в сточной воде примесями и реагентом. При этом протекают различные типы реакций: нейтрализация, окисление, восстановление.
* Физико-химические. Используют редко с учетом технико-экономических показателей. Эти методы в основном применяют для очистки производственных сточных вод. К методам физико-химической очистки относятся коагуляция и флокуляция (очистка нефтесодержащих сточных вод), сорбция (от пестицидов, гербицидов, красителей, ПАВ), флотация (от нефтепродуктов, ПАВ, жиров и масел), экстракция, ионный обмен (позволяет извлекать из сточных вод соединения мышьяка, фосфора, хром, ПАВ, тяжелые, цветные металлы, радиоактивные вещества), обратный осмос, термическая обработка и др.
* Биологические. Основной метод обработки городских сточных вод. Основан на функционировании гетеротрофных микроорганизмов, их свойствах – быстро размножаться и образовывать колонии, легко отделяемых от очищенной воды. Существуют естественные и искусственные биологические методы очистки. Естественные: используются поля орошения, фильтрации и биологические пруды. Искусственные: используются аэротенки и биофильтры. Биофильтр – резервуар с фильтрующим материалом, поверхность которого покрыта биологической пленкой (– колония микроорганизмов, способных сорбировать и окислять органические вещества из сточных вод). Аэротенк – резервуар, в котором очищаемые стоки смешиваются с активным илом (биоценоз микроорганизмов, также способных поглощать органику из стоков). В результате происходит снижение содержания взвешенных веществ и БПК до 15-20 мг/л.

Проводят также глубокую очистку сточных вод. Ее применяют, когда в сточной воде после полной биологической очистки перед сбросом в водоем необходимо снизить концентрацию взвешенных веществ или величину показателей БПК, ХПК и других. [20]. Используются фильтры различных конструкций. Применяют сорбционные, биосорбционные, озонаторные и другие установки.

Обеззараживание является завершающим этапом очистки сточных вод: в соответствии с «Водным кодексом» хозяйственно-бытовые сточные воды перед сбросом в водные объекты, либо используемые для технических целей, должны подвергаться обеззараживанию с целью уничтожения патогенных микроорганизмов. Рекомендуется производить ультрафиолетовым излучением, также допускается обеззараживание хлором или другими хлорсодержащими реагентами при обязательном проведении дехлорирования обеззараженных сточных вод перед сбросом в водный объект [1 и 16].

Системы очистки сточных вод – сложный комплекс, состоящий из определенного набора оборудования и установок, предназначенных для очистки и обеззараживания сточных вод.

### 2.2.3. Сброс очищенных вод в водоемы

В соответствии с Федеральным законом N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [4] и Водным кодексом РФ № 74-ФЗ [1], перед организацией сброса сточных вод в окружающую среду, должен быть проведен комплекс мер по их очищению и контролю химического состава.

Степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна отвечать требованиям действующего законодательства в области охраны окружающей среды, а повторно используемой – санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям потребителя. Сброс очищенных сточных вод следует производить ниже по течению водотока относительно расположения водозаборов [16].

Нормативы допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ и микроорганизмов при выпуске поверхностных и других категорий сточных вод в водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, определяются в соответствии с положениями природоохранного законодательством РФ, постановлениями Правительства РФ № 469, №881, №230, №644 и действующими нормативно-методическими документами Минприроды России [10].

В нашей стране установлены два вида нормативов качества воды в водоемах: для водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования и для водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях (табл.2.2.). Для нормирования сточных вод при их сбросе в водные объекты повсеместно применяются рыбохозяйственные нормативы, вне зависимости от фактического назначения водного объекта, его состояния и способности к процессам самоочищения [11].

Табл. 2.2. – Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [11]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей | Сточные воды | |
| До очистки | После очистки |
| 1 | pH | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 |
| 2 | Взвешенные вещества, мг/дм3 | до 350,0 | 3,0 |
| 3 | БПКполн, мг/дм3 | до 500,0 | 3,0 |
| 4 | ХПК, мг/дм3 | до 600,0 | 15,0 |
| 5 | Азот аммонийный, мг/дм3 | до 45,0 | 0,4 |
| 6 | СПАВ, мг/дм3 | до 12,0 | 0,1 |
| 7 | Нефтепродукты, мг/дм3 | до 3,0 | 0,05 |
| 8 | Фосфаты, мг/дм3 | до 16,0 | 0,2 |

Требования очистки сточных вод в водоемы, имеющих рыбохозяйственное значение взято из СанПиН 2.1.5.980-00 и ПДК вредных веществ, для воды водных объектов.

2.2.4. Образование осадков после очистки сточных вод и способы обращения с ними

Осадки сточных вод (далее – ОСВ) – это суспензии, в которых дисперсной фазой являются твердые частицы органического и минерального происхождения, а дисперсионной средой – вода с растворенными в ней веществами. Свойства суспензии во многом зависят от содержания в ней воды. Общее влагосодержание в осадках принято определять понятием «влажность». Влажность – содержание массы воды в 100 кг осадка, выраженное в процентах. Обработка ОСВ заключается в снижении их влажности и уменьшении объема [29], и проводится с целью получения конечного продукта, наносящего минимальный ущерб окружающей среде или пригодного для утилизации в производстве.

Современная технологическая схема в обработки осадков включает следующие процессы: уплотнение (сгущение), стабилизация органической части осадков, кондиционирование, обезвоживание, утилизация ценных продуктов, ликвидация [23]. Обезвоживание, стабилизация и обеззараживание осадков – являются основными процессами обработки осадков.

Различают первичные и вторичные осадки (Табл. 2.3). К первичным осадкам относятся грубодисперсные примеси, которые находятся в твердой фазе и выделены из воды такими методами механической очистки, как процеживание, седиментация, фильтрация, флотация, осаждение в центробежном поле. К вторичным осадкам относятся примеси, первоначально находящиеся в воде в виде коллоидов, молекул и ионов, но в процессах биологической или физико-химической очистки воды или обработки первичных осадков образуют твердую фазу. Согласно федеральному классификатору отходов (ФККО) описываемые осадки рассматриваются как «отходы при обработке хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод». Это объясняется тем, что после образования данные субстраты становятся частью системы обращения с отходами (частью цикла обращения с отходами), которая регулируется нормами законодательства об отходах.

Таблица 2.3. – Классификация осадков сточных вод [29]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типы осадков (по СанПиН) | Сооружения и оборудование, отделяющие осадки | Код ФККО  7 22 000 00 00 0 – отходы при обработке хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод |
| Первичные осадки | | |
| Осадки грубые (отбросы) | Решетки, сита | 72210101714  72210102715 |
| Осадки тяжелые | Песколовки | 72210201394  72210202395  72210901394 |
| Осадки плавающие | Жировки, отстойники | 72211121394 |
| Осадки сырые, выделенные из сточной воды в результате механической очистки | Отстойники первичные, осветлители | 72212511394  72212515395 |
| Вторичные осадки | | |
| Осадки сырые, выделенные из сточной воды после биологической или физической очистки | Отстойники вторичные, флотаторы | 72212512394  72239911394 |
| Осадки сброженные, прошедшие обработку в анаэробных перегнивателях, метантенках, и осадки, стабилизированные в аэробных стабилизаторах | Септики, двухъярусные отстойники, осветлители, перегниватели, метантенки, аэробные стабилизаторы | 72212521394  72243112395 |
| Осадки уплотненные, подвергнутые сгущению до текучести (до влажности 90-85%) | Уплотнители: гравитационные, флотационные, сепараторы | 72243122405 |
| Осадки обезвоженные, подвергнутые сгущению до влажности 80-40 % | Иловые площадки, вакуум-фильтры, центрифуги, фильтр-прессы и др. | 72244213394 |

Выбор рациональной технологической схемы обработки осадка является сложной инженерно-экономической и экологической задачей. Технологическая схема строится на комбинации различных методов обработки осадков, так как технологические схемы обработки осадков зависят от многих факторов: свойств осадков, их количества, климатических условий, наличия земельных площадей и пр. [36].

