

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика  
и организация производства (по направлениям)»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 504(075.8)  
ББК 20.1я73  
Э75

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» «27» октября 2020 г.,  
протокол № 3

Составители: канд. геогр. наук, доц. А. Ю. Скриган;  
канд. техн. наук, доц. И. В. Шилова

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

Методические рекомендации к практическим занятиям содержат основные теоретические положения по темам, методику выполнения практических работ, формулы для расчета, варианты заданий. Предназначены для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)» очной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Ответственный за выпуск	А. Ю. Скриган
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2020

## Содержание

1 Практическая работа № 1. Инвентаризация твердых отходов предприятия.....	4
2 Практическая работа № 2. Разработка Инструкции по обращению с отходами для предприятия.....	9
3 Практическая работа № 3. Расчет экологического налога предприятия.....	16
4 Практическая работа № 4. Расчет полигона ТБО.....	22
5 Практическая работа № 5. Расчет биогазовой установки.....	27
6 Практическая работа № 6. Расчет ПДС загрязняющих веществ в составе сточных вод.....	35
Список литературы.....	41

## **1 Практическая работа № 1. Инвентаризация твердых отходов предприятия**

**Цель работы:** изучить порядок инвентаризации отходов производства предприятия; составить Акт инвентаризации отходов предприятия деревообработки.

Инвентаризация отходов производства (далее – инвентаризация) – деятельность по определению количественных и качественных показателей отходов производства в целях учета отходов и установления нормативов их образования.

Инвентаризацию отходов производства должны проводить юридические лица и индивидуальные предприниматели, которые осуществляют обращение с отходами производства.

Инвентаризация проводится не реже одного раза в пять лет в сроки, определяемые организацией.

Досрочная инвентаризация отходов проводится в случаях:

- выявления новых видов отходов производства;
- изменения технологических процессов получения продукции;
- изменения перечня выпускаемой продукции;
- изменения сырья и материалов, применяемых для получения продукции;
- реконструкции, модернизации, перепрофилирования производства;
- предписания территориальных органов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (далее – Минприроды).

Для определения источников образования отходов производства рассматриваются все виды деятельности, как основные, так и вспомогательные, осуществляемые организацией, в том числе:

- прием, хранение, затаривание (растаривание), упаковка (распаковка), транспортировка в пределах производственной площадки сырья, материалов и продукции;
- переработка сырья и материалов, в процессе которой образуются отходы, а также брак, некондиционная продукция, остатки механической, термической, электрохимической обработки материалов и другие виды отходов;
- эксплуатация, обслуживание и ремонт технологического оборудования и транспортных средств;
- строительные и (или) ремонтные работы;
- содержание зданий и сооружений, благоустройство территорий, в результате чего образуются смет с производственных территорий, списанная мебель, изношенная спецодежда и другие виды отходов.

Работа по проведению инвентаризации включает следующие этапы:

- 1) подготовительный;
- 2) инвентаризационное обследование;
- 3) обобщение сведений об инвентаризации.

Для целей инвентаризации изучаются следующие сведения:

- информация о видах деятельности организации;
- учетная документация и первичные статистические данные в области обращения с отходами, данные бухгалтерского учета о поступлении отходов от сторонних организаций, договоры на передачу отходов производства сторонним организациям, акты выполненных работ, сопроводительные паспорта перевозки отходов производства;
- план-схема расположения зданий и сооружений организации;
- технологические карты производственных процессов;
- сведения о потреблении и свойствах всех видов сырья, вспомогательных материалов, веществ и препаратов, которые используются (планируется использовать) в технологических процессах;
- материалы последней инвентаризации;
- иная информация.

На этапе инвентаризационного обследования производится:

- обследование структурных подразделений организации в соответствии с планом-схемой расположения зданий и сооружений организации;
- обозначение источников образования отходов производства на плане-схеме;
- определение наименований образующихся отходов производства по источникам образования отходов;
- проведение взвешиваний (замеров) количества отходов производства, образующихся от источников образования отходов производства, и определение нормативов их образования по результатам измерений;
- расчет годового количества образующихся отходов производства и нормативов их образования с учетом максимальной загрузки оборудования, технологического процесса исходя из результатов, полученных при проведении инвентаризационного обследования.

На этапе обобщения сведений об инвентаризации производится систематизация данных, полученных при проведении инвентаризационного обследования, оформление Акта инвентаризации отходов производства.

Результаты инвентаризации применяются при:

- разработке Инструкции по обращению с отходами производства и организации учета отходов;

- подготовке документов для получения разрешения на хранение и захоронение отходов производства или комплексного природоохранного разрешения;
- установлении лимитов хранения и лимитов захоронения отходов производства;
- утверждении нормативов образования отходов производства;
- ведении государственной статистической отчетности об отходах.

### ***Практическая часть***

Далее представлена краткая характеристика деревообрабатывающего производства.

Изучив информацию, необходимо:

- 1) составить условную план-схему предприятия;
- 2) составить таблицу видов образующихся отходов по источникам их образования (образец – таблица 1.1). Для заполнения таблицы использовать сведения из *Классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь* (доступен по ссылке [https://pravo.by/upload/docs/op/W21934631p\\_1569531600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21934631p_1569531600.pdf)), и таблицы Ж.1 *Экологических норм и правил* (доступны по ссылке [https://pravo.by/upload/docs/op/W21732307p\\_1505163600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21732307p_1505163600.pdf));
- 3) составить Акт инвентаризации отходов производства (образец – таблица 1.2). Дополнительные сведения и образцы заполнения таблиц можно посмотреть по ссылке [https://ecologia.by/number/2018/10/Provodim\\_inventarizatsiyu\\_othodov\\_proizvodstva/](https://ecologia.by/number/2018/10/Provodim_inventarizatsiyu_othodov_proizvodstva/).

