



Н.П. Местников, В.А. Григорьева

ПРОИЗВОДСТВО АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА ИЗ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Учебное пособие
по дисциплине «ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Якутск

2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова
Физико-технический институт
Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова СО РАН
ООО «ЯкутскЭкоСети»

Н.П. Местников, В.А. Григорьева

ПРОИЗВОДСТВО АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА ИЗ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

**Учебное пособие
по дисциплине «Общая энергетика»**

Якутск
2023

УДК 620.91
ББК 31.15
М53

Утверждено учебно-методическим советом СВФУ

Рецензенты:

Н.С. Бурянина, д.т.н., профессор каф. ЭС ФТИ СВФУ, г. Якутск
Л.Р. Гайнуллина, к.т.н., доцент каф. ВИЭ КГЭУ, г. Казань

Местников, Н.П.

Производство альтернативного топлива из твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Общая энергетика» / Н.П. Местников, В.А. Григорьева. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2023. – 1 электрон. опт. диск.

ISBN 978-5-7513-3504-5

Учебное пособие содержит теоретический материал по выполнению практических заданий по дисциплине «Общая энергетика» с ориентацией на освоение ключевых закономерностей в области переработки отходов с учетом климатических особенностей Севера. При разработке учебного пособия применялись стандарты и нормы ГОСТ 33516-2015 и ГОСТ Р 57740-2017.

Предназначено для студентов бакалавриата, магистратуры и специалитета технических направлений.

УДК 620.91
ББК 31.15

ISBN 978-5-7513-3504-5

© Местников Н.П., Григорьева В.А., 2023
© Северо-Восточный федеральный университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ГЛОССАРИЙ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	12
Терминология, принятая в экологии.....	14
ГЛАВА 1. ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ	18
1.1. Виды ТКО	19
1.2. Ключевые методы переработки ТКО	22
1.2.1. Сбор и промежуточное хранение отходов	22
1.2.2. Мусороперегрузочные станции и вывоз ТКО.....	24
1.2.3. Захоронение ТКО и рекультивация полигонов.....	25
1.3. Вопросы для самостоятельной проработки.....	29
ГЛАВА 2. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ.....	31
2.1. Биотермическое компостирование отходов	31
2.2. Термическое обезвреживание отходов.....	32
2.3. Установка по обезвреживанию отходов	38
2.4. Требования к установкам обезвреживания отходов	43
2.5. Вопросы для самостоятельной проработки.....	44
ГЛАВА 3. АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ИЗ ОТХОДОВ.....	46
3.1. Сортировка ТКО и производство альтернативного топлива.....	46
3.2. RDF & SRF топливо из отходов	51
3.3. Область применения альтернативного топлива	55
3.4. Вопросы для самостоятельной проработки.....	57

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ.....	59
4.1. Задания в области размещения ТКО	59
4.2. Задания в области обезвреживания отходов	73
4.3. Задания в области производства и потребления альтернативного топлива	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
ЛИТЕРАТУРА	93

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Общая энергетика» и адресовано студентам 1–2 курсов технических специальностей очного и заочного форм обучения в соответствии с требованиями и условиями ФГОС 3++.

Учебное пособие может быть применено в курсе изучения основ электротехники с учетом климатических особенностей Севера. В пособии соблюдены нормы и стандарты высшего образования к электротехнике, реализовано требование профессионально ориентированного обучения в области электротехники.

Одним из задач данного курса является повышение исходного уровня владения основами функционирования объектов энергетики, функционирующие на основе сжигания продуктов переработки отходов, а также овладение ими необходимым и достаточным уровнем теоретических и практических компетенций для решения специализированных задач с применением определенных закономерностей и методов.

При составлении учебного пособия автор исходил из концепции взаимосвязанного обучения основным видам технологических и инновационных проектов. Данный подход предопределил структуру и содержание пособия.

Учебное пособие направлено на формирование у студентов навыков и компетенций по разработке, оформлению технологических проектов в сфере энергетики с учетом климатических особенностей Севера.

Специализированное оформление пособия, разнообразие иллюстративного материала и обозримое построение дисциплины способствуют повышению мотивации студентов. Некоторые графические интерпретации в пособии играют роль стимула в рамках изучения данной дисциплины. В пособие включен терминологический словарь.

Цель дисциплины – формирование у студента навыков и компетенций по дисциплине «Общая энергетика» в рамках направления производства и

потребления топлива, полученные посредством переработки твердых коммунальных отходов.

Задачами дисциплины являются:

- формирование представления у обучающихся о теоретических основах переработки твердых коммунальных отходов.
- формирование представления у обучающихся о структуре отрасли по переработке отходов.
- развитие у обучающихся практических умений и навыков по топливоснабжению на основе переработки твердых коммунальных отходов.
- формирование у обучающихся профессиональной готовности к овладению технологиями переработки отходов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать: понятийный аппарат в области переработки твердых коммунальных отходов; структуру и этапы развития переработки твердых коммунальных отходов; жизненный цикл работы объектов теплоэнергетики, которые потребляют альтернативное топливо на основе твердых коммунальных отходов.

2) Уметь: проводить сбор и анализ информации в области обращения с твердыми коммунальными отходами, в том числе, с использованием Интернет-ресурсов; осуществлять планирование проекта в области переработки твердых коммунальных отходов; осуществлять технико-экономическую оценку работы объектов энергетики, потребляющие альтернативное топливо на основе твердых коммунальных отходов.

3) Владеть: современными средствами сбора информации; технологиями переработки твердых коммунальных отходов; методами оценки проектов области обращения с отходами.

ГЛОССАРИЙ

№	Сокращенное название	Определение
«А»		
1.	АРМ	Автоматизированные рабочие места
«Б»		
2.	БП	Бизнес-план
«В»		
3.	ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
4.	ВН	Высокое напряжение
5.	ВОС	Водоочистные сооружения
«Г»		
6.	ГИП	Главный инженер проекта
7.	ГБ РС(Я)	Государственный бюджет Республики Саха (Якутия)
8.	ГВС	Горячее водоснабжение
9.	ГО	Городской округ
10.	ГУП	Государственное унитарное предприятие
11.	ГУП «ЖКХ РС(Я)»	Государственное унитарное предприятие «Жилищно-коммунальное хозяйство Республики Саха (Якутия)»
12.	ГПП	Главная понизительная подстанция
13.	ГЧП	Государственное частное партнерство
«Д»		
14.	ДГУ	Дизель-генераторная установка
15.	ДЖКХ	Департамент ЖКХ и энергетики
16.	ДККЭиАР	Департамент коммунального комплекса, энергоэффективности и административной работы
17.	ДЭ	Департамент энергетики, жилищной политики и оперативного контроля
18.	ДЭС	Дизельная электростанция
19.	ДЭФ	Департамент экономики, финансов, имущества и информатизации
«Ж»		
20.	ЖБО	Жидкие бытовые отходы
21.	ЖКХ	Жилищно-коммунальное хозяйство
«З»		
22.	ЗРУ	Закрытая распределительная установка
23.	ЗУ	Земельный участок
«И»		
24.	ИЭИ	Инженерно-экологические изыскания
25.	ИГМИ	Инженерно-гидрометеорологические изыскания
26.	ИГИ	Инженерно-геодезические изыскания

№	Сокращенное название	Определение
27.	ИП	Индивидуальный предприниматель
«К»		
28.	КОС	Канализационно-очистные сооружения
29.	КТП	Комплектная трансформаторная подстанция
30.	КИУМ	Коэффициент использования установленной мощности
«Л»		
31.	ЛК	Личный кабинет
32.	ЛЭП	Линия электропередачи
«М»		
33.	МБО	Мерзлые бытовые отходы
34.	МинЖКХиЭ	Министерство ЖКХ и энергетики
35.	Минстрой	Министерство строительства
36.	МПС	Мусороперегрузочная станция с элементами сортировки
37.	МУП	Муниципальное унитарное предприятие
38.	МУП «ЖКС»	Муниципальное унитарное предприятие «ЖилКомСервис»
39.	МЧП	Муниципальное частное партнерство
40.	Минэкологии	Министерство экологии, природопользования и лесного хозяйства РС(Я)
«Н»		
41.	НПА	Нормативно-правовой акт
42.	НТД	Нормативно-техническая документация
43.	НЦС	Нормативные цены строительства
44.	НН	Низкое напряжение
45.	НИР	Научно-исследовательская работа
«О»		
46.	ОА	Окружная администрация
47.	ОВОС	Оценка воздействия на окружающую среду
48.	ОРУ	Открытая распределительная установка
49.	ООО	Общество с ограниченной ответственностью
50.	ООО «ЯЭС»	Общество с ограниченной ответственностью «ЯкутскЭкоСети»
51.	ООО «ЯЭК»	Общество с ограниченной ответственностью «Якутская экологическая компания»
52.	о.е.	Относительные единицы
«П»		
53.	ПЗ	Пояснительная записка
54.	ПС	Подстанция
55.	ПК	Персональный компьютер
56.	ПВН	Пункт временного накопления

№	Сокращенное название	Определение
57.	ПО	Программное обеспечение
58.	ПОС	Проект организации строительства
59.	ППК РЭО	Публично-правовая компания «Российский экологический оператор»
60.	ППР	Проект производства работ
61.	ПД	Проектная документация
«Р»		
62.	РУ	Распределительная установка
63.	РО	Региональный оператор
64.	РС(Я)	Республика Саха (Якутия)
«С»		
65.	СанПин	Санитарные нормы и правила
66.	СНиП	Строительные нормы и правила
67.	СП	Свод правил
68.	Справка	Справочная информация об определенном вопросе в зависимости от запроса руководства
69.	СН	Собственные нужды
70.	САПР	Система автоматизированного проектирования
71.	СМР	Строительно-монтажные работы
72.	СДТУ	Средства диспетчерского и технологического управления
«Т»		
73.	ТКО	Твердые бытовые отходы
74.	ТКО	Твердые коммунальные отходы
75.	ТЗ	Техническое задание
76.	ТС	Транспортное средство
77.	ТЭР	Технико-экономический расчет
78.	ТЭО	Технико-экономическое обоснование
79.	ТУ	Технические условия
80.	ТОР	Территория опережающего развития
81.	ТОСЭР	Территория опережающего социально-экономического развития
«У»		
82.	УМП	Учебно-методическое пособие
83.	Указ 204 / Нацпроекты	Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
84.	УОО	Установка по обезвреживанию отходов
«Ф»		
85.	ФЗ	Федеральный закон
«Х»		

№	Сокращенное название	Определение
86.	ХВС	Холодное водоснабжение
«Ц»		
87.	Центр ЖКХ	ГАУ РС(Я) «Центр развития жилищно-коммунального хозяйства и повышения энергоэффективности»
«Э»		
88.	ЭС	Электроснабжение
89.	э/э	Электрическая энергия
«Ю»		
90.	ЮЛ	Юридическое лицо

ВВЕДЕНИЕ

В рамках реализации требований и условий Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС 3++) и Федерального закона «Об образовании в РФ» от 29.12.2012 №273–ФЗ высшими учебными заведениями (далее – ВУЗ) активно выполняются процедуры обучения студентов по различным направлениям бакалавриата и специалитета.

В условиях увеличения степени декарбонизации энергетики и ее цифровой трансформации в соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» и постоянной актуализации Федерального закона от 23.11.2009 №261–ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», Федерального закона «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 №35–ФЗ и Распоряжением Правительства РФ от 09.06.2020 года №1523–р «Об утверждении Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года» внутри предприятий в сфере энергетики и коммунального комплекса необходимо обеспечение взаимной интеграции ВУЗов и энергетических компаний в целях получения специалистов высокой квалификации, владеющие навыками в области декарбонизации энергетики, являющимися актуальными в настоящий момент [1–3].

ВУЗы России фактически не имеют учебные факультативы, направленные обучение студентов к компетенциям и навыкам внедрения технологий по переработке твердых коммунальных отходов с последующим производством альтернативного топлива.

В случае несоответствия компетенций, полученные студентом во время обучения в ВУЗе, потенциальные работодатели вынуждены обеспечить переобучение молодого специалиста к новым компетенциям в сфере переработки отходов, где потребуется не менее полугода в зависимости от интеллектуального уровня специалиста, что и является катализатором

замедления развития предприятия. Вследствие данной тенденции потенциальные работодатели вынуждены нанимать на рабочую деятельность специалистов со стажем работы от двух лет.

Решением данной проблемной тенденции является разработка учебного пособия на основании требований и условий рабочей программы дисциплины «Общая энергетика», которое разработано в соответствии с условиями и требованиями существующего уровня развития технологий в сфере переработки отходов.