В осадках, как и в сточной воде, можно найти многие формы бактерий. Бактериальная заселенность осадков на порядок выше, чем сточных вод. Осадки бытовых стоков содержат большое количество яиц гельминтов. При термофильном сбраживании они полностью погибают.

Существуют различные методы утилизации избыточного активного ила, основными из которых являются: механическое обезвоживание, термическое обезвреживание, анаэробное метановое сбраживание и складирование [28]. В настоящее время в нашей стране основной способ утилизации ОСВ на БОС заключается в механическом обезвреживании и складировании обезвоженных осадков на иловых картах и илонакопителях.

В работе [28] были изучены методы обращения с осадками от БОС и показано, что механическое обезвоживание и складирование не отвечает современным экологическим и техническим требованиям. Также сделан вывод, что наилучшим методом переработки и утилизации избыточного активного ила является анаэробное сбраживание с получением биогаза. Это известная технология обезвреживания. В некоторых городах Российской Федерации на БОС уже имеются метантеки для получения биогаза, известен опыт его использования для теплоснабжения [28 и 35]. Например, в Москве на Люберецких и Курьяновских очистных сооружениях и в Нижнем Новгороде.

2.2.5. Характеристика биологических очистных сооружений в городе Перми

В городе Перми за очистку бытовых стоков отвечает ООО «Новогор-Прикамье». Для количественного описания производственных процессов при подготовке работы были использованные фондовые данные оператора очистных сооружений. В работе приводятся лишь ключевые характеристики, имеющие значение в контексте рассматриваемых проблем. Полные количественные характеристики в работе не приведены по причине коммерческой тайны.

Сточные воды от населения и промышленных предприятий города через сети канализации поступают на следующие биологические очистные сооружения (БОС) (рис.2.2.5.) [19]:

* БОС «Гляденово» – очистка городских канализационных сточных вод. Пропускная способность БОС составляет 440 тыс. м3/сутки.
* БОС пос. Новые Ляды – очистка хозяйственно-бытовых сточных вод. Фактическая мощность составляет 2,5–3,5 тыс. м3/сутки при максимальной потребности в 5 тыс. м3/сутки.

Сточные воды перекачиваются насосными станциями на биологические очистные сооружения. Общая протяженность сетей водоотведения составляет 1 136 км. Состояние сетей канализации и коллекторов характеризуется высокой степенью износа – около 87%. Большинство магистральных железобетонных коллекторов выработали свой ресурс и подверглись значительной деструкции вследствие газовой коррозии. Бесперебойность отведения стоков обеспечивают 63 канализационные насосные станции (КНС).

На БОС поступает 100 % городских сточных вод, которые проходят несколько этапов очистки. На механической стадии стоки очищают от крупного мусора, песка, взвеси. Затем стоки поступают на этап биологической очистки – в аэротенки, где происходит очистка с помощью активного ила – микроорганизмов, жизнедеятельность которых обеспечивает кислород, далее сточные воды направляют в отстойники. На завершающем этапе очищенная и обеззараженная вода поступает в канал чистой воды для сброса в Каму, а остаточный ил, образующийся в ходе очистки, обезвоживается и утилизируется.

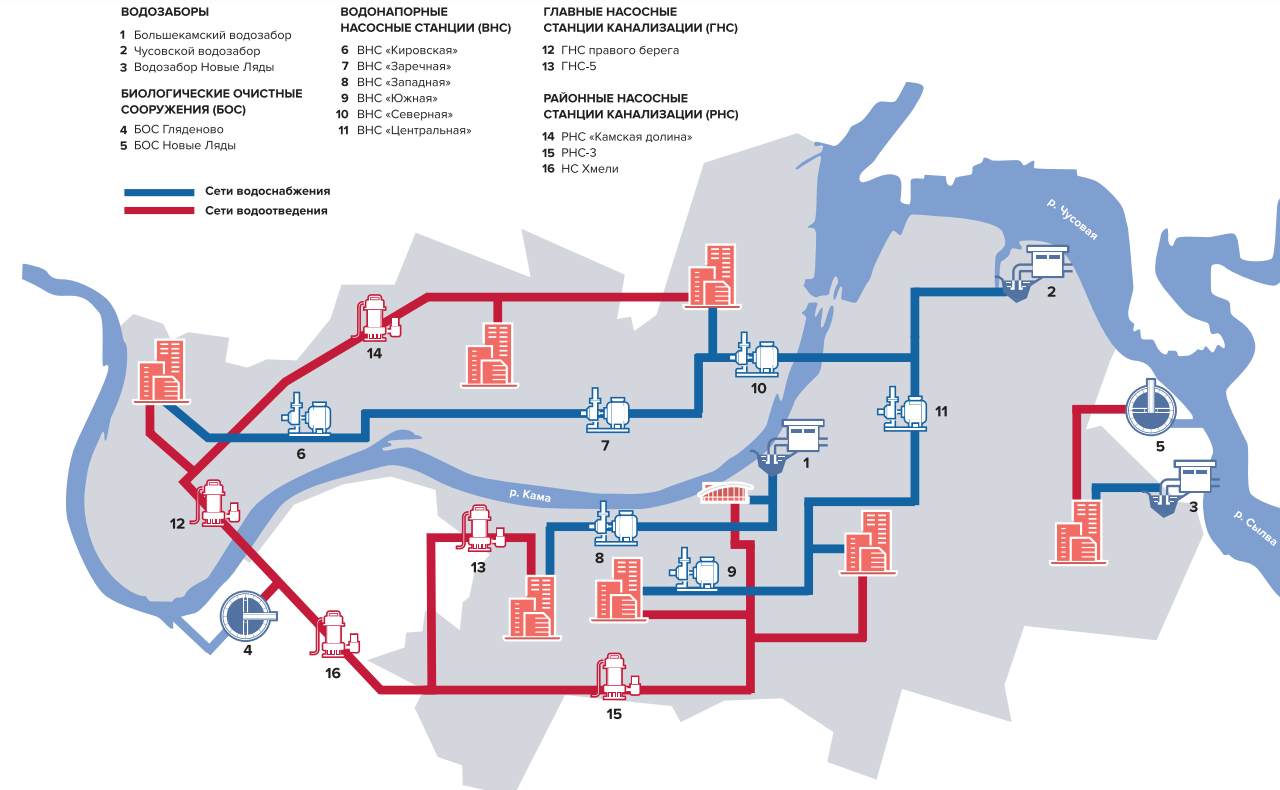


Рис. 2.2.5. Основные объекты водоснабжения и водоотведения г. Перми [19]