Таблица 1.1 – Источники образования отходов производства ООО «Щепкодел»

Номер источника образования отходов производства в соответствии с планом-схемой	Наименование источника образования отходов производства (технологический процесс, оборудование)	Корпус, цех, участок	Код отхода*	Наименование отхода*	Класс опасности*	Количество образованных отходов производства по результатам контрольного взвешивания (замера), кг
<i>Примечание</i> * – наименование, код отходов и класс опасности определяется в соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь						

Таблица 1.2 – Сведения о количестве образующихся отходов производства в сроки проведения инвентаризации ООО «Щепкодел»

Код отхода*	Наименование отхода*	Норматив образования отходов производства, установленный в сроки проведения инвентаризации, т (шт.) / расчетная единица**	Количество образующихся отходов производства, тонн (шт.)	Подлежит использованию, тонн (шт.)	Подлежит обезвреживанию, тонн (шт.)	Подлежит хранению, тонн (шт.)	Подлежит захоронению, тонн (шт.)
<b>Итого отходов первого класса опасности</b>							
<b>Итого отходов второго класса опасности</b>							
<b>Итого отходов третьего класса опасности</b>							
<b>Итого отходов четвертого класса опасности</b>							
<b>Итого неопасных отходов</b>							
<i>Примечание</i> * – наименование, код отходов и класс опасности определяется в соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь; ** – определяется на основе Экологических норм и правил либо по результатам натурных наблюдений							

### *Предприятие ООО «Щепкодел»*

Предприятие ООО «Щепкодел» относится к деревообрабатывающей отрасли и выполняет изготовление необрезных и обрезных пиломатериалов из круглых лесоматериалов, а также производит окна и двери из собственного сырья.

В течение года обрабатывается 33000 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов, производится 13000 м<sup>3</sup> обрезных и 10000 м<sup>3</sup> необрезных пиломатериалов, изготавливается 90 окон и 50 дверей (1200 м<sup>3</sup> сырья). Окна и двери упаковываются в полиэтилен. Расход упаковочного полиэтилена составляет 450 кг в год.

На предприятии работает 21 чел., из которых 4 – административные работники. Сотрудникам выдается спецодежда и средства индивидуальной защиты.

Лесопилка размещена в промышленной зоне города. Производственная площадка (1260 м<sup>2</sup>) огорожена и заасфальтирована. Производственные помещения: административные; цех распилки; цех изготовления окон и дверей; мини-котельная; навес для сушки сырья; навес для хранения отходов; гараж. Готовая продукция временно хранится в производственном помещении и сразу отгружается заказчику. Перемещение сырья и материалов по территории предприятия осуществляется электрокарами.

Отопление предприятия осуществляется отходами собственного производства. Освещение производственных помещений производится ртутными лампами для промышленного освещения. Имеется два административных помещения общей площадью 26 м<sup>2</sup>. Административные помещения освещаются лампами дневного света. Предприятие имеет 1 легковой автомобиль, 1 грузовой минивэн и 1 бортовой грузовой автомобиль. Хранение и ремонт автомобилей на предприятии не производятся, выполняется текущее ТО. На территории предприятия имеется стоянка на 6 машиномест.

На предприятии организован отдельный сбор отходов, оборудованы площадка для временного хранения отходов и подсобное помещение для хранения ртутьсодержащих ламп. Предприятием заключены договоры с САПом – на вывоз твердых бытовых отходов, «ОБЛресурсами» – на вывоз для переработки макулатуры, стекло- и пластиковой тары, с предприятием «Вито» – на вывоз и переработку ртутьсодержащих ламп. Вывоз отходов осуществляется транспортом предприятий по переработке отходов по мере их накопления до одной транспортной единицы.



### ***Контрольные вопросы***

- 1 Что понимается под инвентаризацией отходов производства? Как часто она проводится?
- 2 В каких случаях проводится досрочная инвентаризация отходов?
- 3 Какие источники образования отходов включаются в инвентаризацию?
- 4 Какие этапы включает в себя инвентаризация?
- 5 Какие сведения изучаются в подготовительный период инвентаризации?
- 6 Какие работы выполняются на этапе инвентаризационного обследования?
- 7 Где и для чего применяются результаты инвентаризации отходов?

## **2 Практическая работа № 2. Разработка Инструкции по обращению с отходами для предприятия**

**Цель работы:** разработать отдельные разделы Инструкции по обращению с отходами для производственного предприятия.

Обращение с отходами на предприятии осуществляется согласно разработанной и утвержденной Инструкции по обращению с отходами. Инструкция полностью отражает процедуры обращения с отходами на предприятии, за надлежащее соблюдение которых назначаются должностные лица, имеющие в рамках процедур обращения с отходами соответствующие функции, обязанности и ответственность. Процедуры обращения с отходами на предприятии:

- сбор отходов и разделение по видам;
- разработка и согласование нормативов образования отходов;
- разработка и согласование лимитов хранения и захоронения отходов;
- получение разрешения на хранение и захоронение отходов;
- учет отходов в соответствии с Правилами ведения учета отходов;
- инвентаризация отходов в соответствии с Инструкцией о порядке инвентаризации отходов;
- ведение первичной статистической отчетности по форме 1 – отходы (Минприроды);
- ведение производственных экологических наблюдений при обращении с отходами в соответствии с Инструкцией по осуществлению производственного контроля в области охраны окружающей среды (ООС);
- установление степени опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства, если степень опасности этих отходов и класс их

опасности не указаны в классификаторе отходов, образующихся в Республике Беларусь;

– обезвреживание и (или) использование отходов на самом предприятии либо их перевозка на объекты обезвреживания отходов и (или) на объекты по использованию отходов;

– хранение отходов в санкционированных местах хранения отходов или захоронение в санкционированных местах захоронения отходов;

– организация перевозки отходов, заполнение и учет сопроводительного паспорта перевозки отходов;

– подготовка (обучение) работников в области обращения с отходами, а также инструктаж, проверка знаний и повышение их квалификации в области обращения с отходами;

– осуществление производственного контроля и недопущение вредного воздействия отходов, продуктов их взаимодействия и (или) разложения на окружающую среду, здоровье граждан, имущество;

– разработка мер по уменьшению (предотвращению) образования отходов.

Выполнение вышеперечисленных процедур регулируется соответствующими нормативными правовыми и / или техническими нормативными правовыми актами.

Сбор отходов и разделение по видам осуществляется производителем отходов. Отходы, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья, отправляются на объекты по использованию отходов, которые классифицированы в рамках Государственного реестра технологий по использованию отходов.

Разработка нормативов образования отходов производится по показателям образования отходов некоторых технологических процессов.