Автор учебного пособия выражает свою благодарность за ценные замечания и советы своим научным руководителям и наставникам:

- Буряниной Н.С., доктору технических наук, профессору кафедры «Электроснабжение» ФТИ СВФУ имени М.К. Аммосова.
- Кириллин А.В., заместитель генерального директора по обращению с ТКО и цифровизации ГУП «ЖКХ РС(Я)».
- Гайнуллиной Л.Р., кандидату технических наук, доценту, заведующему кафедрой «Возобновляемые источники энергии» Института электроэнергетики Казанского государственного энергетического университета.

Терминология, принятая в экологии

Абиотические факторы – факторы неживой природы и биотические факторы, факторы живой природы, оказывающие прямое или косвенное влияние на живые организмы.

Биогеоценоз – наземная экосистема, объединяющая на основе обмена веществ, энергии и информации сообщества живых организмов (биоценоз) с пространственной совокупностью абиотических сообществ (биотопом).

Биосфера – глобальная экосистема, особая активная оболочка Земли, состав, строение и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов.

Биота – любая пространственная совокупность всех живых организмов безотносительно к категории сообщества (например, биота суши, биота океана, биота биосферы и др.).

Вред окружающей среде – отрицательное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

Геоэкология – междисциплинарная наука о взаимодействии геологических, географических, биологических и социально-производственных систем. Изучает разумное, экологически безопасное природопользование, частные геосферы и проблемы, связанные с деятельностью человека.

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества, энергии, свойства, местоположение, количество которых оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду.

Инженерная экология – междисциплинарная наука, изучающая влияние промышленности, всего хозяйства – от отдельных предприятий до техносферы – на природу и, наоборот, влияние условий окружающей среды на функционирование предприятий и их комплексов.

Качество окружающей среды – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными

показателями или их совокупностью.

Ноогенез – процесс формирования ноосферы.

Ноосфера – сфера разума согласно В. И. Вернадскому, качественно новая, высшая стадия развития биосферы под контролем разумной деятельности человека.

Оздоровление окружающей среды (вместо охраны окружающей среды) – деятельность органов государственной власти РФ, общественных организаций, отдельных лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, предотвращение отрицательного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных, природно-техногенных и техногенных объектов.

Техногенез – процесс развития культуры и техники, порождающий изменения в окружающей человека среде.

Техносфера – часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в инженерно-технические сооружения: города, заводы, карьеры, шахты, дороги, плотины, водохранилища и др., все, что создано человеком; это техногенный мир, в отличие от природного мира, того, что создано природой.

Экология природопользования – экологизация совокупности всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению и восстановлению.

Экосистема – комплекс, в котором абиотические и биотические компоненты связаны обменом веществ, энергии и информации, самая крупная экосистема – биосфера.

Экоразвитие – экономически ориентированное социальноэкономическое развитие, при котором рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением состояния среды обитания и деградацией природных систем, а, наоборот, сопровождается повышением качества окружающей среды.

Экологический мониторинг – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния

окружающей среды под воздействием природных и техногенных факторов.

Экологический контроль – система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и другой деятельности требований, в том числе норматив и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

Экологический аудит – независимая комплексная, документированная оценка соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего отрицательные последствия для природной среды и вызванного отрицательным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, их последствий.

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного отрицательного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Экологические факторы – определенные условия и элементы среды, оказывающие специфическое воздействие на неживую и живую природу. Подразделяются на абиотические (совокупность факторов неорганической среды), биотические (совокупность факторов органической среды) и техногенные (совокупность факторов техногенной среды, порожденной человеком).

Экологический интеллект – экологическое сознание, экологический разум, направленные на оздоровление природы, воспитание любви к природе и патриотизма.

Экологическая культура – гармоничное единство экологического образования и экологического воспитания, направленных на повышение уровня

знаний, интеллекта и формирование активной природоохранной позиции с оздоровлением окружающей среды и воспитанием истинной любви к природе.

ГЛАВА 1. ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ

Твердые бытовые отходы (далее – ТБО) обозначаются предметы и материалы, утратившие в ходе эксплуатации свою потребительскую ценность. К ним относится неорганический, то есть бытовой, мусор и органический – пищевые продукты. В Российской Федерации доля таких отходов составляет $\frac{1}{4}$ от общего количества, увеличиваясь с каждым годом¹.

Термин «ТБО» упразднен и введен термин «ТКО» в связи с актуализацией Федерального закона "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 №89-ФЗ (последняя редакция). Однако критических различий между данными терминами в области обращения с отходами не имеется.

Твердые коммунальные отходы (далее – ТКО) – это отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления, а также товары, которые утратили свои потребительские свойства в процессе их использования. К твердым коммунальным отходам также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и аналогичные по составу, которые образуются в жилых помещениях².

В настоящий момент решение существующих проблем переработки отходов имеет приоритетное значение. В результате постепенного истощения источников природного сырья: нефть, каменный уголь, руда для чёрных и цветных металлов и др. для большинства видов хозяйства особую важность приобретает применение и переработки различных видов отходов. Страны с развитой экономикой успешно реализовывают проекты в области переработки отходов. Данными государствами являются США, Японии, Латвия, Литва, Эстония и ФРГ.

На сегодняшний день система рыночной экономики создает необходимые требования по максимальному внедрению безвредных технологий и полного

¹ Что такое ТКО? [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://musor.moscow/blog/chto-takoe-tbo/> (дата обращения: 05.03.2023).

² Какие отходы относятся к твердым коммунальным, и что можно складировать на контейнерных площадках? [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://clck.ru/33hKoa> (дата обращения: 05.03.2023).

использования всех видов отходов для производственных предприятий, и органов государственной власти (министерства, ведомства, государственные комиссии и др.).

Ключевыми сложными направлениями для решения задач по обезвреживанию ТКО являются:

- Отсутствие чёткой научно-обоснованной классификации отходов.
- Необходимость применения дорогостоящих технологических системы в области переработки отходов.
- Фактическое отсутствие экономической целесообразности обоснования конкретных решений в области обращения с отходами.

1.1. Виды ТКО

В случае подробной оценки комплекса проблем, связанных обращением с ТКО (сбор, транспортировка, обезвреживание, переработка) необходимо формирование и уточнения перечня свойств и состава данного материала.

Если для эффективного сбора и транспортировки ТКО достаточно общей информации об их плотности и влажности, то при выборе технологий, методов утилизации и обезвреживания отходов необходимо иметь доскональную информацию об элементном и морфологическом составе ТКО.

Значительная часть состава ТКО представляют собой различные органические отходы. В большинстве случаев данной части являются бумага и остатки различных пищевых продуктов. Их соотношение в незначительной мере изменяется в зависимости от географического расположения страны, уровня социально-экономического развития и культурных особенностей народов, проживающих в нем. Доля органических отходов в ТКО составляет около 50...60% для развитых странах и 65...70% для развивающихся стран. Удельная теплота сгорания органических фракций ТКО достигает 0,14...0,15 Мкал/кг.

Морфологический состав ТКО. По морфологическому признаку ТКО можно разделить на следующие элементы: картон, бумага, металл (чёрный и цветной), дерево, пищевые отходы, кости, текстиль, кожа, стекло, камни, резина,

полимеры и др. Также существуют прочие фракции – неклассифицируемые виды и медицинские отходы, образующиеся в больницах, госпиталях, медицинских пунктах и объектах санаторно-курортного лечения.

Анализ идентифицировал, что состав отходов на территории России несколько отличается от состава отходов в странах Европейского Союза. В данных странах имеют высокий процент строительные отходы (до 10%) и значительная доля пищевых отходов потребления. На городских полигонах размещения ТКО имеются промышленные отходы.

Значительное влияние на морфологию ТКО в населенных пищевых оказывает внедрение политики раздельного сбора отходов. С течением времени состав ТКО претерпевает незначительные изменения. Наблюдается увеличение объемов отходов из бумаги, полимерных материалов, пищевых отходов и цветных металлов. С начала 1992 года зафиксирован скачкообразное увеличение отходов на основе полимерных упаковочных материалов. Практически не изменилось соотношение содержания пищевых отходов к суммарному объему образующегося ТКО.

Уменьшение объемов, образующихся ТКО, является одним из способов борьбы с увеличением массы ТКО. Под уменьшением отходов подразумевается запланированная серия процедур, направленные на уменьшение количества и вредных свойств образующихся отходов и увеличение доли отходов, которые применяются для последующей переработки в вторичную продукцию.

В развивающихся странах Европы, Северной Америки и Юго-Восточной Азии производятся все необходимые мероприятия, направленные на уменьшение образования отходов упаковки. Данная доля также занимает значительную часть ТКО в качестве следующих соотношений:

- До 30% отходов по весу и 50% по объёму составляет упаковки продуктов.
- До 13% веса и 30% объёма упаковки продуктов изготовлены из полимерных материалов.

В развивающихся странах в два раза удваивается абсолютное количество отходов из пластика каждые 10 лет. Одним из ключевых направлений мероприятий по уменьшению отходов является уменьшение отходов, связанных с упаковкой продуктов. Упаковка товаров зависит от предпочтений потребителей, которые формируются рекламой, СМИ и др.

При приобретении товаров необходим учет следующих рекомендаций:

- Предпочтение к продуктам многоразового использования.
- Отказ от использования ненужной упаковки.
- Предпочтение к минимальной упаковке – приобретение товаров в лёгкой упаковке.
- Предпочтение к упаковке, которую можно быть вторично переработана и использована.
- Предпочтение к упаковке, изготовленной из вторично переработанных или экологически чистых материалов.

Необходимой процедурой уменьшения отходов является удаление из общего потока ТКО особо опасных отходов, такие как: детергентов, ядохимикатов, лакокрасочных материалов, аккумуляторов и батареек.

Вышеприведенные отходы не должны попадать на мусоросжигательные и мусороперерабатывающие и мусороперегрузочные станции, а также в стандартные полигоны размещения ТКО.

Обращение (транспортировка и хранения) с опасными отходами требует применения дорогостоящих и сложных технологий и реализуется предприятиями, имеющие определенную государственную лицензию на деятельность данного типа, работа которых оплачивается производителем опасных отходов, или, в определенных случаях, государством и страховыми организациями.

1.2. Ключевые методы переработки ТКО

1.2.1. Сбор и промежуточное хранение отходов

В большинстве случаев сбор ТКО является дорогостоящим мероприятием всего процесса обезвреживания ТКО. Правильная организация сбора ТКО позволит уменьшить потребление средств, излишки которых можно направить на организацию переработки отходов.

Российская система сбора ТКО с точки зрения экономичности должна оставаться стандартизированной на основе требований действующего законодательства. Необходимо дополнительное планирование для решения возникших проблем (к примеру, отходы киосков различных видов, на сбор которых не хватает ресурсов и времени). Часто средства для решения вновь возникших проблем можно найти, вводя за сбор мусора дифференцированную плату.

На территории РФ приходится транспортировать отходы на значительные расстояния. В целях решения данной проблемы внедряются станции временного накопления отходов, от которых мусор будет вывозиться по железной дороге или крупными мусоровозами.

На базе полигонов размещения ТКО во многих городах созданы специализированные предприятия по сбору, складированию и временному хранению ТКО – *региональные операторы*.

Региональный оператор по обращению с ТКО – это юридическое лицо, обязанностью которого является организация и осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обезвреживанию, утилизации и размещению всех ТКО, образующихся в зоне его деятельности, строго в соответствии с действующим законодательством.

Региональный оператор создается субъектом Российской Федерации, и им может быть создано несколько региональных операторов, каждый из которых осуществляет деятельность на части территории такого субъекта Российской Федерации.

Деятельность регионального оператора осуществляется в соответствии с федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации с учетом особенностей, установленных настоящим Кодексом, принятыми в соответствии с ним законами и иными нормативными правовыми актами субъекта Российской Федерации³.

Деятельность регионального оператора регулируются и контролируются региональными исполнительными органами государственной власти и *Публичной правовой компанией «Российский экологический оператор»*.

ППК «РЭО» создана в соответствии с Указом Президента России от 14.01.2019г. № 8 «О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор»» [5–6].

Основные цели деятельности ППК РЭО⁴:

- Формирование комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами.
- Обеспечение управления указанной системой.
- Предотвращение вредного воздействия таких отходов на здоровье человека и окружающую среду.
- Вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве сырья, материалов, изделий для превращения их во вторичные ресурсы, способствующие изготовлению новой продукции, получения энергии, а также в целях ресурсосбережения.