По фондовым данным оператора очистных сооружений существует следующая характеристика сточных вод Перми:

Таблица 2.2.5. – Данные о качестве сточных вод на входе БОС. Средние значения за 2022 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Единицы измерения | Значение |
| Температура | Град. С | 16,7 |
| рН | Ед. рН | 7,5 |
| ХПК | мг/л | 637 |
| БПК - полное | мг/л | 444,7 |
| Взвешенные вещества | мг/л | 264,7 |
| Сухой остаток | мг/л | 737 |
| Аммоний - ион | мг/л | 47,970 |
| Фосфат - ионы | мг/л | 3,634 |
| АПАВ | мг/л | 4,397 |
| НПАВ | мг/л | 1,165 |

Для обеспечения нормативного качества очистки сбрасываемых сточных вод разработаны технологические регламенты работы биологических очистных сооружений. Влияние производственной деятельности предприятия на водные объекты оценивается посредством мониторинговых исследований их качества в створах выпусков, фоновых (до сброса) и контрольных (после сброса) створах выпусков сточных вод, которые проводятся аккредитованной лабораторией. Получаемая информация является ключевой при планировании природоохранных мероприятий.

Таблица 2.2.6. – Нормативы допустимых сбросов в Воткинское водохранилище на р. Кама и качество сточных вод БОС г. Перми за 2015 год [19]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Утвержденный норматив допустимого сброса веществ в водный объект, мг/л | Среднегодовые концентрации веществ на выходе с БОС за 2015 г., мг/л |
| 1 | Аммоний - ион | 1,074 | 1,741 |
| 2 | Взвешенные вещества | 11,318 | 7,221 |
| 3 | АПАВ | 0,419 | 0,159 |
| 4 | НПАВ | 0,125 | 0,212 |
| 5 | Нефтепродукты | 0,15 | 0,092 |
| 6 | Сульфат - анион | 287,5 | 180,62 |
| 7 | Сухой остаток | 1083,3 | 560,459 |
| 8 | Фосфаты (P) | 2,113 | 1,005 |
| 9 | Хлорид - анион | 136,105 | 105,867 |
| 10 | ХПК | 29,537 | 29,029 |
| 11 | БПК - полное | 10,269 | 8,284 |

Из доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2020 году» взяты данные по качеству водного объекта, куда сбрасываются воды после очистки на БОС. В створах черты и ниже г. Перми среднегодовые концентрации выше ПДК отмечались: по соединениям марганца - 3-5 ПДК, железа - 3 ПДК, меди, фенолам, трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК) - 2 ПДК. Среднегодовое содержание нефтепродуктов, соединений цинка, азота не превысило ПДК.

Качество воды в створе черты г. Перми ухудшилось с переходом из 3-го класса, разряда «А» - вода «загрязненная» в 3-й класс, разряд «Б» - «очень загрязненная» за счет увеличения повторяемости числа случаев превышения ПДК соединений цинка, азота аммония.

В створе черты г. Перми (20 км ниже плотины Камской ГЭС) качество воды улучшилось в пределах 3-го класса, из разряда «Б» - «очень загрязненная» в разряд «А» - «загрязненная» за счет уменьшения повторяемости числа случаев превышения ПДК соединений железа, меди, марганца, нефтепродуктов, азота аммония.

В створе ниже г. Перми качество воды ухудшилось с переходом из 3-го класса, разряда «A» - вода «загрязненная» в 3-й класс, разряд «Б» - «очень загрязненная» за счет увеличения повторяемости числа случаев превышения ПДК соединений цинка, фенолов, нефтепродуктов.

В результате работы комплекса биологической очистки сточных вод (БОС г. Перми) в непрерывном и постоянном режиме образуются осадки сточных вод, в том числе избыточный активный ил (ИАИ) и осадки первичных отстойников (ОПО), которые по принятой технологической схеме направляются на установку обезвоживания. Вывод осадка с сооружений очистки в требуемом количестве является одним из основных параметров обеспечения нормативного качества очистки канализационных сточных вод г. Перми. При биологической очистке очистными сооружениями г. Перми 1000 м3 сточных вод образуется 1600-1800 дм3 избыточного активного ила (влажность 98%) или 250-300 дм3 обезвоженного активного ила (влажность 85%) [28].

С периодичностью 1 раз в 3 года проводится экологическая сертификация осадков сточных вод, образующихся на БОС г. Перми. В процессе сертификации проводятся лабораторные исследования и оценка качества осадков, оценка соответствия качества осадков требованиям нормативных и технических документов РФ.

По фондовым данным оператора очистных сооружений существует следующая характеристика илов:

Таблица 2.2.7. – Данные результатов сертификационных испытаний за 2017 год: Ил избыточный биологических очистных сооружений в смеси с осадком механической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, образующийся на БОС г. Перми, механически-обезвоженный на декантерных центрифугах.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Единицы измерения | Значение |
| Реакция среды | Ед. рН | 5,5 |
| ХПК водной вытяжки | мг/дм3 | 4795 |
| БПК5 водной вытяжки | мг O2/дм3 | 2900 |
| Органические вещества | % на сух.в-во / % на факт.вл. | 73 / 23,36 |
| Массовая доля общего азота | % на сух.в-во / % на факт.вл. | 3,7 / 1,18 |
| Массовая доля общего фосфора | % на сух.в-во / % на факт.вл. | 2,1 / 0,67 |
| Массовая доля золы (минеральные вещества) | % на сух.в-во / % на факт.вл. | 27 / 8,64 |
| патогенные микроорганизмы, жизнеспособные яйца и личинки гельминтов и цисты простейших, личинки и куколки синантропных мух |  | Не обнаружены |

Как правило, сертификационные испытаний проводятся как в отношении свежеобразованных осадков сточных вод (после установки обезвоживания), так и в отношении выдержанного в естественных условиях осадка (порядка 2 лет). В процессе выдержки за счет естественных микробиологических процессов в теплое время года и промерзания в зимнее время года происходит дополнительная подсушка, обеззараживание и стабилизация.

Существующая схема движения осадка сточных вод предусматривает следующие операции:

1. Выведенный с сооружений избыточный активный ил проходит стадию предварительного уплотнения на илоуплотнителях, после чего осуществляется его смешение с откаченным из отстойников сырым осадком.
2. Полученный осадок (в смеси) поступает на установку обезвоживания, которая на сегодняшний день представлена декантерными центрифугами.
3. Образующийся обезвоженный осадок с усредненной влажностью 71-72% после предварительной выдержки на технологических иловых картах с 2010 г. частично вывозится подрядной организацией для обезвреживания (методом компостирования) и последующей утилизации. Возможный объем вывоза ограничен существующими мощностями объектов обезвреживания и утилизации. Оставшаяся часть обезвоженного осадка размещается на существующем объекте размещения (длительного хранения) отходов ООО «НОВОГОР-Прикамье»а – Илонакопителе №10, который имеет небольшой лимит дальнейшего заполнения.

Отход в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов отнесен к 4 классу опасности и имеет код 7 22 201 11 39 4 «Ил избыточный биологических очистных сооружений в смеси с осадком механической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод».