Вывоз и утилизация отходов согласовываются с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, при этом сделки по отчуждению соответствующих отходов регистрируются согласно.

Захоронение отходов допускается на объектах захоронения отходов только после получения в территориальных органах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды разрешения на захоронение.

При этом на все удаляемые с территории предприятия отходы оформляются сопроводительные паспорта перевозки отходов по утвержденной форме.

### ***Практическая часть***

Дописать в соответствии с шаблоном (пп. 1–7 и приложение) ниже представленные разделы Инструкции по обращению с отходами на основе инвентаризации отходов производства, выполненной в практической работе № 1.

Отчет представить в виде реферата.

## ***Шаблон реферата***

### ***ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ***

Общие сведения о предприятии, являющемся объектом для разработки Инструкции по обращению с отходами, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Общие сведения о предприятии

Наименование юридического лица	ООО «Щепкодел»
Наименование вышестоящей организации	Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Форма собственности	Частная
Местонахождение и почтовый адрес юридического лица	Республика Беларусь, г. Могилев, ул. Левая Дубровенка, д. 32
Электронный адрес	sale@gradstroi.by
Телефон/факс приемной	+375 222 24-24-04 +375 29 376-86-96 +375 29 120-40-44
Учетный номер плательщика	790649039
Дата, номер государственной регистрации юридического лица	Рег. номер 790649039 от 03.09.2009, зарегистрировано в Администрации Октябрьского района г. Могилева
Наименование деятельности предприятия как источника образования отходов производства	Деревообработка
Место осуществления деятельности, связанной с обращением с отходами производства	г. Могилев, ул. Левая Дубровенка, 32

### ***ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА***

Директор ООО «Щепкодел» назначает приказом ответственных должностных лиц за обращение с отходами на предприятии (главный инженер, инженер по охране труда). Назначенное по приказу ответственное лицо в своей работе руководствуется положениями настоящей Инструкции.

Должностные лица, ответственные по приказу за обращение с отходами на предприятии, выполняют обязанности, приведенные в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Должностные обязанности лиц, ответственных по приказу за обращение с отходами на предприятии

Должностное лицо	Обязанности в части обращения с отходами на предприятии
Главный инженер	
Инженер по охране труда	

## **ОБРАЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

Все отходы ООО «Щепкодел» разделяются по видам и классам опасности согласно *Классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь*. Отходы производства, образующиеся в ООО «Щепкодел», представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Образующиеся отходы производства в ООО «Щепкодел»

Код отхода	Наименование отхода	Физическое состояние	Степень и класс опасности	Источник образования отхода	Сведения о необходимости регистрации сделок о передаче опасных отходов на определенный срок
					Не подлежат регистрации

Отходы производства образуются согласно «Карте-схеме источников образования отходов производства».

## **УЧЕТ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

Учет отходов – это система непрерывного документального отображения информации о количественных и качественных показателях отходов, а также об обращении с ними: образовании, перевозке, хранении, использовании, обезвреживании в соответствии с ТКП 17.02-12–2012 (02120) «Порядок ведения учета в области охраны окружающей среды и заполнения форм учетной документации в области охраны окружающей среды», постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 20 июня 2014 г. № 27 и Инструкцией по обращению с отходами производства, разрабатываемой на предприятии.

Основными целями учета отходов являются:

- своевременное и достоверное документальное отображение действий по обращению с отходами;
- формирование данных для государственной статистической отчетности по форме 1 – отходы (Минприроды);
- предупреждение вреда, наносимого отходами окружающей среде, жизни и здоровью человека и (или) имуществу лиц.

Система ведения учета отходов включает в себя:

- ведение первичного учета отходов в местах их образования;
- ведение единого учета отходов;
- инвентаризацию отходов.

В качестве первичных документов для учета образования и движения отходов в местах их образования и сбора используется Книга учета отходов по форме ПОД-9.

Книга общего учета по форме ПОД-10 используется для ведения учета образования и поступления отходов в целом от всех источников образования отходов производства в организации и поступления отходов от других организаций.

### ***СБОР И ХРАНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА***

Сбор и хранение отходов производства должны определяться их физическим состоянием, химическим составом и классом опасности отходов:

– отходы первого класса опасности хранятся в герметичной таре (контейнеры, бочки, цистерны);

– отходы второго класса опасности хранятся в надежно закрытой таре (закрытые ящики, полиэтиленовые мешки, пластиковые пакеты);

– отходы третьего класса опасности хранятся в полиэтиленовых, бумажных мешках, в хлопчатобумажных и текстильных мешках, которые по заполнении затариваются, а затем доставляются в места хранения отходов;

– отходы четвертого класса опасности и без класса опасности могут храниться открыто – навалом, насыпью, в виде гряд, на специально выделенной и оборудованной площадке или контейнерах для отходов (при соблюдении мер, предупреждающих распространение отходов по прилегающей территории);

– отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения, отходы (смет) от уборки территорий промышленных предприятий и организаций, хранятся в закрываемых контейнерах (таре).

Хранение отходов производства на территории предприятия допускается временно:

– при использовании отходов в последующем технологическом цикле;

– при накоплении до одной транспортной единицы;

– при отсутствии полигонов для захоронения.

В таблице 2.4 приведен порядок сбора отходов производства, образующихся в ООО «Щепкодел».

Таблица 2.4 – Порядок сбора отходов производства, образующихся в ООО «Щепкодел»

Номер п/п	Наименование отходов	Код	Класс опасности	Порядок сбора
1	Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения	9120400	Неопасные	Собираются в мусорные корзины, а затем выносятся в контейнер, который находится на заасфальтированной площадке, и вывозятся на захоронение на полигон ТКО. <u>Запрещается</u> выбрасывать в мусорные корзины вторичные ресурсы (бумагу, пластик)
...				
...				
...				
...				
...				

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

Отходы производства в качестве вторичного сырья должны использоваться в соответствии с Законом «Об обращении с отходами».

В таблице 2.5 приведены виды отходов, подлежащие использованию в ООО «Щепкодел».

Таблица 2.5 – Виды отходов производства, образующихся в ООО «Щепкодел», подлежащие использованию

Номер п/п	Наименование отходов	Код	Класс опасности	Предприятие по заготовке вторичного сырья / использование на предприятии
...				
18	Изнюшенная спецодежда хлопчатобумажная и другая	5820903	4	Часть изношенной спецодежды передается работникам предприятия, а остальная часть передается на использование
...				