Полигоны размещения ТКО контролируются природоохранными организациями в том числе региональными Управления Роспотребнадзора и Росприроднадзора.

³ Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 21.11.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). [Электронный ресурс]: режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/338b24e62c17c6a8501545417490bd709cada2c4/ (дата обращения: 06.03.2023).

⁴ ППК «Российский Экологический Оператор». [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://reo.ru/> (дата обращения: 07.03.2022).

1.2.2. Мусороперегрузочные станции и вывоз ТКО.

В отечественной и мировой практике наблюдается тенденция замены прямого вывоза ТКО двухэтапным с применением мусороперегрузочных станций. Наибольшее распространение применения МПС получила в крупных городах и населенных пунктах, в которых полигоны размещения ТКО расположены в значительном расстоянии от земельных участков, где размещены жилые дома и здания в пределах санитарно-защитной зоны 500...1000 метров⁵ [7]. В случае двухэтапного вывоза ТКО наиболее применяются транспортные мусоровозы большой вместимости со съёмными пресс-контейнерами с задней или боковой загрузкой.

Двухэтапная система вывоза ТКО включает в себя следующие технологические операции:

- Сбор ТКО в местах накопления.
- Вывоз отходов обычными собирающими мусоровозами на МПС.
- Перегрузка в транспортные мусоровозы большой вместимости.
- Перевозка ТКО к местам их утилизации или захоронения.
- Выгрузка ТКО.

Использование МПС позволяет:

- Уменьшить расходы на транспортировку ТКО в места утилизации или захоронения.
- Уменьшить количество обычных собирающих мусоровозов.
- Уменьшить суммарные выбросы в атмосферу от мусоровозного транспорта.
- Модернизировать технологию складирования ТКО.

Применение МПС имеет положительный характер с точки зрения охраны окружающей среды, так как уменьшается количество полигонов размещения ТКО, уменьшается интенсивность движения по транспортным магистралям и др.

⁵ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902065388> (дата обращения: 03.03.2023).

В целях получения преимущества, которые даёт эксплуатация МПС, необходимо обеспечение решения ряда организационных и технических вопросов, а именно выбор типа МПС, типа, применяемого на ней оборудования, включая мусоровозы большой вместимости, места размещения МПС, её производительность (установленная мощность, [тыс. тонн ТКО/год]) и определение количества МПС для определенного города.

1.2.3. Захоронение ТКО и рекультивация полигонов

Захоронение ТКО – это наиболее применяемый способ удаления отходов во всем мире. Захоронение отходов осуществляется на приповерхностной геологической среде.

Известно, что данный способ имеет высокую санитарно-эпидемиологическую и химическую опасность неорганизованного сбора, складирования и хранения ТКО, при выборе площадки, предназначенной под полигон размещения отходов (свалка), необходимо тщательно исследовать ряд вопросов, такие как:

- Особенности местности размещения отходов.
- Тип (рельеф) местности.
- Особенности геологического состава земных слоёв места, предназначенного для полигона размещения ТКО.
- Особенности окружающего природного ландшафта.
- Направления розы ветров относительно близлежащего населенного пункта/города.

После тщательного анализа вышеуказанных факторов, исследованные высококвалифицированными специалистами из числа членов состава государственной экологической экспертизы осуществляются выбор участка для строительства полигона размещения ТКО в соответствии с их рекомендациями.

Эксплуатируемые полигоны размещения ТКО имеют некоторые проблемные точки, такие как:

- Риск самовозгорания, захороненного ТКО.

- Риск взрыва свалочных газов, образуемые вследствие окисления, захороненного ТКО.
- Загрязнение окружающей среды и близлежащих объектов водного фонда (река, озеро, ручейки).
- Возможность образования источника инфекции и болезней.
- Возможность образования рассадниками грызунов и птиц.

В конце 1950-х годов активно внедрены «санитарные полигоны», на которых отходы определённый промежуток времени пересыпают почвой. Современные полигоны (рис. 1.1) представляют собой инженерно-техническую систему с обязательным наличием системы дезинфекции и водоотвода, обеспечивающая отсутствие контакта отходов с окружающей средой. Однако наличие данной системы затрудняет процесс разложения отходов.

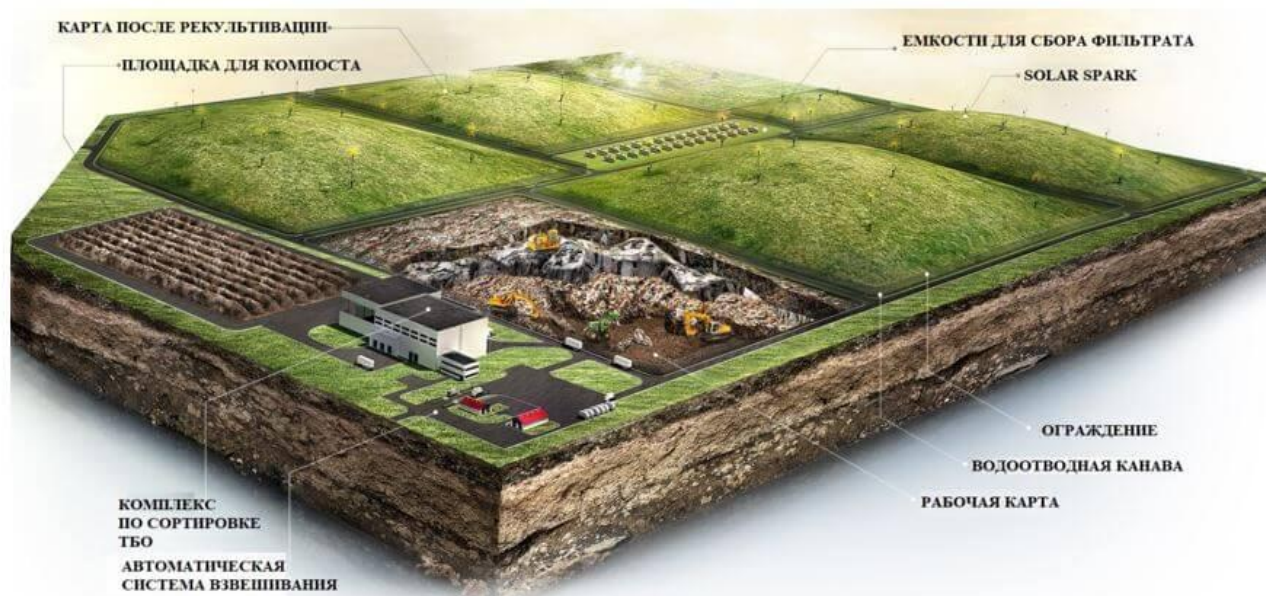


Рисунок 1.1 – Полигон размещения ТКО

На вышеуказанном рисунке видно, что полигон размещения ТКО поделен на карты (участки), где производится складирование отходов. Как правило, карты снабжены системами водоотвода и сбора фильтрата. После 100% наполнения карты выполняются процедуры рекультивации путем многоступенчатого размещения различных покрытий на тело карты. Также в соответствии с действующим законодательством РФ захоронение отходов

должно быть произведено только после процедур предварительной сортировки ТКО в целях получения полезных фракций (стекло, металлы, полиэтилен и др.) и уменьшения объемов захоронения отходов для последующего увеличения срока службы полигона.

Особенно важно запланировать мероприятия по выводу полигона из эксплуатации для последующей рекультивации (рис.1.2).

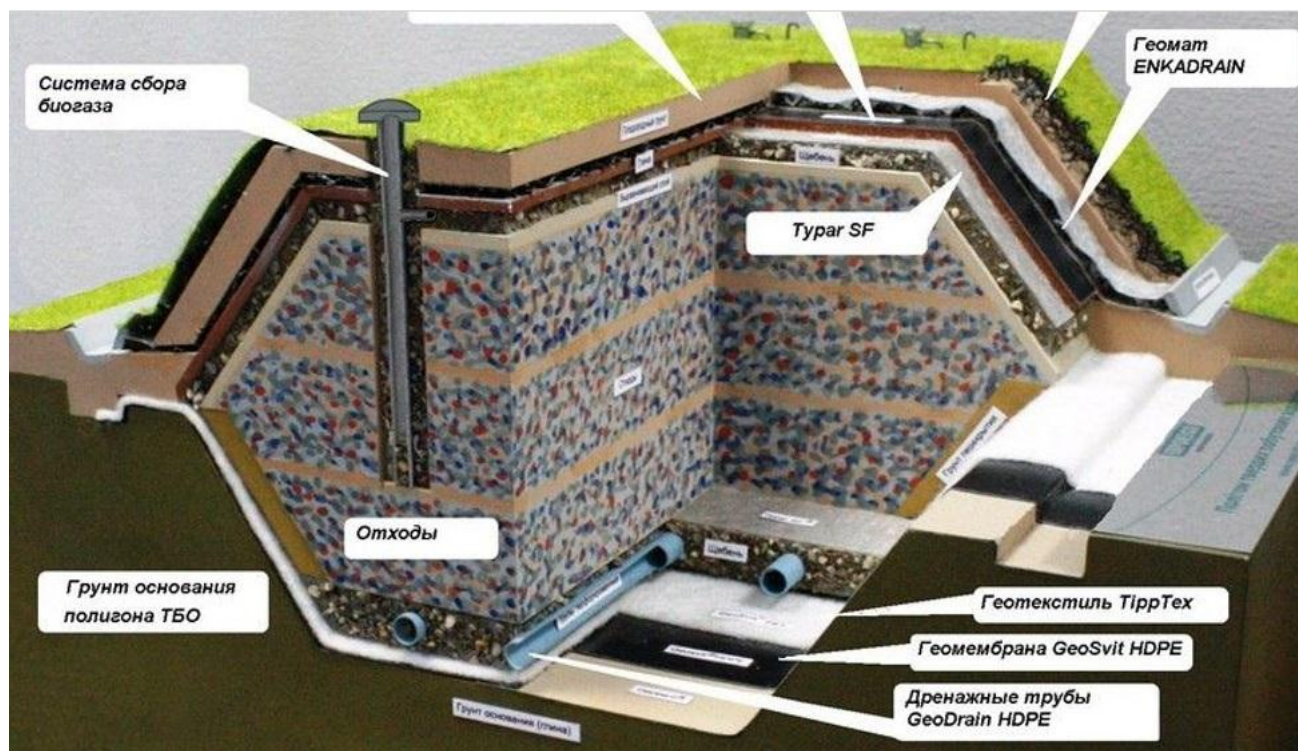


Рисунок 1.2 – Полигон ТКО после рекультивации

На вышеуказанном рисунке видно, что рекультивация полигона размещения ТКО производится в виде «пирога» послойно, где имеются дополнительные покрытия в целях предотвращения попадания выбросов вредных веществ на почву и воздушную среду. Дополнительно внедрена система оТКОра свалочных газов, образующиеся вследствие химического окисления захороненных отходов. Свалочные газы могут быть применены в топливоснабжении газотурбинных установок, генерирующие электроэнергию.

Представлены ключевые требования, предъявляемые к полигону размещения ТКО, такие как:

- Полигон должен быть расположен на определённой высоте относительно близлежащих объектов водного фонда в целях снижения риска залива паводковыми водами.

- Полигон должен быть расположен на расстоянии 500...1 000 метров от крайней точки близлежащих объектов водного фонда в зависимости от проектной мощности объекта.

- Полигон должен быть расположен на расстоянии 500 метров от крайней точки близлежащих земельных участков лесного фонда и сельскохозяйственного назначения.

- Полигон должен быть расположен вне крайней точки территории шестой подзоны приаэродромной территории в целях снижения риска привлечения и массового скопления птиц (не менее 15 километров от контрольной точки аэродрома)⁶ [8]. Запрос на план подзон приаэродромных территорий производится посредством направления официальных обращения в адрес руководства близлежащего аэропорта.

- Полигон должен быть расположен в месте, окружённом солидными лесными массивами, и направление преобладающей розы 10 ветров должно исключать возможность попадания воздуха с поверхности полигона в близлежащие населённые пункты/города.

- Тело полигона должно иметь водонепроницаемое покрытие, обеспечивающее многолетнюю работу полигона, предотвращая риск возможности оползней, просачивания продуктов разложения в почву и грунтовые воды.

- ТКО должны быть складированы и равномерно распределены по карте (участок) полигона сравнительно тонким слоем с учетом обязательного уплотнения (утрамбовки) посредством применения пресс-компакторов (к примеру, модель «УМ-38 «Бурлак») с весом не менее 39 тонн. Также колеса

⁶ пп. 6 п. 2 Статьи 47 Воздушного кодекса РФ" от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)

пресс-компакторов должны быть выполнены в виде металлической гусеницы или колес без резиновых шин.