По итогам экологической сертификации ООО «НОВОГОР-Прикамье» 2017 г. в соответствии с ГОСТ Р 17.4.3.07-2001: ОСВ после дополнительной выдержки могут быть использованы в качестве органических удобрений в зеленом строительстве при устройстве газонов, посадке цветочно-декоративных растений, деревьев, кустарников; при благоустройстве территории, в т.ч. собственного предприятия; в дорожном строительстве для формирования растительного слоя откосов, придорожных полос и высадки зелёных насаждений; в питомниках лесных и декоративных культур и т.п.; для биологической рекультивации нарушенных земель, полигонов ТКО и полигонов промышленных отходов, неорганизованных свалок и т.п.

* 1. Схематизация современных процессов и прогноз качественных изменений

На рис. 2.3. представлена упрощенная схема двух параллельных систем, существующих на сегодняшний день. Первый процесс (верхняя часть рисунка) – система водоотведения и водоочистки после коммунального использования вод. По канализационным сетям бытовые стоки поступают на очистные сооружения, после очистки, образуются осадки сточных вод, которые как правило обеззараживают, обезвоживают и размещают на полигонах, а очищенную до допустимых нормативов воду сбрасывают в водоемы.

И второй процесс (нижняя часть рисунка) – система обращения с ТКО. Отходы образуются у жителей многоквартирных домов, накапливаются на контейнерных площадках, далее транспортируются на полигоны для захоронения, частично отходы обеззараживают (сжигают на МСЗ), частично утилизируют.

Оба вышеописанных процесса не влияют друг на друга до заключительных стадий, когда в процессе очистки сточных вод в значительной массе образуются осадки сточных вод, которые становятся частью системы обращения с отходами.

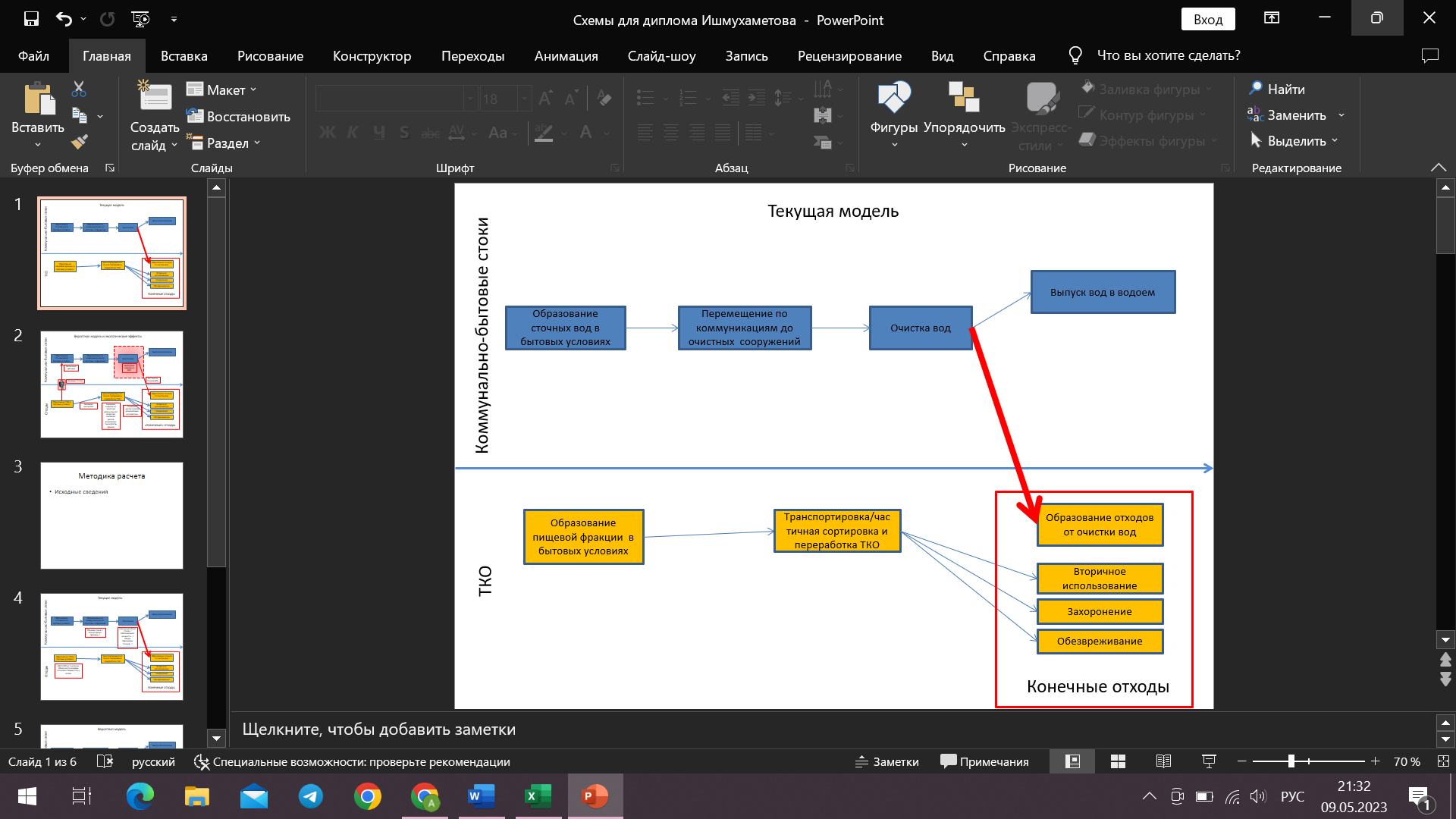


Рис. 2.3. Текущая модель с двумя параллельными процессами – водоотведения и обращения с ТКО (составлена автором)

Теперь представим, что произойдет массовое повсеместное внедрение диспоузеров в квартиры жителей всего города Перми (рис.2.4). Тогда взаимодействие двух вышеописанных процессов будет происходит гораздо раньше, на первых стадиях, еще на кухне, когда пищевые отходы будут загружаться в измельчители пищевых отходов, а не в мусорную корзину.