### **ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

Захоронение отходов производства допускается только в санкционированных местах захоронения отходов производства. Такими местами являются объекты захоронения отходов, определенные в разрешении на захоронение отходов производства.

Для получения разрешений заявитель представляет в орган выдачи разрешений документы, указанные в п. 6.24 перечня административных процедур, совершаемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Вывоз на захоронение на полигон ТКО отходов производства, подлежащих захоронению, осуществляет МГКУ «САП» по заключенному договору.

В таблице 2.6 приведены виды отходов, образующихся в ООО «Щепкодел», которые подлежат захоронению на полигоне ТКО.

Таблица 2.6 – Виды отходов производства, образующихся в ООО «Щепкодел», которые подлежат захоронению на полигоне ТКО

Номер п/п	Наименование отходов	Код	Класс опасности
1	Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения	9120400	Неопасные
...			

### ***Контрольные вопросы***

1 Какие процедуры обращения с отходами производства осуществляются на предприятии?

2 Какие основные разделы включает инструкция по обращению с отходами производства на предприятии?

3 В чем заключается учет отходов производства на предприятии?

4 Как ведется сбор и хранение отходов различных классов опасности на предприятии?

5 Каким образом производится захоронение отходов производства?

6 На какой срок разрабатывается инструкция по обращению с отходами? В каких случаях требуется досрочная разработка новой инструкции?

### 3 Практическая работа № 3. Расчет экологического налога предприятия

**Цель работы:** выполнить расчет экологического налога и платы за пользование природными ресурсами.

Экономические механизмы природопользования рассматриваются в качестве косвенного воздействия на предприятия-загрязнители окружающей среды. Они охватывают все виды экономического стимулирования рационального природопользования.

Экономические механизмы охраны окружающей среды включают:

- кадастры природных ресурсов;
- финансовое и материально-техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды;
- платы за пользование природными ресурсами и их загрязнение;
- экологические фонды;
- экономическое стимулирование.

*Плата за пользование природными ресурсами и их загрязнение* – институт, введенный после отмены исключительной государственной собственности на природные ресурсы. Предполагается, что платность природных ресурсов повышает материальную заинтересованность производителей в эффективном использовании и сохранении этих природных ресурсов, а также обеспечивает появление дополнительных средств на их восстановление и воспроизводство.

Законодательством предусмотрено два вида платы:

- 1) за пользование природными ресурсами;
- 2) за загрязнение окружающей среды.

Основным назначением платы за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды является компенсация причиняемого вреда, стимуляция сокращения выбросов и экономическое обеспечение оздоровления и охраны окружающей среды.

Объектами налогообложения экологическим налогом признаются:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- сброс сточных вод;
- хранение, захоронение отходов производства;
- ввоз на территорию Республики Беларусь озоноразрушающих веществ, в том числе содержащихся в продукции.

Объектами налогообложения экологическим налогом не признаются:

- выбросы ЗВ в атмосферный воздух при общих суммарных объемах выбросов менее трех тонн в год;
- сброс ливневых сточных вод, образовавшихся в результате выпадения атмосферных осадков;



– захоронение отходов производства, подобных отходам жизнедеятельности населения, при общем объеме захоронения отходов производства 50 и менее тонн в год;

– хранение отходов производства, предназначенных для захоронения, обезвреживания и (или) использования, в целях накопления количества отходов производства, необходимого для перевозки одной транспортной единицей;

– хранение отходов производства на объектах обезвреживания и (или) использования таких отходов;

– хранение и захоронение радиоактивных отходов, загрязненных радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС;

– ввоз на территорию Республики Беларусь продукции, содержащей озоноразрушающие вещества, являющейся неотъемлемой частью оборудования транспортного средства, осуществляющего перевозку пассажиров или грузов;

– транзитная перевозка озоноразрушающих веществ через территорию Республики Беларусь.

Экологический налог рассчитывается в соответствии с Налоговым кодексом Республики Беларусь (гл. 19). Сумма экологического налога исчисляется как произведение налоговой базы и налоговой ставки. Налоговая база определяется как объемы фактических выбросов / сбросов предприятия за отчетный период (квартал). Ставки экологического налога установлены Налоговым кодексом.

К ставкам экологического налога применяются следующие коэффициенты:

**0,27** – за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, образующихся при сгорании топлива для удовлетворения теплоэнергетических нужд населения, под которыми понимаются выбросы от сгорания топлива при выработке электрической энергии, отпускаемой населению для целей освещения, питания электробытовых приборов и стационарных электроплит, а также тепловая энергия, отпускаемая населению для целей отопления и горячего водоснабжения, в том числе для объектов здравоохранения, туризма, физической культуры и спорта, социального обеспечения, образования, культуры и искусства, обеспечивающих социально-бытовые нужды населения;

**0,9** – за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, за сброс сточных вод, за хранение, захоронение отходов производства плательщиками, получившими экологический сертификат соответствия, в течение трех лет со дня получения этого сертификата;

**0,006** – за сброс сточных вод для владельцев коммунальной и ведомственной канализации (сброс от населения), для рыбоводных организаций и прудовых хозяйств (сброс с прудов).

При расчете фактических объемов выбросов ЗВ в атмосферный воздух производится суммирование объемов выбросов по классам опасности веществ (группы веществ), указанных в разрешениях на выбросы ЗВ в атмосферный воздух или комплексных природоохранных разрешениях, без разбивки на отдельные вещества.

Исчисленная сумма экологического налога уменьшается плательщикам ежеквартально на сумму освоенных капитальных вложений (за исключением капитальных вложений, финансируемых из бюджета) в строительство и (или) реконструкцию очистных установок, установок по использованию возобновляемых источников энергии, а также в создание автоматизированных систем контроля за выбросами и сбросами загрязняющих веществ.

Суммы экологического налога за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, сбросы сточных вод, хранение, захоронение отходов производства, за ввоз на территорию Республики Беларусь озоноразрушающих веществ, в том числе содержащихся в продукции, включаются организациями и индивидуальными предпринимателями в затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг), имущественных прав.