- Предотвращение риска попадания грунтовых вод на основание полигона.
- Максимальная высота слоя закладки ТКО не должна превышать 2 м. Уплотнённые ТКО должны быть покрыты промежуточным слоем, препятствующим уносу ветром мелких и лёгких фракций ТКО, а также выходу на свободную поверхность различных вредных насекомых и, прежде всего, мух.
- ТКО необходимо складировать, хранить и перемещать на заранее спланированные участки (карты) по мере их сепарации и переработки.
- Обязательное соблюдение действующих санитарно-эпидемиологических норм, предъявляемых к эксплуатации полигонов.
- Обязательное обеспечение засыпки ТКО (с учётом расположения карт) и наличие запаса материала для верхнего покрывающего слоя.
- Предотвращение риска возгорания ТКО на территории полигона.
- Обеспечение периодического полива поверхности ТКО на весенне-летний период.
- Отсутствие возможности складирования и хранения ТКО с единичными трупами животных, а также взрывоопасными и токсичными промышленными отходами. Санитарные эпидемиологические центры и комитеты по охране природы осуществляют постоянный мониторинг за правильной эксплуатацией полигонов ТКО.

1.3. Вопросы для самостоятельной проработки

1. Приведите существующие виды твердых коммунальных отходов в соответствии с Федеральным законом "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ.
2. Опишите ключевые свойства и направления применения полезных фракций от ТКО.
3. В чем заключается основная сущность необходимости предварительной сортировки ТКО?

4. Приведите классический пример технологического цикла функционирования полигона размещения ТКО.
5. Как выполняется рекультивация полигона размещения ТКО?
6. Какие технологии применяются при рекультивации полигона размещения ТКО?
7. Что такое мусороперегрузочная станция?
8. Опишите технологический цикл термического обезвреживания ТКО?
9. Приведите пример и опишите существующую модель установки по обезвреживанию отходов.
10. Как выполняется сбор ТКО в городских и сельских условиях?

ГЛАВА 2. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

2.1. Биотермическое компостирование отходов

Биотермическое компостирование отходов – это один из способов обезвреживания ТКО, основанный на ускорении естественных реакций химического распада отходов при температуре порядка 60 °С в кислородной среде, подаваемого в качестве горячего воздуха.

В результате данного воздействия биомасса ТКО превращается в компост внутри специальной биотермической установки. В целях реализации данного технологического процесса обрабатываемые отходы должны быть очищены от крупногабаритных предметов, а также от стекла, металлов, пластмассы, керамики и резины.

В биотермических установках очищенные фракции отходов подлежат выдержке в течение двух суток в целях получения товарного продукта. Компостируемый мусор снова очищается от цветных и чёрных металлов, подлежит измельчению и складированию в целях дальнейшего использования в качестве биотоплива в объектах топливно-энергетического комплекса или компоста в агропромышленном комплексе.

Процесс биотермического компостирования необходимо реализовывать на предприятиях по механической переработке ТКО, что является ключевой частью технологической цепи данных предприятий.

Существующие технологии компостирования отходов не позволяют избавиться от солей тяжёлых металлов, приводящее к непригодности компоста из ТКО для применения в агропромышленном комплексе. Известно, что данные предприятия имеют убыточную тенденцию функционирования.

На основании вышеизложенного разрабатываются концепции производства синтетического жидкого и газообразного топлива для ТС из продуктов компостирования, полученных на МПС. Например, применение

полученного компоста в качестве полуфабриката в целях дальнейшей переработки в биогаз.

2.2. Термическое обезвреживание отходов

Термическое обезвреживание – это один из наиболее сложных и «высокотехнологичных» способов обезвреживания отходов. Процессу обезвреживания предшествует предварительная обработка ТКО с получением топлива, извлечённого из отходов.

В процессе разделения ТКО из них удаляют металлы, крупные объекты и дополнительно их измельчают. Из вводимых отходов необходимо извлечь аккумуляторы и батарейки, листья, пластик, чтобы уменьшить объемы вредных выбросов в атмосферу. В настоящий момент процесс обезвреживания неразделённого потока ТКО имеет чрезвычайно высокую опасность. Таким образом, термическое обезвреживание отходов должно стать только одним из компонентов сложной комплексной программы утилизации ТКО.

Удельный вес отходов при термическом обезвреживании уменьшается в 2...3 раза и устраняются некоторые отрицательные свойства:

- Выделение токсичных бактерий и жидкостей.
- Отсутствие кормовой базы для грызунов и птиц.

Выделенная дополнительная энергия может быть направлена на получение тепловой и электрической энергии. Главная цель термического обезвреживания – уменьшение объёма ТКО перед вывозом на полигон размещения отходов.

Доля золы после процедур термического обезвреживания составляет примерно 30% от массы ТКО. Наибольшее распространение получили три метода утилизации и термического обезвреживания ТКО, такие как:

- Слоеое обезвреживание исходных отходов в мусоросжигательных котлах.
- Камерное или слоеое обезвреживание обогащённых отходов, очищенных от балластных составляющих и имеющих относительно стабильный фракционный состав в цементных печах или в топках энергетических котлов.

- Пиролиз отходов, как обогащённых, так и не обогащённых.

В целях обеспечения экологической безопасности при термическом обезвреживании отходов необходимо соблюдение следующих правил:

- Поддержание определенной температуры и продолжительности термического обезвреживания, зависящие от типа отходов.
- Создание турбулентных воздушных потоков, обеспечивающие полноту термического обезвреживания отходов.

На основании того, что отходы значительно различаются по физико-химическим свойствам и источникам образования, существует множество типов оборудования и технических средств для термического обезвреживания. В настоящий момент активно производятся исследования, направленные на совершенствование процессов термического обезвреживания отходов. Они обусловлены ужесточением экологических норм и изменением состава ТКО. Например, замена воздуха, подаваемого к месту сжигания отходов на кислород, приводит к ускорению процесса сжигания, что обеспечивает снижение объёма горючих отходов, изменяет их состав, позволяет получить стеклообразный шлак и полностью исключить фильтрационную пыль, подлежащую подземному складированию.

К современным способам обезвреживания отходов можно отнести сжигание в псевдосжиженном слое. При данном способе достигается высокая полнота сгорания отходов с минимальными объемами выбросов вредных веществ. Установлено, что термическое обезвреживание отходов необходимо применять в городах с населением от 15 тыс. жителей и более при суточной установленной мощности установки около 100 тонн. С каждой тонны отходов вырабатывается электроэнергии – до 400 кВт·ч.

Кроме того, топливо из ТКО получают в виде брикетов и гранул, а также в измельчённом состоянии. Поскольку сжигание топлива в измельчённом состоянии сопровождается образованием большого количества пыли, а использование топлива в виде брикетов приводит к трудностям при загрузке печи и поддержании устойчивого процесса горения, предпочтение отдаётся

гранулированному топливу. В случае сжигания гранулированного топлива КПД котла должно иметь довольно высокий КПД. Процесс сжигания отходов обеспечивает минимальное содержание разлагающихся веществ в шлаке и золе, но является источником выбросов в атмосферу вредных веществ.

В современных условиях ключевым направлением, обеспечивающим сокращение выброса вредных веществ в окружающую среду, является раздельный сбор или сортировка ТКО.

В последнее время широкое распространение получил способ совместного сжигания ТКО и шламов сточных вод. Данный метод приводит к отсутствию неприятного запаха, а также позволяет использовать полученное тепло для сушки осадков и сточных вод. Из-за того, что в последнее время были ужесточены нормы выбросов в атмосферу газовой составляющей процесса сжигания, стоимость процесса газоочистки на мусоросжигательных заводах резко возросла. В связи с чем, большинство мусоросжигательных предприятий являются убыточными. Необходимо разрабатывать способы переработки ТКО, позволяющие утилизировать и вторично использовать ценные компоненты, содержащиеся в мусоре.

В России методы обезвреживания ТКО с применением пиролиза малоизвестны на фоне высоких операционных и капитальных затрат. Суть процесса пиролиза заключается в необратимом химическом изменении ТКО под действием температуры без доступа кислорода. В зависимости от используемой температуры пиролиз условно можно разделить на *низкотемпературный* (до 900 °С) и *высокотемпературный* (свыше 900 °С).

Низкотемпературный пиролиз – это процесс, в результате которого измельчённые ТКО подвергаются термическому разложению. Существует несколько вариантов процесса пиролиза мусора: пиролиз отходов органического происхождения под действием температуры без доступа воздуха; пиролиз при температуре 760 °С в присутствии воздуха, обеспечивающего неполное сгорание отходов; пиролиз с использованием вместо воздуха кислорода с целью получения большого количества тепла; пиролиз при температуре 850 °С без

разделения отходов на неорганическую и органическую составляющие. Дальнейшее увеличение температуры пиролиза приводит к уменьшению выхода твёрдых и жидких продуктов и к повышению выхода газа. Главным преимуществом пиролиза по сравнению с процессом непосредственного сжигания отходов является его высокая эффективность с точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды. Кроме того, с помощью пиролиза можно перерабатывать различные составляющие ТКО, не поддающиеся утилизации, а именно, пластмассы, автопокрышки, отстойные вещества, отработанные масла и др. После проведения пиролиза практически не остаётся биологически активных веществ, в связи с чем, подземное складирование отходов пиролиза не несёт в себе вреда окружающей среде. Образующийся в результате пиролиза пепел имеет высокую плотность, что значительно уменьшает объём отходов, подвергаемых подземному складированию. При пиролизе невозможно восстановление (выплавка) тяжёлых металлов. К преимуществам пиролиза можно отнести малую мощность используемого оборудования и лёгкость транспортировки и хранения полученных продуктов. Поэтому, пиролиз требует меньших капитальных затрат. Предприятия по переработке ТКО пиролизом в настоящее время функционируют в США, Дании, Японии, Германии и других развитых странах. Наиболее широко научные исследования и практические разработки в этой области начались в 70-х годах прошлого века, в период так называемого «нефтяного бума». С этого времени получение энергии и тепла путём пиролиза из резиновых, пластмассовых и других горючих отходов стало рассматриваться как один из важных источников выработки энергетических ресурсов. Наибольшее значение этому процессу придают в Японии.

Высокотемпературный пиролиз, по сути, есть не что иное, как превращение мусора в газ. Технология этого метода подразумевает получение из ТКО (в первую очередь из биологической составляющей) вторичного сырья – синтез-газа, с целью использования его для получения горячей воды, пара и электроэнергии. Также в результате процесса высокотемпературного пиролиза

образуются твёрдые продукты в виде шлака и золы, т.е. непиролизуемые остатки. Технологическая схема этого метода утилизации включает в себя четыре последовательных этапа: удаление из мусора крупногабаритных предметов, чёрных и цветных металлов с использованием электромагнита и путём индукционного сепарирования; обработка подготовленных ТКО в камере газификатора с целью получения синтез-газа и вторичных побочных химических соединений – азота, хлора, фтора; очистка синтез-газа от вредных примесей с целью повышения его энергоёмкости и экологических свойств, охлаждение и поступление синтез-газа в скруббер для последующей очистки щелочным раствором, в первую очередь, от соединений фтора, хлора, цианидов и серы; сжигание очищенного синтез-газа в специальных котлах-утилизаторах для получения горячей воды, пара, или электроэнергии.

Комбинированная технология переработки зольных и шлаковых отвалов ТЭЦ с добавлением части ТКО является одним из вариантов процесса высокотемпературного пиролиза. Этот способ высокотемпературного пиролиза переработки мусора характеризуется комбинацией следующих процессов: сушка – пиролиз – сжигание – электрошлаковая обработка. Основным оборудованием выступает рудно-термическая электропечь в специальном герметичном варианте, обеспечивающем расплавление подаваемых шлака и зола, выжигание из них углеродных остатков, а также осаждение металлических включений. Электропечь снабжена элементами, обеспечивающими раздельный выпуск металла, в дальнейшем перерабатываемого, и шлака, предназначенного для изготовления строительных блоков или гранулята используемого в строительной индустрии. Параллельно в электропечь подаются ТКО, где они преобразуются в газ под действием высокой температуры расплавленного шлака. Количество воздуха, который подаётся в расплавленный шлак, должно обеспечить окисление углеродного сырья и ТКО.