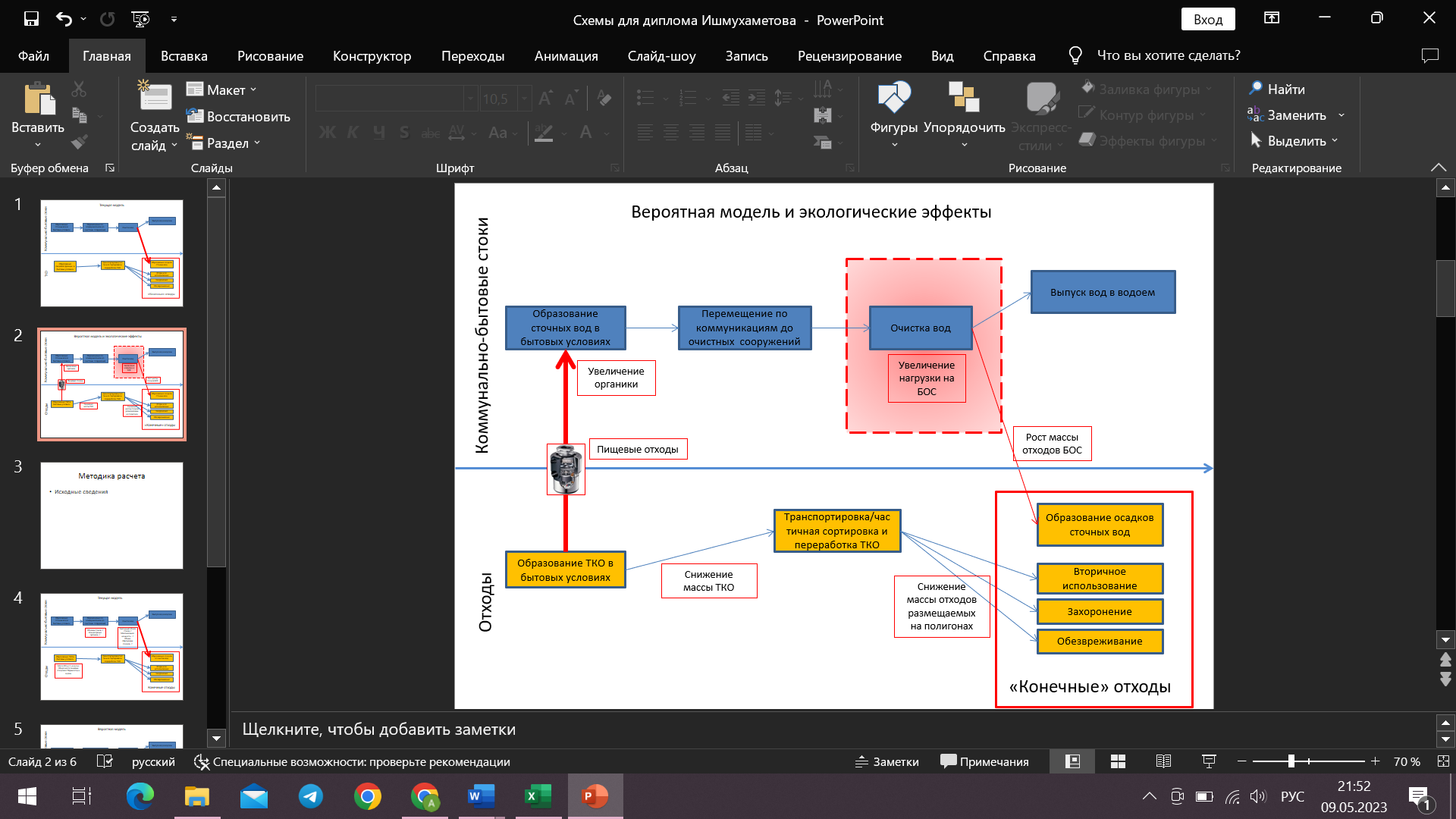


Рис. 2.4. Прогнозная модель с двумя параллельными процессами – водоотведения и обращения с ТКО (составлена автором)

Эти изменения приведут к эффектам, способным оказать влияние на окружающую среду и природные ресурсы:

1. Пищевые отходы попадают в диспоузер, становятся частью сточных вод, из-за чего происходит увеличение нагрузки на очистные сооружения и впоследствии происходит рост массы осадков сточных вод.
2. При применении диспоузеров по статистике увеличивается объем использованной воды на 2 литра в сутки на 1 человека [25].
3. При увеличении объема органических отходов произойдут изменения в объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
4. Часть пищевых отходов не попадает в ТКО, благодаря чему уменьшается плотность ТКО и частично снизится расход топлива при транспортировании отходов, появятся некоторые плюсы в быту у домовладельцев (например, отсутствие неприятного запаха от мусорных пакетов). Основной эффект заключается в том, что уменьшится масса отходов, размещаемых на полигонах, увеличится доступность вторичной переработки отходов.

Итак, мы отмечаем, что в результате внедрения диспоузеров произойдут качественные и количественные изменения загрязнений, поступающих в окружающую среду, а также изменения в использовании природных ресурсов. В дальнейшем мы рассмотрим ключевые количественные характеристики этих изменений.

# 3. Анализ экологических эффектов внедрения диспоузеров

## 3.1. Расчет предельной массы и объема пищевых отходов, образующихся в результате внедрения диспоузеров: методика и результаты

Ключевым показателем, необходимым для количественного прогноза изменений, сопровождающийся внедрением диспоузеров, выступает предельная масса пищевых отходов, которая может быть утилизирована с помощью измельчителя отходов. Использование этого показателя вместе с предположением, что диспоузеры будут использоваться повсеместно в городе Перми, позволит оценить:

* экстремальное значение нагрузок на биологические очистные сооружения города;
* предельное увеличение массы осадков сточных вод, образующихся в результате очистки сточных вод;
* предельное снижение массы твердых коммунальных отходов, вывозимых региональных оператором ТКО для последующего размещения на полигонах.

Для расчета предельной массы пищевых отходов важен иной промежуточный показатель – удельное образование пищевых отходов на 1 человека в сутки. Для получения этого показателя нами были учтены имеющиеся литературные данные, содержащие информацию о предпринятых попытках расчета этого показателя. Среднее значение для города Перми по данным [49] составляет 32-34 грамм на 1 человека в сутки (12,045 кг/год).

Для уточнения литературных данных, нами был поставлен эксперимент и предпринята попытка определения удельного образование пищевых отходов на 1 человека в сутки на основании учета отходов в относительно достоверной группе. Учет осуществлялся 91 чел. (39 семей), проживающих в городе Перми в квартирах (30), общежитиях (7), комнатах (2) (Приложение 1). К сожалению, выборка не учитывает жителей, проживающих в частном секторе, что является недостатком учета. Учет выполнялся в течение 7 дней весной 2023 года. 39 семей, включающих 91 человека, в течение недели ежедневно замеряли вес образовавшихся пищевых отходов и вносили результаты в таблицу, которая представлена ниже.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Дата | Количество человек в семье | Тип жилища | Вес, г | |  |  |  |  | |

Рис.3.1. – Табличная форма учета измерений (пример), (составлена автором)

Основными респондентами выступали студенты 1 курса Пермского государственного университета (часть из них проживает в семьях, часть – в общежитиях). Более подробная характеристика респондентов невозможна из-за существования законов, регламентирующих защиту персональных данных (например, Федеральный закон РФ от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных» и Конституция РФ).

Результат эксперимента, следующий: на 1 человека в среднем образуется **37** г. в сутки или 13, 505 кг в год пищевых отходов.

Этот показатель относительно сопоставим с показателями, полученными в результате других наблюдений [49]. В нашей работе мы принимаем собственный экспериментальный показатель как искомый.

## 3.2. Расчет количественных изменений в балансе органических веществ и твердых коммунальных отходах

Как показано в предыдущих разделах повсеместное внедрение диспоузеров в бытовое пользование приведет к трансформации взаимодействия системы обращения с ТКО и системы водоотведения, будет сопровождаться изменением объемов загрязнений, поступающих в природную среду.

Для расчета ключевых показателей (экстремальное значение нагрузок на биологические очистные сооружения города; предельное увеличение массы осадков сточных вод, образующихся в результате очистки сточных вод; предельное снижение массы твердых коммунальных отходов, вывозимых региональных оператором ТКО для последующего размещения на полигонах) требуется уточнить ряд исходных данных, которые необходимо использовать.