Объектами налогообложения налогом за добычу (изъятие) природных ресурсов признается добыча (изъятие) следующих природных ресурсов: песка формовочного, стекольного, строительного; песчано-гравийной смеси; камня строительного, облицовочного; воды (поверхностной и подземной); минеральной воды, полиметаллического водного концентрата, минерализованной воды, добываемой для поддержания пластового давления при добыче нефти; грунта для земляных сооружений; глины, супесей, суглинка и трепелов; бентонитовых глин; соли калийной (в пересчете на оксид калия), каменной; нефти; мела, мергеля, известняка и доломита; гипса (ангидрита); железных руд; торфа влажностью 40 %; сапропелей влажностью 60 %; мореного дуба; янтаря; золота; виноградной улитки; личинок хирономид; зеленой лягушки (прудовой, съедобной, озерной); гадюки обыкновенной; бурого угля (в пересчете на условное топливо); горючих сланцев (в пересчете на условное топливо); длиннопалый (узкопалый) рак.

Налог за добычу (изъятие) природных ресурсов рассчитывается в соответствии с Налоговым кодексом Республики Беларусь (гл. 20). Сумма налога, за исключением соли калийной, определяется как произведение фактического объема добываемых (изымаемых) природных ресурсов на ставку налога. Ставки налога за добычу (изъятие) природных ресурсов установлены Налоговым кодексом.

За превышение выбросов (сбросов), установленных разрешениями (комплексными природоохранными разрешениями), и / или изъятие природных ресурсов сверх установленных лимитов применяются ставки налога, увеличенные на **коэффициент 15**.

**Пример 3.1** – Рассчитайте сумму экологического налога по предприятию. Объем фактических выбросов составил 1,243 т, норматив допустимых выбросов – 1,3 т, ставка экологического налога – 1635215 р.

Так как нет превышения норматива допустимых выбросов, сумма экологического налога составит  $1635215 \cdot 1,3 = 2125779,5$  р.

**Пример 3.2** – Рассчитайте налог за добычу песка формовочного. Объем добычи – 1,15 т, установленный лимит добычи – 1 т, ставка налога – 330 р.

Так как присутствует превышение лимита добычи, расчет налога производится следующим образом:  $1 \cdot 330 + 0,15 \cdot 330 \cdot 15 = 1072,5$  р.

### **Практическая часть**

**Задача 3.1.** Определите величину налога за пользование природными ресурсами за второй квартал текущего года по домостроительному комбинату. Исходные данные для задачи – в таблице 3.1.

**Задача 3.2.** Произведите расчет экологического налога для котельной, работающей на отходах древесины, за третий квартал текущего года. Котельная принадлежит Жилкомхозу и обеспечивает горячим водо- и теплоснабжением поселок городского типа. Исходные данные для задачи – в таблице 3.2.

**Задача 3.3.** Рассчитайте экологический налог за захоронение (хранение) отходов производства на полигоне. Исходные данные для задачи – в таблице 3.3.

### **Контрольные вопросы**

1 Какова цель введения платы за пользование природными ресурсами и их загрязнение? Какие виды платы существуют?

2 Какие объекты облагаются экологическим налогом?

3 Какие объекты не признаются объектами экологического налогообложения?

4 Каким образом рассчитывается экологический налог и плата за добычу (изъятие) природных ресурсов?

5 Какие коэффициенты применяются к расчету экологического налога за добычу (изъятие) природных ресурсов?

Таблица 3.1 – Исходные данные для задачи 3.1

Наименование природного ресурса	Лимитная добыча, тыс. т (тыс. м <sup>3</sup> )	Ставка налога, ВУН / т (м <sup>3</sup> )	Фактически добыто, тыс. т (тыс. м <sup>3</sup> ), по вариантам									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Песок формовочный, тыс. т	16	0,12	16	15,8	14,4	13,9	17,6	16	15,8	15,2	15,9	17,1
Песок строительный для использования в дорожном строительстве, тыс. м <sup>3</sup>	20	0,03	20	20,1	20	20,2	20	20,4	20	20,6	20,3	20
Камень облицовочный, тыс. м <sup>3</sup>	35	1,232	37	36	30	35	36	34	36	32	37	35
Глина, тыс. м <sup>3</sup>	12	0,071	11	17	13	12,5	11	12	14	16	15	12
Вода из поверхностных источников (для производства продукции), тыс. м <sup>3</sup>	42	0,0006	43	40	41	42	40	44	50	42	41	43

Таблица 3.2 – Исходные данные для задачи 3.2

Наименование ЗВ	Класс опасности	Ставка налога, ВУН /т	Допустимый выброс, т	Фактические выбросы, т, по вариантам									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Азота диоксид	2	594,104	0,5572	0,5572	0,56	0,54	0,5572	0,661	0,5572	0,6	0,544	0,5572	0,58
Азота оксид	3	196,402	0,0724	0,0724	0,0724	0,08	0,073	0,069	0,0724	0,0724	0,079	0,075	0,068
Серы диоксид	3	196,402	0,0647	0,065	0,0647	0,0647	0,0647	0,0652	0,066	0,062	0,0647	0,0647	0,0651
Твердые частицы (суммарно)	3	196,402	10,345	10,344	10,345	10,368	10,345	10,345	10,34	10,445	10,345	10,441	10,345
Углерода оксид	4	97,591	5,1803	5,19	5,1803	5,21	5,17	5,1803	5,2	5,1803	5,178	5,1803	5,1803

Таблица 3.3 – Исходные данные для задачи 3.3

Перечень образующихся отходов	Класс опасности	Ставка налога, ВУН /т	Норматив образования, т	Фактические выбросы, т, по вариантам										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Полиэтилен (пленка, обрезки)	3	88,814	0,7	0,84	0,68	0,74	0,7	0,7	0,7	0,72	0,7	0,71	0,76	0,66
Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел – менее 15 %)	3	88,814	0,8	0,8	0,8	0,88	0,8	0,84	0,77	0,85	0,8	0,8	0,8	0,8
Отходы упаковочного картона незагрязненные	4	44,28	4	4	4	3,8	4,22	4	4	4	4	4	4	4
Изношенная спецодежда хлопчатобумажная и другая	4	44,28	0,2	0,22	0,23	0,2	0,24	0,2	0,2	0,19	0,23	0,23	0,26	0,25
Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения	Неопасные	3,492	2	2,1	2	2	1,9	2,22	2,19	2	2,4	2,4	2,33	2
Отходы (смет) от уборки территорий промышленных предприятий и организаций	4	44,28	4	4	4	4,1	4	4,23	4	4	3,7	4	4	4
Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	4	44,28	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,39	1,4	1,45	1,4	1,4	1,4	1,43
Люминесцентные трубки отработанные	1	77,518	0,0012	0,0009	0,0014	0,0012	0,0013	0,0012	0,0014	0,0012	0,0012	0,0012	0,001	0,0015