Одним из перспективных процессов является экологически чистая технология высокотемпературной (плазменной) переработки ТКО. При осуществлении данного процесса к бытовым отходам при предварительной

подготовке не предъявляется жёстких требований по влажности, химическому и морфологическому составам, а также агрегатному состоянию. Технологическое обеспечение и конструкция аппаратуры позволяют получать вторичную энергию в виде перегретого водяного пара или горячей воды с подачей их потребителю, а также вторичную продукцию в виде гранулированного металла и шлака или керамической плитки. По сути, это один из видов комплексной переработки ТКО с получением тепловой энергии и полезных продуктов из бытового мусора, являющийся при этом экологически чистым.

Таким образом, следует отметить, что высокотемпературный пиролиз является наиболее перспективным направлением переработки ТКО, как с точки зрения экологической безопасности, так и с точки зрения получения таких вторичных полезных продуктов как шлак, синтез-газ, различные металлы и другие материалы, которые имеют широкое применение в народном хозяйстве. Высокотемпературный пиролиз позволяет экологически чисто, экономически выгодно и технически довольно просто перерабатывать ТКО без их предварительной подготовки, т.е. сортировки, сушки и т.д.

При выборе технологии для переработки ТКО необходимо руководствоваться следующими требованиями: произвести как можно больше ценных конечных продуктов, для реализации их на рынке и обеспечить минимальное количество выбросов в атмосферу вредных веществ. Чтобы максимально полно решить эти задачи необходимо использовать систему автоматической сортировки и разделенной переработки различных типов ТКО с помощью современных технологий.

Комбинации рассмотренных технологий устанавливаются в регионе на нескольких площадках таким образом, чтобы была обеспечена минимальная по времени транспортировка ТКО к месту переработки и своевременная поставка ценных конечных продуктов на сопутствующие производства. Предприятие по переработке ТКО может состоять из модулей различных типов и включать в себя сопутствующие производства. В зависимости от производительности завода выбирается количество технологических линий в каждом модуле. При

производительности завода 90 000 т ТКО в год достигается минимально допустимое соотношение.

2.3. Установка по обезвреживанию отходов

Установка обезвреживания отходов – это совокупность теплотехнического оборудования, соединенного в единой системе, предназначенная для термического обезвреживания отходов путем использования воздухоочистительных фильтров для уменьшения выбросов вредных веществ в том числе фуранов и диоксинов.

Представлены существующие и имеющиеся в свободной продаже установки обезвреживания отходов, произведенные на территории РФ.

УОО «КИ-500 Киберинси». Производитель – ООО «Кибер Топ Системс».

УОО имеет основных технические характеристики, приведенные в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики УОО КИ-500 Киберинси

№	Наименование параметра	СИ	Количественный параметр
1.	Производительность	кг/ч	500,00
2.	Объем пространства реактора	м ³	1,61
3.	Рабочая температура в топке	°С	от +800 до +1 300
4.	Рабочая температура в дожигателе	°С	от +1 000 до +1 300
5.	Общий объем камеры дожигания	м ³	5,80
6.	Потребляемая электр. мощность	кВт	1,00
7.	Средний расход топлива	кг/ч	175,00

На рис. 2.1–2.2 представлены внешний вид и общая схема «КИ-500 Киберинси».



Рисунок 2.1 – Внешний вид КИ-500 Киберинси



Рисунок 2.2 – Общая схема «КИ-500 Киберинси»

На вышеуказанных рисунках видно, что «КИ-500 Киберинси» состоит из:

- Бытовой модуль.
- Модуль автоматизированной системы управления.
- Автоматизированный модуль предварительной сортировки.
- Модуль подготовки топлива для разгона.
- Модуль «Энергоблок» для генерации тепловой и электрической энергии.

Функционирование данного объекта производится путем работы двух операторов для контроля за технологическим процессом со степенью автоматизации – до 90%.

На рис. 2.3 представлены технические характеристики данного объекта.

Основные параметры КИ-500 и комплектация.

1. Габаритные размеры Д*Ш*В: 5630*2300*2885.
2. Вес установки: 5850 кг.
3. Топливо твёрдое: дрова, торф, уголь, отходы деревопереработки.
4. Основные эксплуатационные особенности установки:
 - Производительность по термической деструкции ТКО: 500 кг/час (12 тонн/сутки).
 - При необходимости обеспечения большей производительности ММПК, увеличивается кол-во модулей термической деструкции.
 - Потребляемая электрическая мощность – 3 кВт. Напряжение 220 В.
 - Средний расход топлива до выхода на рабочий режим: 175 кг – дрова.
5. Загрузочное устройство: шлюз исключающий доступ атмосферного воздуха.
6. Контейнер, габаритные размеры Д*Ш*В: 6000*2400*3000 в комплекте.
7. Дымовая труба длиной до L=3м футерованная теплоизоляцией.

Рисунок 2.3 – Технические характеристики «КИ-500 Киберинси»

Инсинератор «ИНСИ С-500». Производитель – ООО «ИнсиПром».

Данный объект имеет стационарное исполнение и при помощи ТС может доставляться в любую точку района или населенного пункта при условии удовлетворительного качества транспортной инфраструктуры. Технические характеристики рассматриваемого объекта представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики инсинератор «ИНСИ С-500»

№	Наименование параметра	СИ	Количественный параметр
1.	Производительность	кг/ч	500,00
2.	Объем камеры сжигания	м ³	6,7
3.	Рабочая температура в топке	°С	от +800 до +1 300
4.	Рабочая температура в дожигателе	°С	от +1 000 до +1 300
5.	Объем загрузки ТКО	кг	3 500,00
6.	Огневая мощность для дизеля	кВт	1 500,00
7.	Расход дизельного топлива	л/ч	41,60

На рис. 2.4 представлен внешний вид инсинератора «ИНСИ С-500».



Рисунок 2.4 – Внешний вид инсинератор «ИНЦИ С-500»

Рассмотрена модель УОО – «Инсинератор IZHTEL-2000». Производитель – ООО ПО «ИжТел». УОО имеет необходимые сертификаты и разрешительные документы, соответствующие экологическим требованиям РФ и стран СНГ. Выбросы дымовых газов соответствуют нормам предельно допустимой концентрации.

Область применения: сжигание медицинских отходов (класса А, Б, В, частично Г); сжигание ТКО; утилизация биоорганических отходов; уничтожение биологических отходов; сжигание промышленных отходов; сжигание нефтяных шламов; др. Технические характеристики объекта представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики УОО «IZHTEL-2000»

№	Наименование параметра	СИ	Количественный параметр
1.	Производительность	кг/ч	300,00-350,00
2.	Объем камеры сжигания	м ³	4,50
3.	Рабочая температура в топке	°С	от +800 до +1 200
4.	Рабочая температура в дожигателе	°С	от +1 000 до +1 200
5.	Количество горелок	ед.	3
6.	Расход топлива (природный газ)	м ³ /ч	9,90-17,00
7.	Расход топлива (дизель)	л/ч	7,00-14,80

На рис. 2.5–2.6 представлен внешний вид УОО «IZHTEL-2000» и общая схема данного объекта.



Рисунок 2.5 – Внешний вид УОО «IZHTEL-2000»

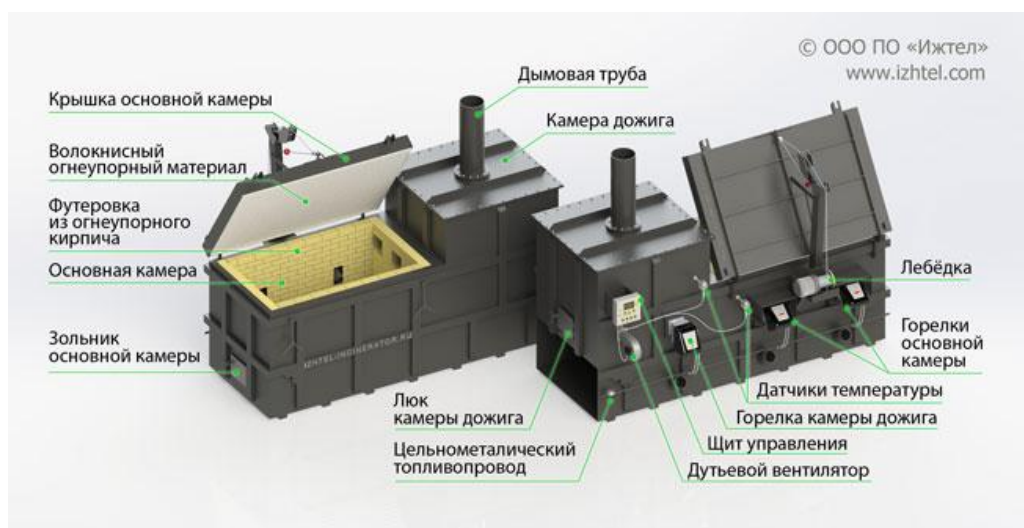


Рисунок 2.6 – Общая схема УОО «IZHTEL-2000»

Обзор по установкам обезвреживания отходов показал, что на территории РФ активно производятся УОО на фоне увеличения спроса в связи с реализацией целевых показателей «мусорной реформой». В условиях Севера и Арктики использование УОО стационарного исполнения с минимальным потреблением дорогостоящего дизельного топлива является наиболее востребованным и целесообразным.

В этой связи эксплуатация «IZHTEL-2000» для малых населенных пунктов Севера и Арктики с учетом периодической транспортировки по другим населенным имеет высокую актуальность. Эксплуатация «ИНСИ С-500»

актуальна преимущественно для районных центров РС(Я) с учетом годового объема образования ТКО. В случае обобщения процесса обязательной сортировки ТКО для подачи на сжигание, то эксплуатация «КИ-500 Киберинси» является актуальным и целесообразным.

2.4. Требования к установкам обезвреживания отходов

При проектировании или эксплуатации УОО надзорные органы требуют соблюдение следующих условий:

1. Санитарно-защитная зона не менее 500 метров от границ земельного участка УОО до объектов жилищного фонда, социально-экономической отрасли, сельскохозяйственного кластера и т.д. в соответствии с требованиями Главы V СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

2. Расстояние от границ земельного участка УОО до контрольной точки аэродрома любого типа должно быть не менее 15 км в соответствии со Статьей 47 Воздушного кодекса Российской Федерации от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 08.06.2020).

Риски по требованию №1 должно быть принято и учтено в обязательном порядке. Поиск необходимого земельного участка с учетом данных требований является вполне достижимым и выполнимым при тесном взаимодействии с ОМСУ.

Риски по требованию №2 должно быть принято и учтено в обязательном порядке. Однако ряд аэродромов Арктической зоны находятся в непосредственной близости от населенного пункта. В этой связи создается проблемная точка по поиску необходимого земельного участка для размещения УОО с учетом требований 6-й подзоны приаэродромной территории аэропорта. В этой связи предлагается следующее: обеспечить размещение УОО в закрытом исполнении внутри определенного строительного объекта вместе с ПВН в обязательном порядке в целях по недопущению скопления птиц в данном объекте.

Необходим учет внедрения воздухоочистительных фильтров в технологической цепочке функционирования УОО в целях недопущения выброса вредных веществ в атмосферу и уменьшения степени задымления в прилегающем воздушном пространстве. На рисунке 2.7 представлен образец данного объекта по размещению ПВН и УОО.

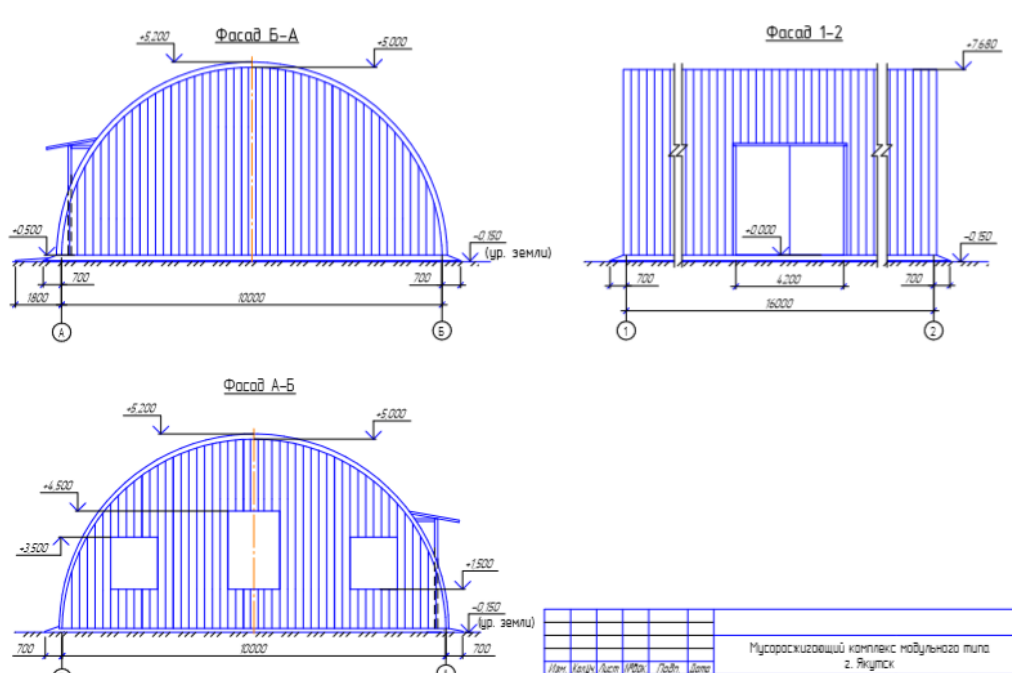


Рисунок 2.7 – Цех УОО

При обеспечении данного требования для предотвращения скопления птиц в соответствии с разъяснением по пункту №2 подраздела 1.1.3 требование пункта 2 Статьи 47 Воздушного кодекса Российской Федерации от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 08.06.2020) выполняется в полном порядке.