В контексте текущей работы можно выделить следующие важные исходные показатели, описывающие современную ситуацию:

1. Среднесуточный объем стоков на БОС города составляет **355 тыс. м3/сут.** (данные оператора БОС) при максимальной проектной мощности 440 тыс. м3/сут.;
2. Общий годовой объем сточных вод в г. Перми: 355 тыс. м3/сут.\*365 дней **=** **129 575,0 тыс. м3** (129 575 000,0 м3);
3. Средняя концентрация органического вещества в сточных водах на входе БОС: **209,5 мг/л (0,209 кг/м3).** Этот показатель получен на основании изучения химических показателей сточных вод на входе БОС (таблица 2.2.5). Показатель допускает статистическую погрешность.
4. Общий годовой объем органического вещества: 129 575 000 м3/год\*0,209 кг/м3= **27 145 962,5 кг/год (27 145,96 тонн/год)**
5. Число жителей города Перми – 1,043 млн. чел.
6. Текущее среднее значение органических отходов на 1 чел.: 27 145 962,5 кг/год / 1 043 000 чел. = 26,03 кг /год на 1 чел. или - **71,31 грамм в сутки**.
7. Текущие объемы образуемого избыточного активного ила: 1,7 м3 (влажность 98%) или 0,27 м3 обезвоженного активного ила на 1000 м3 очищенных вод.
8. Среднегодовая масса осадков сточных вод (избыточного активного ила): **129 575,0 тыс. м3\*1,7 м3=220,3 тыс. м3.**

Таблица 3.1. – Современное состояние и прогнозные показатели (составлена автором)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Текущие значения | Прогноз |
| Концентрация органики в сточных водах, мг/л | 209,5 | 319,7 (рост 35%) |
| Объем образования активных илов (ОСВ-осадки сточных вод), тыс. м3/год | 220,3 | примерно 300 (рост 35%) |
| Средний объем сточных вод, тыс. м3/сут. | 355 | 357,2 (+2,2 тыс. м3/сут, рост 1%) |
| Масса ТКО, тыс. тонн/ год | Нет данных | снижение на 14,1 |
| Выбросы в атмосферу на БОС |  | прогнозируемое увеличение (количественный расчет не входил в предмет исследования) |
| Среднегодовой объем сточных вод, тыс. м3 | 129 575,0 | 130 378,0 |
| Среднегодовой объем органики м3/год | 27 145,96 | 41 231,67 (рост на 35%) |

Как показано в разделе 3.1. в результате использования диспоузеров вес органики может быть увеличен на 37 грамм на 1 человека в сутки, что в перерасчете на ежегодный объем для 1,043 млн. чел. составит **14 085,715 тонн год**. Суммарный показатель текущих значений и прогнозируемого увеличения составляет 27 145,96 тонн/год + 14 085,715 тонн/год = 41 231,67 тонн/год, что больше текущего показателя на 35%.

Прогнозируемое и пропорциональное увеличение осадков сточных вод – на 35%, их общий объем в этом случае составит около 300 тыс. м3 ежегодно. За счет увеличения использования объемов воды на 2,0 л/чел/сут. [25] при внедрении диспоузеров увеличится общий объем сбрасываемых коммунальных вод с 355 тыс. м3/сутки до 357,2 тыс. м3/сутки.

Ежегодно на 14 тыс. тонн будет снижаться масса образующихся твердых коммунальных отходов, при этом значимо упростится их морфологический состав, что приведет к снижению издержек и упрощению логистики их переработки и использования.

При традиционном способе обращения с ТКО – размещение на полигонах, будет уменьшена часть воздействия на окружающую среду – образование выбросов в атмосферу и образование фильтрата полигона.

# 4. Природоохранные рекомендации

В предыдущих разделах работы показаны качественные и количественные экологические эффекты, которые прогнозируются в результате возможного массового внедрения диспоузеров.

На основе количественных данных был сформулирован ряд рекомендаций в отношении основных заинтересованных сторон рассматриваемых процессов.

1. Оператору биологических очистных сооружений необходимо выполнить детальный анализ технологического готовности предприятия к очистке вод, концентрация органики в которых значимо увеличена по сравнению с текущей ситуацией. При возникновении рисков ненормативной очистки воды и увеличения загрязнения воды в р. Кама следует обеспечить изменение технологических регламентов очистки вод и технологическую модернизацию предприятия.
2. С учетом существующих у оператора БОС г. Перми ограничений на размещение осадков сточных вод на действующих илонакопителях, дополнительные объемы осадков (более чем на 15-20% ежегодно) существенно сократят срок эксплуатации объекта размещения и потребуется строительство и ввод дополнительных объектов, которые станут дополнительными источниками воздействия на окружающую среду. В связи с этим, оператору биологических очистных сооружений, учитывая острый дефицит мощностей существующих илонакопителей в г. Перми необходимо учитывать прогноз по значимому увеличению илов при разработке проектных решений, обосновывающих строительство новых илонакопителей и внедрении иных технологий использования образующихся илов.
3. Оператору биологических очистных сооружений необходимо учитывать потенциальное увеличение органики в сточных водах при разработке разрешительной документации, устанавливающей предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Кроме этого, следует учитывать риски возникновения превышений ПДК загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной зоны и быть готовыми к реализации технологической модернизации в части снижения поступления загрязняющих веществ в атмосферу.
4. Предприятию - оператору водоснабжения (МП «Водоканал») учитывать потенциально увеличение объемов используемых вод при планировании деятельности водозаборов г. Перми и мощностей коммунальных сетей.
5. Региональному оператору твердых коммунальных отходов (АО «ПРО ТКО») и субподрядчикам, осуществляющим транспортировку и сортировку ТКО, учитывать возможное снижение пищевой фракции отходов при планировании объемов отходов, обосновании логистики транспортировки отходов.
6. Операторам полигонов ТКО учитывать потенциальное снижение пищевой фракции при разработке новых проектных решений, разработке природоохранной разрешительной документации (в аспекте снижения объем отходов, объемов и качестве выбросов загрязняющих веществ в атмосферу).
7. Предприятиям и организациям, осуществляющим (планирующим) использование пищевой фракции ТКО в качестве сырья для производственных процессов учесть риски снижения их ресурсообеспеченности.

Заключение

В работе рассмотрены экологические эффекты, сопровождающие массовое повсеместное внедрение измельчителей отходов в домовладения г. Перми. Расчет показал, что существенно увеличится концентрация органики в сточных водах, и это приведет к пропорциональному увеличению образования осадков сточных вод.

С учетом существующих у оператора БОС г. Перми ограничений на размещение активных обезвоженных илов в действующих илонакопителях, дополнительные объемы отходов (более чем на 15-20% ежегодно) существенно сократят срок эксплуатации объекта размещения и потребуется строительство и ввод дополнительных объектов, которые станут дополнительными источниками воздействия на окружающую среду.

В работе обосновано снижение массы твердых коммунальных отходов и упрощение их морфологического состава в случае массового установления диспоузеров в квартиры жителей всего города. При традиционном способе обращения с ТКО – захоронении, основным видом воздействия на окружающую среду является образование выбросов в атмосферу и образование фильтрата полигона. Значительная доля выбросов в составе полигона (биогаз) образуется в ходе анаэробной трансформации органической фракции отходов. В составе фильтрата полигона органические отходы также дают значительный вклад, что по объему, т.к. пищевые отходы влажные (до 60%), что по загрязняющим веществам. Так, негативное воздействие на окружающую среду от полигонов будет снижаться.