## 4 Практическая работа № 4. Расчет полигона ТБО

**Цель работы:** спроектировать полигон твердых бытовых отходов и оценить его влияние на окружающую среду.

В состав сооружений полигона ТБО входят чаша и курган. Чаша представляет собой выемку с изолирующим экраном для защиты грунтовой среды от фильтратной жидкости. Глубина выемки  $H_1$  и высота кургана  $H_2$  рассчитываются исходя из предполагаемого объема накопления отходов в течение 15–25 лет, на расчетный период 15 лет приводятся в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Ориентировочные значения величин площади участка складирования в гектарах

Количество проживающих, тыс. чел.	Высота складирования отходов, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	4,5...5,5	–	–	–	–
100	12,5	8,5	6,5...7,5	–	–	–
250	31,0	21,0	16,0	11,5	–	–
500	61,0	41,0	31,0	23,0	16,5...20	–
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	–
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	27,0...31,0

Высота откоса  $H_1$  при устройстве строительного котлована под будущую чашу определяется по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения для заданного коэффициента устойчивости  $\eta$  (формула проф. Г. И. Тер-Степаняна – проф. М. Н. Гольдштейна):

$$\eta = f \cdot A + \left( \frac{c}{\gamma \cdot H_1} \right) \cdot B, \quad (4.1)$$

где  $f$  – коэффициент внутреннего трения,  $f = \operatorname{tg} \varphi$ ;

$\varphi$  – угол внутреннего трения грунта основания, град;

$c$  – удельное сцепление, кПа;

$\gamma$  – собственный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>;

$A$  и  $B$  – коэффициенты, зависящие от геометрических размеров сползающего клина, при условии прохождения поверхности скольжения через подошву откоса (принимаются по таблице 4.2).

Таблица 4.2 – Коэффициенты, зависящие от геометрических размеров сползающего клина

Заложение откоса чаши, 1: $m_1$	1:1	1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:2	1:2,25	1:2,5	1:2,75	1:3
$A$	2,37	2,64	2,64	2,87	3,23	3,19	3,53	3,59	3,59
$B$	5,79	6,05	6,50	6,58	6,70	7,27	7,30	8,02	8,91

Исходя из формулы (4.1), высота откоса  $H_1$  котлована при принятом значении величины  $\eta$  определяется как

$$H_1 = \frac{c \cdot B}{\gamma \cdot (n - f \cdot A)}. \quad (4.2)$$

Контуры кургана назначаются исходя из рекомендуемого заложения его откосов  $m_2 = 1:3 \dots 1:4$ .

Высота складирования  $H_2$ , м, определяется исходя из условия заложения внешних откосов  $1:m_2$  и необходимости иметь размеры верхней площадки не менее  $40 \times 80$  м для обеспечения работы мусоровозов и бульдозеров. Каждый пласт ТБО имеет мощность 2 м, а на него укладывают изоляционный грунтовый слой толщиной 0,25 м.

### ***Расчет вместимости полигона и объема отходов***

1 В соответствии с заданным количеством жителей города и используя данные таблицы 4.1, определяем площадь  $S$ , га, участка прямоугольной формы. Принято считать, что наиболее экономичны земельные участки, близкие по форме к прямоугольнику с соотношением сторон  $l_2 : b_2 = (2,1 \dots 1,7) : 1$ .

2 После установления длины  $l_2$  и ширины  $b_2$  земельного участка определяются размеры строительного котлована (чаши). Его глубина  $H_1$  определяется по формуле (4.2).

Размеры площади дна котлована

$$l_1 = l_2 - 2 \cdot \left( \frac{H_1}{1:m_1} \right) = l_2 - 2 \cdot m_1 \cdot H_1; \quad (4.3)$$

$$b_1 = b_2 - 2 \cdot \left( \frac{H_1}{1:m_1} \right) = b_2 - 2 \cdot m_1 \cdot H_1. \quad (4.4)$$

Размеры верхней площадки кургана

$$l_3 = l_2 - 2 \cdot \left( \frac{H_2}{1:m_2} \right) = l_2 - 2 \cdot m_2 \cdot H_2; \quad (4.5)$$

$$b_3 = b_2 - 2 \cdot \left( \frac{H_2}{1:m_2} \right) = b_2 - 2 \cdot m_2 \cdot H_2. \quad (4.6)$$

3 Объем  $V_1$ , м<sup>3</sup>, чаши захоронения (формула как для усеченной правильной пирамиды)

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}) \cdot H_1, \quad (4.7)$$

где  $S_1$  – площадь дна котлована, м<sup>2</sup>;

$$S_1 = b_1 \cdot l_1;$$

$S_2$  – площадь сечения в уровне бровки откоса чаши, м<sup>2</sup>;

$$S_2 = b_2 \cdot l_2.$$

4 Объем  $V_2$ , м<sup>3</sup>, кургана захоронения

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot (S_2 + S_3 + \sqrt{S_2 \cdot S_3}) \cdot H_2, \quad (4.8)$$

где  $S_3$  – площадь сечения в уровне верхней площадки, м<sup>3</sup>.

5 Общая вместимость полигона  $V$ , м<sup>3</sup>, рассчитывается как

$$V = V_1 + V_2. \quad (4.9)$$

6 Потребность в изолирующем материале (грунте) определяется по формуле

$$V_{сп} = V(1 - 1/\kappa), \quad (4.10)$$

где  $\kappa$  – коэффициент коррекции вместимости полигона вследствие введения слоя грунта изоляции,  $\kappa = 1,25$ .