2.5. Вопросы для самостоятельной проработки

1. В чем ключевой смысл применения биотермического обезвреживания отходов?
2. Что такое термическое обезвреживание отходов? Приведите пример.
3. Какие требования предъявляются при строительстве объекта по термическому обезвреживанию отходов?

4. Приведите перечень вредных веществ, которые образуются при термическом обезвреживании отходов.
5. Какие преимущества и недостатки имеет биотермический способ обезвреживания отходов?
6. Какие преимущества и недостатки имеет термический способ обезвреживания отходов?
7. Выполните техническое описание установки по обезвреживанию отходов – КИ-500 Киберинси.
8. Выполните техническое описание установки по обезвреживанию отходов – «ИНСИ С-500».
9. Выполните техническое описание установки по обезвреживанию отходов – «IZHTEL-2000».
10. Приведите краткие рекомендации при проектировании и строительстве объекта по термическому обезвреживанию отходов в условиях Севера.

ГЛАВА 3. АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ИЗ ОТХОДОВ

3.1. Сортировка ТКО и производство альтернативного топлива

В данном подразделе представлена обзорная информация по предлагаемым технологиям переработки ТКО. Существующие виды переработки отходов направлены на: уменьшение доли захоронения ТКО в полигонах размещения отходов; увеличение степени переработки ТКО; увеличение объемов производства вторичной продукции (стекло, картон, пластмасс, пластик и т.д.); возможность производства альтернативного топлива⁷ из ТКО в целях топливоснабжения объектов теплоснабжения.

В адрес Министерства ЖКХ и энергетики Республики Саха (Якутия) в течение 2019-2020 гг. поступили предложения по вопросу возможности внедрения системы переработки отходов от: АО «КПО Восход» (Россия); Co., Ltd Polus (Венгрия); Hokkaido Corporation (Япония); Co., Ltd Ferrmix (Финляндия).

Строительство объекта переработки ТКО малого масштаба и мощностью от 900 тонн ТКО в год возможно и достижимо при стоимости от 15...20 млн. рублей без учета НДС и транспортных издержек. На рис. 3.1 представлен внешний вид сортировочной линии ТКО производителя Co., Ltd Polus.

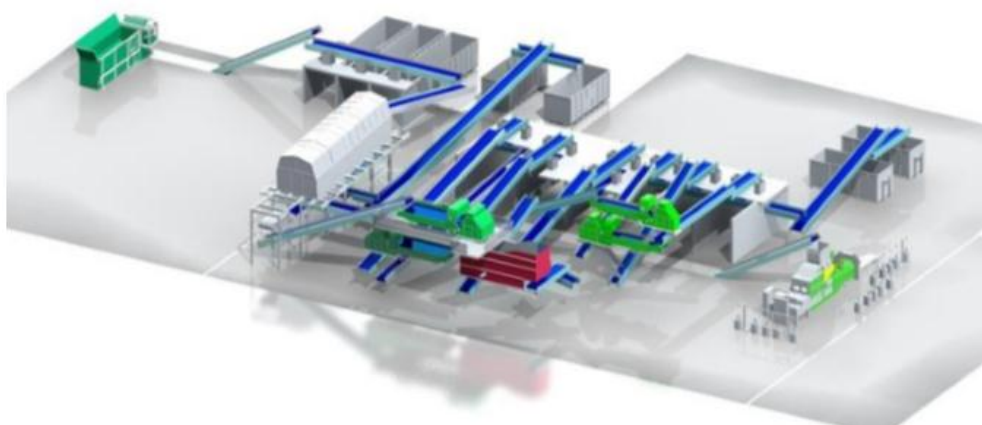


Рисунок 3.1 – Внешний вид сортировочной линии Co., Ltd Polus (Венгрия)

⁷ ГОСТ Р 55127-2012 (CEN/TR 15508:2006) Топливо твердое из бытовых отходов. Основные свойства для составления системы классификации

Вышеуказанная сортировочная линия представляет единый технологический комплекс по сортировке ТКО полуавтоматизированного исполнения, имеющее: транспортеры ленточные; транспортеры ленточно-цепные; транспортеры пластинчатые; транспортеры разгонные; разрыватели пакетов и мешков; сепараторы ТКО (барабанные грохоты); автоматический горизонтальный пресс; дробилка для древесных и крупногабаритных отходов.

Ключевыми преимуществами рассматриваемого сортировочного комплекса являются:

1. Относительная простота в монтаже и демонтаже комплекса.
2. Возможность увеличения доли автоматизации сортировки.
3. Применение лазерных технологий при определении габаритов отходов, что позволяет определять крупногабаритные отходы.

Ключевыми недостатками рассматриваемого сортировочного комплекса являются:

1. Отсутствие на территории России ремонтной базы и точек по приобретению комплектующих данного комплекса
2. Отсутствие технологий по сортировке мерзлых ТКО
3. Высокая стоимость оборудования.

На рис. 3.2 представлен внешний вид сортировочной линии ТКО от производителя АО «КПО Восход».

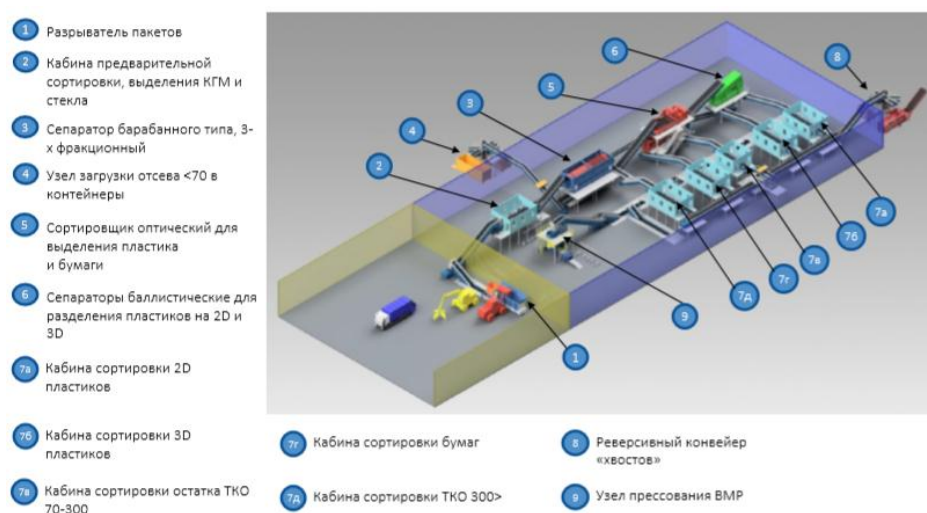


Рисунок 3.2 – Внешний вид сортировочной линии АО «КПО Восход»

Данная сортировочная линия представляет единый технологический комплекс по сортировке ТКО автоматизированного исполнения, которая имеет следующее оборудование: разрыватель пакетов; кабина предварительной сортировки для выделения КГО и стекла; сепаратор барабанного типа; узел загрузки отсева; сортировщик оптический для выделения пластика и бумаги; сепараторы баллистические для выделения пластиков 2D и 3D; кабина сортировка пластиков 2D и 3D; узел прессования вторичного сырья; прочее оборудование.

Ключевыми преимуществами рассматриваемого сортировочного комплекса являются: простота в монтаже и демонтаже комплекса; высокая доля автоматизации сортировки; применение лазерных технологий при определении габаритов отходов, что позволяет определять крупногабаритные отходы.

Ключевыми недостатками рассматриваемого сортировочного комплекса являются: отсутствие технологий по сортировке мерзлых ТКО; высокая стоимость оборудования.

На рис. 3.3 представлено описание технологического цикла переработки ТКО для получения альтернативного топлива от *Co., Ltd Ferrmix* (Финляндия).



Рисунок 3.3 – Цикл переработки ТКО от Co., Ltd Ferrmix

На вышеуказанном технологическом цикле сортировки ТКО предлагается следующий вариант переработки отходов: производство SRF-топлива⁸ с выведением вторичного сырья (металл, камень, стекло, пластик и т.д.); сжигание произведенного SRF-топлива в местных системах теплоснабжения в котлах «кипящего слоя», где доля золы составит 5-7%.

Различные системы по переработке ТКО представляются в виде единичной системы, где произведенное альтернативное топливо из ТКО предлагается сжигать в объектах теплоснабжения, но в целях реализации данного предложения требуется соблюдение определенных нормативов⁹.

Потребность в строительстве и эксплуатации комбинированных систем исполнения (Сортировка ТКО + Переработка ТКО + Сжигание ТКО + Производство тепло) имеет высокую востребованность.

ООО «БАЛТКОТЛОМАШ» предлагает технологическое решение по обращению с отходами, представленное на рис. 3.4 – 3.5.



⁸ ГОСТ Р 55869-2013 (CEN/TR 14980:2006) Топливо твердое из бытовых отходов. Отчет об относительной разности между биodeградируемой и биогенной фракциями (Переиздание)

⁹ ГОСТ Р 55682.16-2013\ЕН 12952-16:2002 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 16. Требования к топочным устройствам котлов со слоевым сжиганием и сжиганием в кипящем (псевдооживленном) слое твердого топлива

Рисунок 3.4 – Внешний вид установки ООО «БАЛТКОТЛОМАШ»

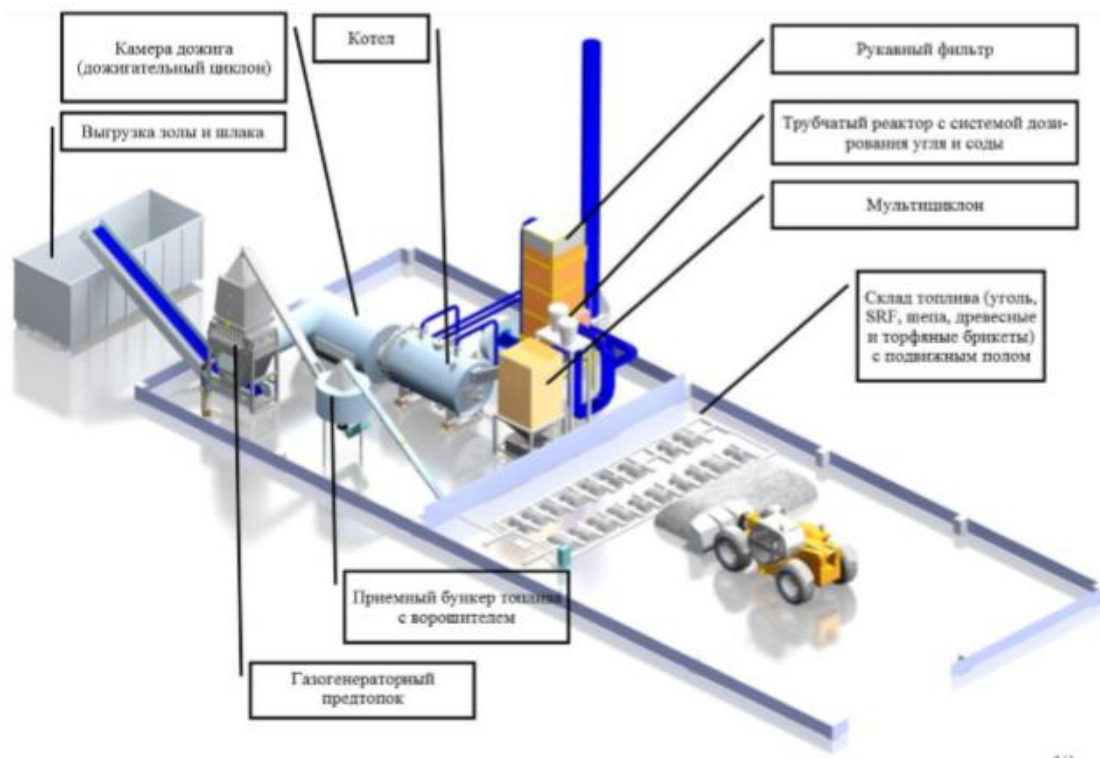


Рисунок 3.5 – Общая схема установки ООО «БАЛТКОТЛОМАШ»

Вышеуказанная установка имеет следующий технологический цикл: в объектах сортировке производится альтернативное топливо; произведенное альтернативное топливо направляется в склад хранения; после накопления в складе альтернативное топливо подается в котел для сжигания после прохождения промежуточных процедур.