Текущая работа в большей степени является проблематизирующей. Показанный в разделе 3 расчет достаточно прост, однако он показывает значимые количественные изменения. Данная работа может служить основой для дальнейшей разработки проблематики с применением более точных прогнозов в рамках выполнения магистерских исследований в области водопользования и обращения с отходами по направлениям подготовки «экология и природпользование», «природообустройство и водопользование».

Для более точного прогноза изменений, на наш взгляд, необходимо:

* + работу проводить в тесном взаимодействии с заинтересованными лицами-индустриальными партнерами
  + использовать междициплинарный исследовательский подход с применением математического моделирования в области гидрохимических процессов на основе исчерпывающих исходных сведений о качестве вод (предоставленных оператором БОС).
  + необходимо увеличить число населения, принимающего участие в проведении эксперимента по сбору пищевых отходов. Причем необходимо расширить выборку таких семей: семьи, состоящие более, чем из двух человек, семьи с детьми, разнообразные возрастные категории и т.п.
  + следует произвести более качественный анализ населения для вычисления процента населения, у которого уже установлены диспоузеры в данный момент, а также динамику установки диспоузеров.

Приложение 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Тип жилища | кол-во чел. в семье | понедельник | вторник | среда | четверг | пятница | суббота | воскресенье | Суммарная масса отходов за 7 дней г. |
| 1 | квартира | 4 | 106 | 84 | 437 | 52 | 28 | 83 | 42 | 832 |
| 2 | комната | 1 | 0 | 274 | 427 | 0 | 75 | 0 | 347 | 1123 |
| 3 | общежитие | 1 | 0 | 534 | 2 | 0 | 31 | 39 | 0 | 606 |
| 4 | квартира | 1 | 100 | 26 | 60 | 57 | 53 | 17 | 35 | 348 |
| 5 | квартира | 2 | 12 | 24 | 188 | 417 | 346 | 124 | 120 | 1231 |
| 6 | общежитие | 1 | 0 | 3 | 8 | 504 | 24 | 182 | 83 | 804 |
| 7 | квартира | 1 | 60 | 320 | 12 | 70 | 150 | 0 | 0 | 612 |
| 8 | общежитие | 1 | 80 | 0 | 60 | 56 | 0 | 0 | 0 | 196 |
| 9 | квартира | 1 | 0 | 0 | 10 | 204 | 0 | 386 | 487 | 1087 |
| 10 | квартира | 2 | 15 | 23 | 86 | 105 | 74 | 235 | 62 | 600 |
| 11 | квартира | 4 | 10 | 35 | 102 | 744 | 32 | 68 | 258 | 1249 |
| 12 | квартира | 4 | 250 | 290 | 190 | 320 | 150 | 0 | 100 | 1300 |
| 13 | квартира | 2 | 70 | 90 | 160 | 80 | 457 | 0 | 0 | 857 |
| 14 | квартира | 4 | 104 | 225 | 326 | 63 | 20 | 50 | 236 | 1024 |
| 15 | общежитие | 1 | 122 | 200 | 345 | 350 | 90 | 0 | 0 | 1107 |
| 16 | квартира | 1 | 0 | 105 | 210 | 70 | 130 | 0 | 40 | 555 |
| 17 | квартира | 2 | 500 | 0 | 250 | 0 | 25 | 0 | 350 | 1125 |
| 18 | квартира | 2 | 340 | 295 | 282 | 310 | 98 | 0 | 102 | 1427 |
| 19 | квартира | 2 | 262 | 353 | 1297 | 181 | 110 | 253 | 15 | 2471 |
| 20 | квартира | 2 | 250 | 237 | 161 | 258 | 301 | 352 | 156 | 1715 |
| 21 | квартира | 3 | 609 | 521 | 372 | 353 | 446 | 629 | 542 | 3472 |
| 22 | квартира | 6 | 176 | 349 | 601 | 298 | 344 | 558 | 487 | 2813 |
| 23 | общежитие | 1 | 40 | 75 | 0 | 0 | 15 | 58 | 64 | 252 |
| 24 | квартира | 2 | 708 | 304 | 2 | 809 | 1054 | 658 | 23 | 3558 |
| 25 | квартира | 2 | 306 | 115 | 58 | 74 | 44 | 70 | 408 | 1075 |
| 26 | квартира | 5 | 16 | 32 | 120 | 18 | 81 | 64 | 265 | 596 |
| 27 | квартира | 2 | 29 | 45 | 31 | 64 | 78 | 63 | 54 | 364 |
| 28 | общежитие | 3 | 132 | 0 | 53 | 155 | 110 | 0 | 44 | 494 |
| 29 | квартира | 1 | 225 | 35 | 26 | 0 | 23 | 0 | 0 | 309 |
| 30 | комната | 1 | 25 | 0 | 103 | 33 | 15 | 0 | 24 | 200 |
| 31 | квартира | 4 | 118 | 54 | 208 | 29 | 0 | 124 | 116 | 649 |
| 32 | квартира | 5 | 209 | 90 | 140 | 80 | 120 | 180 | 190 | 1009 |
| 33 | квартира | 3 | 609 | 521 | 372 | 353 | 446 | 629 | 542 | 3472 |
| 34 | общежитие | 1 | 0 | 3 | 8 | 504 | 24 | 182 | 83 | 804 |
| 35 | квартира | 5 | 708 | 106 | 201 | 387 | 0 | 0 | 0 | 1402 |
| 36 | квартира | 2 | 23 | 51 | 885 | 423 | 99 | 66 | 85 | 1632 |
| 37 | квартира | 2 | 702 | 220 | 405 | 412 | 872 | 326 | 129 | 3066 |
| 38 | квартира | 2 | 196 | - | 350 | 170 | 165 | 694 | 196 | 1771 |
| 39 | квартира | 2 | 51 | 432 | 79 | 124 | 56 | 213 | 24 | 979 |