7 Общий объем  $V_{ТБО}$ , м<sup>3</sup>, складирования отходов на полигоне

$$V_{ТБО} = V - V_{сп}. \quad (4.11)$$

### ***Расчет выделяющегося биогаза***

Ориентировочная продолжительность периода образования биогаза составляет 10–30 лет, а максимальное выделение его с поверхности полигона приходится на седьмой год хранения.

1 Объем  $V_3$ , м<sup>3</sup>, образующегося в течение года биогаза

$$V_3 = M_{ТБО} \cdot W_{уд}, \quad (4.12)$$

где  $M_{ТБО}$  – масса ТБО, завезенная на полигон,

$$M_{ТБО} = V_{ТБО} \cdot \rho_{ТБО}; \quad (4.13)$$



$\rho_{ТБО}$  – плотность отходов,  $\rho_{ТБО} = 0,75$ ;

$W_{y\partial}$  – удельный выход биогаза,  $W_{y\partial} = 5,1$  м<sup>3</sup>/т;

$M_3$  – масса, т;

$$M_3 = V_3 \cdot \rho_3, \quad (4.14)$$

где  $\rho_3$  – плотность биогаза,  $\rho_3 = 1,248$  кг/м<sup>3</sup>.

2 Суточные объем  $V_{3,C}$ , м<sup>3</sup>/сут, и масса  $M_{3,c}$

$$V_{3,C} = V_3 / 365; \quad (4.15)$$

$$M_{3,c} = V_{3,c} \cdot \rho_3 \quad (4.16)$$

3 Расчет выбросов  $M_i$ , т/год, основных загрязняющих ингредиентов в атмосферу

$$M_i = \frac{M_{ТБО} \cdot M_{Bi}}{100000}, \quad (4.17)$$

где  $M_{Bi}$  – параметр выброса  $i$ -го вещества, принимаемый по данным таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Параметры выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу полигоном ТБО вместимостью 100000 т

Наименование веществ	ПДК <sub>МР</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>СС</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Выброс, $M_{Bi}$ , т/год
Азота диоксид	0,085	0,04	2	0,70973
Аммиак	0,2	0,04	4	0,39108
Ангидрид сернистый	0,5	0,05	3	0,05
Бензол (С <sub>6</sub> Н <sub>6</sub> )	1,5	0,1	2	0,00114
Дихлорэтан	3	1	2	0,048
О-крезол	0,028	–	2	0,1176
Метан	100	25	4	115,69
Метилбензол (толуол)	0,6	0,6	3	0,1
Пропан	100	25	4	0,02
Сероводород	0,008	–	2	0,0652
Углерода оксид	3	3	4	1,2
Хлорэтан	–	0,2	4	0,044

### ***Практическая часть***

Содержание отчета включает в себя цель работы, исходное задание (таблица 4.5), формулы и результаты расчетов.

1 Принять согласно таблице 4.5 исходные данные варианта (значения величин  $\gamma$ ,  $c$ ,  $\varphi$ ,  $\eta$ ,  $m_1$ ,  $\bar{h}$  и  $N$ ).

2 Выполнить расчет по определению вместимости полигона, объемов отходов и грунта изоляционных слоев.

3 Определить объемы биогаза, выделяющегося при деструкции органики в складываемой массе.

Таблица 4.5 – Варианты заданий для проектирования полигона ТБО

Номер варианта	Количество жителей, тыс. чел.	Наименование грунта основания	Собственный вес грунта $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Удельное сцепление грунта $c$ , кПа	Угол внутреннего трения $\varphi$ , град	Коэффициент устойчивости откоса $\eta$	Заложение откосов чаши, 1 : $m_1$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	50	Песок	16	1,7	35	1,2	1:1
2	60	Супесь	19	18	24	1,5	1:1,5
3	70	Суглинок	20,5	37	15	1,7	1:2,5
4	90	Песок	17	2	30	1,25	1:1
5	100	Супесь	18,5	7	28	1,4	1:1,75
6	110	Суглинок	20	34	19	1,8	1:2,25
7	100	Глина	22,5	40	14	1,9	1:2,5
8	250	Супесь	17,2	17	25	1,6	1:1,25
9	270	Суглинок	20,9	38	14	1,8	1:2,75
10	280	Глина	22	42	9	1,9	1:3
11	300	Песок	16	1,5	38	1,15	1:1
12	350	Супесь	18	19	23	1,5	1:2
13	400	Глина	20,8	39	18	1,8	1:2,5
14	450	Глина	22	43	8,5	1,9	1:3
15	500	Супесь	19	18	23	1,4	1:2,5
16	500	Суглинок	21	38	14	1,7	1:2,75
17	750	Глина	22	41	13	1,9	1:3
18	750	Песок	16	1,6	39	1,15	1:1
19	50	Песок	16	1,7	35	1,2	1:2
20	60	Супесь	19	18	24	1,5	1:1,5
21	70	Суглинок	20,5	37	15	1,7	1:2,5
22	90	Песок	17	2	30	1,25	1:1
23	100	Супесь	18,5	7	28	1,4	1:1,75
24	110	Суглинок	20	34	19	1,8	1:2,25
25	100	Глина	22,5	40	14	1,9	1:2,5
26	250	Супесь	17,2	17	25	1,6	1:1,25
27	270	Суглинок	20,9	38	14	1,8	1:2,75
28	280	Глина	22	42	9	1,9	1:3

### **Контрольные вопросы**

- 1 Классификация отходов производства и отходов потребителя.
- 2 Методы обращения с отходами.
- 3 Рисайклинг.

4 Состав и устройство полигонов ТБО.

5 Основные методы снижения воздействия полигонов ТБО на окружающую среду.

6 Выработка и отвод биогаза.

7 Отвод и очистка сточных вод полигона.

8 Рекультивация полигонов ТБО.

## 5 Практическая работа № 5. Расчет биогазовой установки

**Цель работы:** изучить методику оценки эффективности от внедрения биогазовой установки по переработке отходов животноводческих комплексов.

Биогазовая установка – комплекс оборудования и устройств, предназначенный для подготовки и переработки биоотходов в биогаз и эффлюент, включающий в себя метантенк и агрегаты для переработки биоотходов.