Обзор по технологиям мусоропереработки показал, что при реализации данного вида проектов требуются значительные капитальные вложения, компетентные квалифицированные кадры и высокие объемы образования отходов, что в условиях Арктики является невозможным. Необходимо добавление процедуры предварительное обогрева мерзлого ТКО ввиду того, что на территории Якутии период продолжительности отрицательной температуры в окружающей среде составляет около 7 месяцев в год.

3.2. RDF & SRF топливо из отходов

RDF топливо (refuse derived fuel) – это твердое вторичное топливо, произведенное из твердых коммунальных отходов. В состав RDF входят высококалорийные компоненты отходов, такие как пластик, бумага, картон, текстиль, резина, кожа, дерево и пр.¹⁰.

SRF топливо (solid recovered fuel) – это вторичное топливо, произведенное из твердых коммунальных отходов, с химическим составом и физическими свойствами, удовлетворяющими требованиям потребителя.

Источниками для альтернативных видов топлива может выступать широкий спектр отходов: автомобильные покрышки, горючие фракции ТКО, отходы древесины (от упаковки до санитарной вырубki), деревянные ж/д шпалы, отходы лакокрасочных производств, отходы производства ковровина, нефтешламы, костная мука и т.п.¹¹

На рис. 3.6 представлен перечень отраслей, которые могут быть потребителями альтернативного топлива из ТКО путем его сжигания для генерации тепловой или электрической энергии.

¹⁰ Линии производства альтернативного топлива RDF. [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.ecorosstroy.ru/RDF/> (дата обращения: 08.03.2023).

¹¹ Альтернативные виды топлива из отходов, особенности использования в РФ. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://clck.ru/33iJdL> (дата обращения: 08.03.2023).

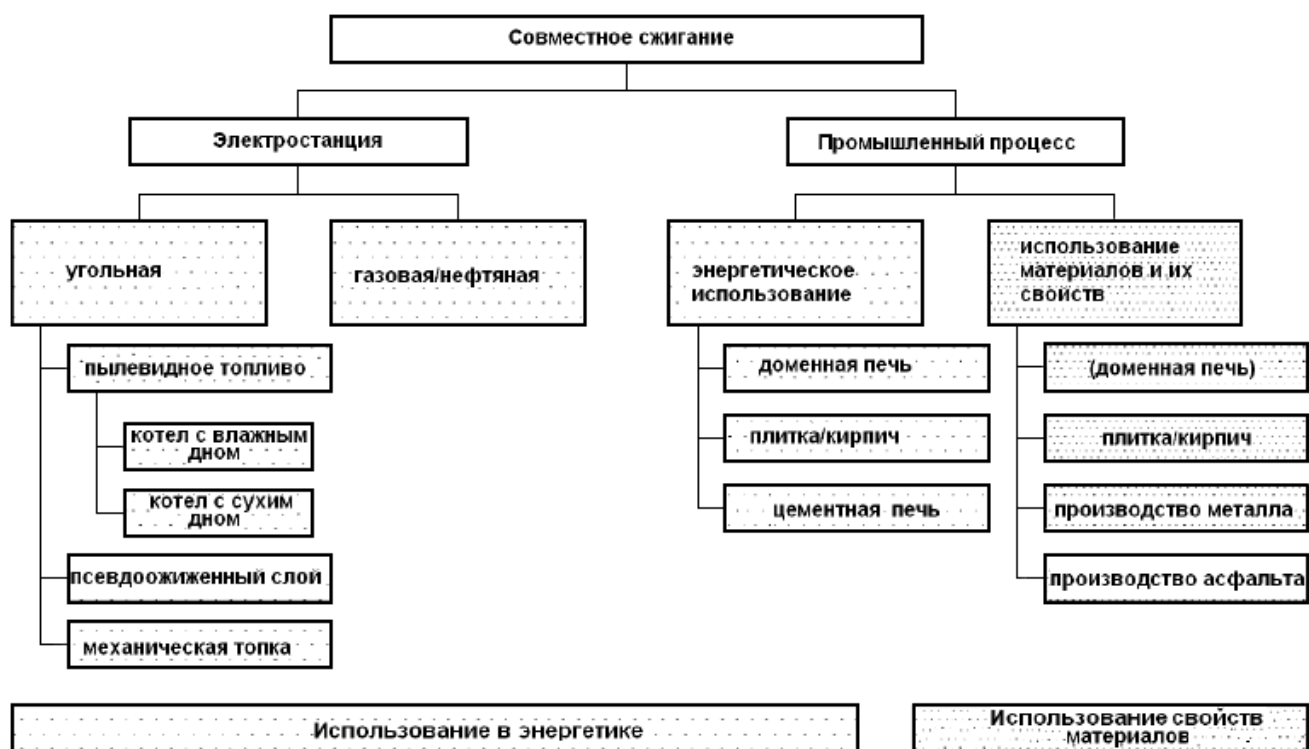


Рисунок 3.6 – Перечень отраслей применения альтернативного топлива из ТКО

На рис. 3.7 – 3.8 представлены внешние виды RDF и SRF топлива из ТКО.



Рисунок 3.7 – Внешний вид RDF топлива из ТКО

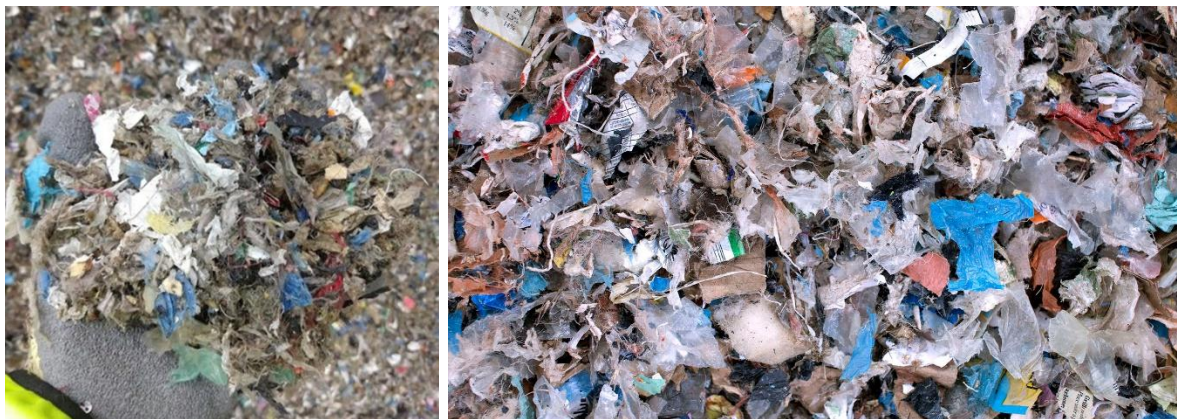


Рисунок 3.8 – Внешний вид SRF топлива из ТКО

В центральной части РС(Я) в том числе в г. Якутске функционируют предприятия легкой промышленности и объекты по производству строительных материалов. Наиболее производимым строительным материалом является цемент и его производные.

Известно, что цемент – это основной строительный материал в градостроительной отрасли. При процедурах производства цемента применяются крупногабаритные печи, в которых в постоянном порядке поддерживается температура до $+ 2\,000\,^{\circ}\text{C}$.¹² Для производства одной тонны цементной продукции необходимо наличие 60...130 кг мазута или значительный объем природного газа, и не менее 105 кВт·ч электроэнергии. Расходы на энергию, на топливо и электроэнергию составляют до 40% затрат на производство цементной продукции.

В целях практического внедрения альтернативного топлива в технологический цикл производства цементной продукции необходима замена камеры сгорания топлива на тип «*HOTDISC*» или «*PIZEPOL*» со среднестатистическим потреблением топлива – 3...30 тонн/час в зависимости от объемов производства цемента.

К примеру, аналогичное решение обеспечило уменьшение потребления топлива в пределах 20...80% в ПАО «Мордовцемент»¹³. Однако реализация

¹² ИТС 6-2015. Производство цемента. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200128666> (дата обращения: 08.02.2023)

¹³ <http://www.atr-sz.ru/rus/ipeg/articles/id/3117/>

данных процедур потребовало до 72 млн. рублей по состоянию на ноябрь 2019 года.¹⁴ В этой связи применение альтернативного топлива из ТКО имеет высокую целесообразность для производственных процессов в целях сокращения применения традиционных видов топлива и сырья путем их замещения альтернативным топливом. В функционирующей цементной печи возможно замещение 30...60% природного газа, что дает уменьшение себестоимости производства цемента.¹⁵

Таким образом, альтернативное топливо можно использовать в комбинированном варианте в соотношениях 3:7 или 6:4 относительно природного газа. *Применение альтернативного топлива из ТКО в топливоснабжении котельных установок является возможным при условии обязательного внедрения системы воздухоочистительных фильтров в целях предотвращения попадания вредных веществ в том числе фуранов и диоксинов в окружающую среду*¹⁶.

В табл. 3.1 представлены теплотехнические показатели существующих видов топлива.

Таблица 3.1 – Теплотехнические показатели видов топлива

№	Наименование топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Теплота сгорания, ккал/кг
1.	Альтернативное топливо	20	4 780
2.	Торф	8...15	1 912...3 585
3.	Древесина	10,2	2 437
4.	Бурый уголь	14...15	3 340...3 585
5.	Каменный уголь	22...29,3	5 250...7 000
6.	1 у. т. (антрацит)	29,3	7 000
7.	Природный газ (метан)	50,1	11 974
8.	Мазут	39,2	9 369
9.	Дизельное топливо	42,7	10 205

Из таблицы видно, что теплотехнические показатели альтернативного топлива превосходят торф (+33%), бурый уголь (+43%) и древесина (+96,1%), но

¹⁴<https://netmus.ru/katalog-tipovyh-resheniy/tehnologicheskoe-reshenie-podachi-rdf-v-pech-cementnyh-zavodov/tehnologicheskoe-reshenie-podachi-rdf-v-pech-cementnyh-zavodov-dorabotka-gorelok-cementnyh-zavodov-dlya-raboty-s-rdf/>

¹⁵ Презентация от PÓLUS Kereskedelmi, Pénzügyi és Szolgáltató Kft

¹⁶ <https://blog.sibpromenergo.ru> › категории › топливо-для-котельной ›

немного уступает каменному углю (–9...46%), газу (–149%), мазуту (–96%) и дизельному топливу (–113%).

В целях создания точек потребления альтернативного топлива на территории РС(Я) рекомендуется его реализация на базе АО ПО «Якутцемент», ООО «Армон», ГУП «ЖКХ РС(Я)», ООО «Энергосберегающие технологии», ПАО «Якутскэнерго» и др.

3.3. Область применения альтернативного топлива

В настоящий момент альтернативное топливо имеет значительный потенциал применения не только в объектах теплоснабжения, но и в производстве строительных материалов в качестве вспомогательного топлива для печи, производящие цемент и его производные. Выделен возможный перечень видов потребителей данного топлива:

1. Объекты центрального теплоснабжения крупных потребителей (твердотопливные котельные установки, термороботы и др.).
2. Объекты автономного теплоснабжения индивидуальных потребителей в том числе жилых зданий в условиях в сельской местности.
3. Объекты по производству строительных материалов: производство цемента и его производных и плиточных материалов.

Рассмотрим применение альтернативного топлива для последующей замены древесины и бурого угля в объектах автономного теплоснабжения. Удельная теплосодержимость сгорания дров составляет 2 437 ккал/кг и бурого угля до 3 585 ккал/кг, а нижняя граница теплоты сгорания SRF-топлива составит до 4 780 ккал/кг для 1-го класса качества. В случае полной замены древесины и угля на альтернативное топливо эффект внедрения будет состоять в экономии до 1,3 раза по массе при замене угля и до 2 раз при замене древесины.

В табл. 3.2 представлены теплотехнические и экологические показатели вышеуказанных видов топлива, где при идентификации параметров бурого угля применялся ГОСТ 32345-2013 «Угли Якутии для энерготехнологических целей. Технические условия».