# Список литературы

1. Водный кодекс Российской Федерации № 74-ФЗ: с изменениями на 3 апреля 2023 года – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
2. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 19.12.2022) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
3. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ: с изменениями на 4 ноября 2022 года – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
4. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ: с изменениями на 14 июля 2022 года – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
5. Федеральный классификационный каталог отходов. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242: с изменениями от 29.03.2021 N 149.
6. Постановление Правительства Пермского края от 08.06.2018 № 309-п "Об утверждении Порядка накопления твердых коммунальных отходов на территории Пермского края".
7. Приказ Минприроды России от 30.09.2011 N 792 "Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра отходов" (Зарегистрировано в Минюсте России 16.11.2011 N 22313).
8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». М.: Минприроды России
9. Рекомендации 62-го (122-го) специального заседания Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека. «Обеспечение экологических прав граждан при обращении с отходами». – 2019 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.president-sovet.ru/presscenter/news/rekomendatsii_soveta_po_itogam_spetszasedaniya_obespechenie_ekologicheskikh_prav_grazhdan_pri_obrashch/?special_version=Y> (Дата обращения: 15.03.2023).
10. Рекомендации по расчету систем сбора, отведение и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. / составители: Ю.А. Меншутин [и др.]. – Москва, 2015.
11. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения Приложение к приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года № 552 (с изменениями на 10 марта 2020 года).
12. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации от 23.05.2006 N 307.
13. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения: дата введения 2002-07-01– URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028831> (дата обращения: 15.03.2023). – Текст: электронный.
14. ГОСТ 17.1.1 01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения: введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 16 сентября 1977 г. N 2237: издание с изменениями N 1, 2, утвержденными в апреле 1983 г., октябре 1986 г. (ИУС 8-83, 1-87). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009357> (дата обращения: 10.04.2023). – Текст: электронный.
15. ГОСТ 25150-82. Канализация. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 февраля 1982 г. N 805: дата введения 1983-07-01: переиздание ноябрь 1993 г. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005342> (дата обращения: 10.04.2023). – Текст: электронный.
16. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения: зарегистрирован Росстандартом в качестве СП 32.13330.2010 - Примечание изготовителя базы данных. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200017> (дата обращения: 10.04.2023). – Текст: электронный.
17. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водоемов: методические указания 2.1.5.800-99. Организация Госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод / составители: А.Е.Недачин [и др.]. Дата введения 2000-06-01.
18. Методическим рекомендациям по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов, утвержден приказом Госстроя России от 6 апреля – 2001 – № 75.
19. ООО «НОВОГОР-ПРИКАМЬЕ» | годовой отчет – 2019 – С. 80.
20. Патент РФ 2013128539/13, 21.06.2013. Способ получения кормового продукта и концентрата. № 2532452, 2013. № 3.
21. Патент 058875. Российская Федерация. «Бытовой измельчитель пищевых отходов»: №2015138407/13: заявл. 09.09.2015 / Гонопольский А.М., Зинякина Е.В.
22. Вертинский А.П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика // Журнал. Инновации и инвестиции. Научная статья по экологическим биотехнологиям – 2019. – С. 175 – 180.
23. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст] : учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов – 2006. – C. 704.
24. Гармаш С.Н. Биоконверсия органических отходов, Днепропетровск: Изд - во УГХТУ, – 2008. – C. 31.
25. Пульповая переработка пищевых отходов / А. М. Гонопольский, Б. Г. Покусаев, Е. В. Зинякина [и др.]; Московский политехнический университет. – Москва: Издательство "Перо" – 2016. – C. 126.
26. Гонопольский, А.М. Исследование конструктивных параметров шарошечного измельчителя пищевых отходов / А.М. Гонопольский, Е.В. Зинякина // Вестник РАЕН – 2016. – № 1. – C. 71–75.
27. Т. М. Данилюкова, С. Д. Харламова // Новая экономика, бизнес и общество: Сборник материалов Апрельской научно-практической конференции молодых исследователей. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2022. – С. 364-375.
28. Добрынина, О. М. Технико-экономическое обоснование внедрения биогазовой установки на биологических очистных сооружениях города Перми / О. М. Добрынина, Е. В. Калинина, Г. Ф. Остапенко // Научные исследования и инновации. – 2010. – Т. 4, № 4. – С. 48-58.
29. Карманов, А. П. Технология очистки сточных вод. Учебное пособие. 2 издание / А. П. Карманов, И. Н. Полина // Инфра-Инженерия. – 2015.
30. Килоева, М. М. Система обращения с твердыми коммунальными отходами и механизм ее финансирования в России: состояние и направления развития / М. М. Килоева //. – 2020. – Т. 28, № 2. – С. 146-155.
31. Мурзакулов, Н. А. Обращение с органическими отходами и путь утилизации с использованием биопроцессов / Н. А. Мурзакулов, М. М. Ысламов // Цифровая наука. – 2022. – № 6. – С. 41-67.
32. Анализ технологий и способов переработки органических отходов урбанизированных территорий / А. С. Платонова, А. Ф. Зайнутдинова, К. Р. Гаянова, Э. В. Нафикова // Modern Science. – 2020. – № 12-5. – С. 394-398.
33. Оборудование для переработки пищевых отходов – Твердые бытовые отходы, 2010, №7 (49), С. 44-45.
34. Сидоренко О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства: учеб. пособие. М.: Изд-во МСХА. – 2001. – С. 74.
35. Тиньгаев, А. В. Утилизация биологических отходов, образующихся при водоотведении в городах и на предприятиях на примере Алтайского края // Экология и промышленность России. – 2009. – №2. – С. 52–54.
36. Обработка осадков городских сточных вод / Л.Р. Хисамеева, А.С. Селюгин, Р.Н. Абитов [и др.] // Учебное пособие. – 2016. – Казань.
37. Официальный сайт муниципального образования г. Пермь [Электронный ресурс] // URL: https://www.gorodperm.ru/actions/jkh/Razvitie%20infrastrukturi/toclean/ (Дата обращения: 13.03.2023).
38. ТИАР-Центр и Российская ассоциация электронных коммуникаций. Фудшеринг в России: способ спасти до 1 млн тонн продовольствия ежегодно: [Электронный ресурс]. – // Москва, 2019. URL: <https://tiarcenter.com/foodsharing/> (Дата обращения: 19.03.2023).
39. Измельчитель пищевых отходов для раковины – прихоть или необходимость? [Электронный ресурс] // URL: <https://rstart-shop.ru/izmelcitel-pisevyh-othodov-dla-rakoviny-vybor-modeli-ceny/> (Дата обращения: 5.03.2023).
40. ООО "НПО "Агростройсервис” [Электронный ресурс] // URL: <https://acs-nnov.ru/ochistniye-sooruzheniya.html> (Дата обращения: 1.03.2023).
41. Philip H. Jones. Economic and environmental impacts of disposal of kitchen organic wastes using traditional landfill // Waste management research unit. Griffith University – 1994.
42. A brief summary and interpretation of key points, facts, and conclusions for University of Wisconsin Study: “Life cycle comparison of five engineered systems for managing food waste” by William F. Strutz IN-SINK-ERATOR – 1998.
43. Stop food in landfill / In Sink Eraror. [Электронный ресурс] // – URL: <https://www.foodwastewarrior.com.au/> (Дата обращения: 5.03.2023).
44. Распоряжение Правительства РФ от 25.01.2018 N 84-р (ред. от 13.10.2022) Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года
45. Пляскина Н.И., Харитонова В.Н. Управление в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами: современное состояние // ЭКО. 2016. №12 (510). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-v-sfere-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami-sovremennoe-sostoyanie (дата обращения: 26.04.2023).
46. Лычагина А.А. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РФ // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. 2020. №2-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-problem-v-sfere-obrascheniya-s-othodami-v-rf (дата обращения: 26.04.2023).
47. Бутомо, К. М. Направления совершенствования системы управления твердыми коммунальными отходами / К. М. Бутомо, С. В. Уголков // Аэрокосмическое приборостроение и эксплуатационные технологии : третья Международная научная конференция : сборник докладов, Санкт-Петербург, 14–22 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2022. – С. 49-54.
48. Яковлева О.Н., Верещагина А.В., Третьякова Н.А. СРАВНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ О.Н – 2020.
49. А.А. Зайцев, К.К. Кичева. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПОУЗЕРОВ: ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ – С. 255 // Цифровая география: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т., Пермь, 16–18 сентября 2020 года. Том Том I. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 477
50. Промежуточные итоги реализации реформы в сфере ТКО. Отчет ППК «Российский Экологический Оператор», 2020.