Таблица 3.2 – Теплотехнические и экологические показатели видов топлива

№	Параметры	Ед. изм	Альтернативное топливо	Бурый уголь ¹⁷	Древесина ¹⁸
1.	Теплота сгорания	МДж/кг	20	15	10,2
2.	Зольность	%	≤ 10	18...29 ¹⁹	8...16
3.	Содержание влаги	%	≤ 10	33	≤ 18
4.	Содержание хлора	%	≤ 0,2	0,3	≤ 0,03
5.	Насыпная плотность	кг/м ³	≥ 650	800...850 ²⁰	561 ²¹

Из таблицы видно, что альтернативное топливо имеет значительные преимущества при сравнении с бурым углем и дровами по параметрам зольности, теплоты сгорания, содержания влаги и насыпной плотности.

В табл. 3.3 представлены экологические показатели видов топлива.

Таблица 3.3 – Экологические показатели рассматриваемых видов топлива

№	Параметры	SRF-топливо	Бурый уголь ²²	Дрова ²³
1.	Содержание ртути, мг/МДж	≤0,02	0,035	Зависит от уровня загрязненности окружающей среды
2.	Содержание кадмия, мг/МДж	≤0,1	0,9	
3.	Содержание тяжелых металлов, мг/МДж	≤15	19,3	
4.	Выбросы CO ₂ , гр/МДж	100	94,2	112
5.	Выбросы N ₂ O, гр/МДж	4	1.5	4

Из таблицы видно, что альтернативное топливо имеет преимущества перед бурым углем и дровами по показателям содержания кадмия, тяжелых металлов. Зафиксировано высокое содержание CO₂ и N₂O в пределах допустимой концентрации.

При сгорании альтернативного топлива возможно образование токсичных веществ –диоксин и фуран. В случае применения технологий производителей из

¹⁷ ГОСТ 55660-2013

¹⁸ <http://tehnopost.kiev.ua/drova/14-vlazhnost-drevesinyi.html>

¹⁹ ГОСТ 32345-2013 Угли Якутии для энерготехнологических целей. Технические условия

²⁰ ГОСТ Р 55959-2014

²¹ <https://drova72.ru/skolko-vesit-1-kub-drov.php>

²² ГОСТ 55660-2013

²³ <http://tehnopost.kiev.ua/drova/14-vlazhnost-drevesinyi.html>

стран Евросоюза и Юго-Восточной Азии, то концентрация диоксинов и фуранов имеет малую величину в соответствии со стандартами ЕС.

В качестве примера рассмотрен объект ТЭЦ г. Вастерос Швеция, использующее альтернативное топливо, разработанная технологиям финских производителей и генерирующая 160 МВт тепловой энергии. Концентрация диоксинов и фуранов составляет до $0,01 \text{ нг/м}^3$ использованного топлива при предельно допустимой концентрации – не более $0,10 \text{ нг/м}^3$.

На основании вышеизложенного внедрение альтернативного топлива с классом качества III–IV для топливоснабжения частного сектора является экологически безопасным и экономически целесообразным только в случае его производства и продажи для объектов центрального или автономного теплоснабжения. Для топливоснабжения индивидуальных потребителей рекомендуется передача альтернативного топлива с классом качества не менее I–II.

3.4. Вопросы для самостоятельной проработки

1. Почему необходима сортировка ТКО? Приведите развернутый ответ.
2. Что такое альтернативное топливо из отходов?
3. В чем разница между RDF и SRF топливом?
4. Где можно применить альтернативное топливо из отходов?
5. Опишите технологический цикл производства альтернативного топлива из отходов.
6. Какое оборудование применяется для производства альтернативного топлива из отходов? Приведите развернутый ответ.
7. Сравните физические свойства альтернативного топлива с другими видами топлива.
8. Опишите технологический цикл функционирования сортировочной линии Co., Ltd Polus.
9. Как изменения необходимо внедрить в камеру сгорания для возможности применения альтернативного топлива?

10. Укажите характерные особенности альтернативного топлива.

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

4.1. Задания в области размещения ТКО

1) В населенном пункте Борогонцы на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

2) В населенном пункте Чурапча на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste->

management/territorial-scheme/. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

3) В населенном пункте Ытык-Кюель на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.

- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

4) В населенном пункте Майя на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.

- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.

- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

5) В населенном пункте Амга на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские.

Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

6) В населенном пункте Хандыга на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

7) В населенном пункте Бердигестях на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

8) В населенном пункте Нам на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

9) В населенном пункте Покровск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне

территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

10) В населенном пункте Вилюйск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.

- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

11) В населенном пункте Верхневилуйск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.

- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.

- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

12) В населенном пункте Нюрба на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские.

Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

13) В населенном пункте Зырянка на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

14) В населенном пункте Среднеколымск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

15) В населенном пункте Депутатский на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

16) В населенном пункте Усть-Куйга на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне

территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

17) В населенном пункте Усть-Мая на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.

- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

18) В населенном пункте Жиганск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.

- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.

- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

19) В населенном пункте Нижний Бестях на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские.

Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

20) В населенном пункте Хонуу на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется строительство и ввод в эксплуатацию нового полигона размещения отходов вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав образуемых отходов.
- Вычислить необходимую мощность захоронения ТКО для строительства нового полигона размещения отходов.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для строительства нового полигона размещения отходов с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 1.
- Описать необходимый перечень объектов для нового полигона размещения отходов с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

4.2. Задания в области обезвреживания отходов

21) В населенном пункте Борогонцы на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.
- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.
- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.

- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

22) В населенном пункте Чурапча на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.

- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.

- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.

- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.

- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

23) В населенном пункте Майя на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.
- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.
- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

24) В населенном пункте Ытык-Кюель на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste->

management/territorial-scheme/. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.
- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.
- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

25) В населенном пункте Амга на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.

- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.

- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.

- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.

- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

26) В населенном пункте Нижний Бестях на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.

- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.

- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.

- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.

- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

27) В населенном пункте Нам на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.

- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.

- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.

- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.

- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

28) В населенном пункте Покровск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.

- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.

- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.

- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.

- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.

- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

29) В населенном пункте Бердигестях на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям

накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.
- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.
- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

30) В населенном пункте Нюрба на территории Республики Саха (Якутия) функционирует несанкционированная свалка, где размещаются ТКО, МБО, строительные и другие виды отходов в том числе опасные и медицинские. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством района планируется обезвреживание захороненных и образуемых отходов с помощью УОО вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в несанкционированной свалке.
- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить необходимую мощность УОО для обезвреживания отходов.
- Выбрать модель УОО для обезвреживания отходов.
- Вычислить необходимые условия для бесперебойного функционирования УОО в том числе удельное потребление ГСМ и электроэнергии.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения УОО с учетом действующих требований и правил, приведенные в Главе 2.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимого УОО с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

4.3 Задания в области производства и потребления альтернативного топлива

31) В населенном пункте Якутск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

32) В населенном пункте Нам на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

33) В населенном пункте Покровск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

34) В населенном пункте Бердигестях на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

35) В населенном пункте Нюрба на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

36) В населенном пункте Мирный на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

37) В населенном пункте Ленск на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

38) В населенном пункте Нерюнгри на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

39) В населенном пункте Алдан на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

40) В населенном пункте Нижний Бестях на территории Республики Саха (Якутия) функционирует действующая (возможно несанкционированная) свалка, где размещаются ТКО. Предварительные данные по образованию отходов и действующим показателям накопленных отходов представлены в Территориальной схеме обращения с отходами на территории РС(Я) по ссылке: <https://centerjkh.ru/solid-waste-management/territorial-scheme/>. Однако руководством населенного пункта планируется открытие линия сортировки ТКО и производства альтернативного топлива вне территории близлежащих населенных пунктов и аэродрома. Необходимо выполнение следующих процедур:

- Идентифицировать возможный морфологический состав отходов в свалке.

- Вычислить морфологический состав и объем образуемых и захороненных отходов.
- Вычислить возможную мощность линии сортировки и производства альтернативного топлива.
- Выбрать три возможных производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с приведением анализа их преимуществ и недостатков.
- Определить наилучшего производителя линии сортировки и оборудования производства альтернативного топлива с учетом климатических особенностей Севера.
- Вычислить технически возможный объем производства альтернативного топлива и пути и сбыта в различных объектах.
- Определить три возможных земельных участка с применением кадастровой карты «ЕГРП 365» для размещения линии сортировки и производства альтернативного топлива, приведенные в Главах 2–3.
- Описать необходимый перечень объектов для возводимой линии сортировки и производства альтернативного топлива с учетом приведения необходимых инженерных систем и сооружений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уважаемый студент, Вы изучили учебное пособие в области обращения с отходами и производства альтернативного топлива из ТКО в условиях Севера с учетом большинства существующих требований и стандартов. В настоящий момент Вы можете выполнить необходимые технико-экономические расчеты в объектах обращения с отходами.

Для углубленного изучения технологий по обращению с отходами рекомендуется ознакомления с источниками [9–10].

При составлении презентации или расчетов показателей технико-экономического обоснования объектов обращения с отходами рекомендуется применение лицензированных программ MS Office Power Point (для презентаций), MS Office Project или Gantt Project (для составления дорожных карт проектов) и др.

Желаю Вам успехов в учебной и рабочей деятельности в сфере обращения с отходами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Местников, Н. П. Общая энергетика : Учебно-методическое пособие: методические указания к выполнению лабораторных работ и самостоятельной работы студента / Н. П. Местников, А. М. Н. Альзаккар ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Физико-технический институт Кафедра «Электроснабжение». – Якутск : ООО РИЦ "Офсет", 2021. – 80 с. – ISBN 978-5-91441-326-9. – EDN LUVGIK.
2. Местников, Н. П. Основы документоведения в промышленных предприятиях : Учебно-методическое пособие по факультативу «Основы документоведения в промышленных предприятиях» / Н. П. Местников ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» Физико-технический институт Кафедра «Электроснабжение». Том Часть 1. – Якутск : ООО РИЦ "Офсет", 2021. – 80 с. – ISBN 978-5-91441-330-6. – EDN PQVGLL.
3. Местников, Н. П. Основы проектной деятельности в сфере энергетики : Учебное пособие по дисциплине «Основы проектной деятельности» / Н. П. Местников, П. Ф. Васильев ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Физико-технический институт, Кафедра «Электроснабжение». – Якутск : Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2022. – 84 с. – ISBN 978-5-7513-3296-9. – EDN MSHCUH.
4. Местников, Н. П. Актуальность обеспечения обучения студентов основам документоведения и аппаратной работы промышленных предприятий и структур государственного управления / Н. П. Местников // Инженерное образование: опыт, перспективы, проблемы : Сборник материалов всероссийской методической конференции, Благовещенск, 16 ноября 2020 года /

Под редакцией О.А. Пустовой. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2021. – С. 79-83. – EDN QIGXJU.

5. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ.

6. ППК «Российский Экологический Оператор». [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://reo.ru/> (дата обращения: 07.03.2022).

7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902065388> (дата обращения: 03.03.2023).

8. Статья 47 Воздушного кодекса РФ" от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).

9. Мочалова, Л. А. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт / Л. А. Мочалова, Д. А. Гриненко, В. В. Юрак // . – 2017. – № 3(47). – С. 97-101. – DOI 10.21440/2307-2091-2017-3-97-101. – EDN ZFCWMN.

10. Калюжина, Е. А. Экологические особенности воздействия полигонов твердых бытовых отходов на состояние окружающей среды в районах их расположения / Е. А. Калюжина, Н. С. Самарская // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 3(30). – С. 43. – EDN TFXFJX.

Учебное издание

**Местников Николай Петрович,
Григорьева Варвара Алексеевна**

**ПРОИЗВОДСТВО АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА
ИЗ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

Учебное пособие
по дисциплине «Общая энергетика»

Выпускается в авторской редакции
Оформление обложки *П.И. Антипин*

Дата подписания к использованию 21.04.2023. Электронное издание.

Объем 2,5 Мб. Тираж 10 дисков. Заказ № 121.

Минимальные системные требования:

процессор с тактовой частотой 1,3 Гц и выше, оперативная память 128 Мб,

операционные системы: Microsoft Windows XP/Vista/7/8/10,

ОС MAC OS версии 10,8.

Издательский дом Северо-Восточного федерального университета,

677891, г. Якутск, ул. Петровского, 5. E-mail: izdat-svfu@mail.ru

Изготовлено с готового оригинал-макета в Издательском доме СВФУ