Экономическая эффективность строительства биогазовых комплексов обусловлена тремя составляющими: энергетической, экологической и агротехнической. Использование биоэнергетических установок позволяет решить ряд важнейших проблем:

- экологическую (осуществляется санитарная обработка сточных вод (особенно животноводческих и коммунально-бытовых), содержание органических веществ снижается до 10 раз; количество таких микроорганизмов, как кишечная палочка, синегнойная палочка и плесневые грибы, находится в безопасных пределах, патогенная микрофлора практически отсутствует, яйца гельминтов отсутствуют);

- энергетическую (при метановом брожении высокий (80...90 %) КПД превращения энергии органических веществ в биогаз, который с высокой эффективностью может быть использован для получения тепловой и электрической энергии);

- агрохимическую (анаэробная переработка отходов животноводства, растениеводства и активного ила приводит к минерализации основных компонентов удобрений (азота и фосфора) и их сохранению (в отличие от традиционных способов приготовления органических удобрений методами компостирования, при которых теряется до 30...40 % азота);

- экономическую (биогазовые установки могут быть размещены в любом регионе страны и не требуют строительства дорогостоящих газопроводов, что ведет к снижению себестоимости продукции, экологических платежей);

- социальную (улучшение условий труда и создание новых рабочих мест).

Сырьем для получения биогаза могут служить канализационные стоки, отходы пищевой промышленности, птичий помет, навоз крупного рогатого скота, свиней и т. д. Кроме этого, можно использовать растительные отходы сельскохозяйственной деятельности: силос, солома, свекольный жом, стебли подсолнечника и кукурузы, садовые отходы и т. п.

### 5.1 Расчет энергетических аспектов сбраживания биомассы

Суточный объем производимого биогаза ( $Q_B$ , м<sup>3</sup>/сут) в мезофильном режиме работы биореактора определяется как

$$Q_B = 0,01 \cdot b \cdot \sum n_i \cdot m_i \cdot (100 - W_i), \quad (5.1)$$

где  $b$  – усредненный выход биогаза для жидкого свиного навоза, м<sup>3</sup>/кг; для практической работы **принимается равным 0,0204**;

$n_i$  – количество голов в  $i$ -й половозрастной группе животных;

$m_i$  – суточная масса экскрементов от одной головы животных  $i$ -й половозрастной группы животных, кг/сут.; определяется по таблице 5.1;

$W_i$  – влажность сырья от одной головы животных  $i$ -й половозрастной группы животных, %; определяется по таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Суточный выход и влажность экскрементов различных половозрастных групп свиней

Половозрастная группа животных	Масса экскрементов, кг/сут	Влажность экскрементов, %
Хряки	11,1	89,4
Свиноматки	10,0	91,0
Поросята	0,7	86,0
Свиньи на откорме	5,0	87,0

Тепловая мощность биогазового комплекса ( $Q_K$ , кВт)

$$Q_K = \frac{Q_B \cdot Q_B^H \cdot \eta_y \cdot 1.163}{24 \cdot 10^5}, \quad (5.2)$$

где  $Q_B^H$  – низшая рабочая теплота сгорания биогаза, ккал/м<sup>3</sup>; для предварительных расчетов **принимается равной 5200 ккал/м<sup>3</sup>**;

$Q_B$  – суточный объем производимого биогаза, м<sup>3</sup>/сут;

$\eta_y$  – КПД биогазового комплекса.

Годовая выработка тепловой энергии ( $Q$ , Гкал/год)

$$Q = \frac{0.97 \cdot Q_K \cdot T_3 - (Q_B \cdot K_{CH} \cdot T_B) / 24}{1163}, \quad (5.3)$$

где  $Q_K$  – тепловая мощность биогазового комплекса, кВт;

$T_3$  – число часов работы энергетического оборудования в году, для предварительных расчетов **принимается равным 8350 ч/год**;

$Q_B$  – суточный объем производимого биогаза, м<sup>3</sup>/сут;

$K_{CH}$  – удельное потребление тепловой энергии на собственные нужды биогазового комплекса, кВт·ч/м<sup>3</sup>; **принимается равным 1,188 кВт·ч/м<sup>3</sup>**;

$T_B$  – число часов работы биогазового комплекса в году, ч./год; для предварительных расчетов **принимается равным 8760 ч/год.**

Годовая выработка электроэнергии ( $N$ , кВт·ч/год)

$$N = 0.86 \cdot 10^{-3} \cdot Q_K \cdot Q_B \cdot \frac{T_{\text{Э}}}{T_B}, \quad (5.4)$$

где  $Q_K, Q_B, T_{\text{Э}}$  и  $T_B$  – то же, что и в формуле 5.3.

Годовая экономия природного газа ( $G_G$ , тыс. м<sup>3</sup> / год)

$$G_G = \frac{7 \cdot (b_B \cdot Q + b_3 \cdot N / 1000)}{Q_G^H}, \quad (5.5)$$

где  $b_B$  – удельный расход топлива на выработку 1 Гкал тепловой энергии на биогазовом комплексе, кг у.т./Гкал; для предварительных расчетов **принимается равным 168 кг у.т./Гкал;**

$b_3$  – удельный расход топлива на выработку 1 кВт·ч электроэнергии на замыкающей конденсационной электростанции, г у.т./кВт·ч; для предварительных расчетов **принимается равным 312 г у.т./кВт;**

$Q_G^H$  – низшая рабочая теплота сгорания природного газа, ккал/м<sup>3</sup>; для предварительных расчетов **принимается равной 8000 ккал/м<sup>3</sup>.**

Приток денежных средств от системной экономии природного газа ( $\Pi_G$ , р./год)

$$\Pi_G = G_G \cdot C_G, \quad (5.6)$$

где  $C_G$  – стоимость природного газа, тыс. р./год; для предварительных расчетов принимается равной 488,89 р. за тыс. м<sup>3</sup> газа.

## 5.2 Расчет агротехнических аспектов сбраживания биомассы

Расчет увеличения урожайности производится только для объемов, неразделенных на жидкую и твердую фракции стоков.

Увеличение урожайности  $i$ -й сельскохозяйственной культуры в натуральном выражении ( $\Delta U_{VP}^i$ , т/год)

$$\Delta U_{VP}^i = 0.001 \cdot U^i \cdot S^i \cdot \Delta u^i, \quad (5.7)$$

где  $U^i$  – первоначальная урожайность  $i$ -й культуры, ц/га;

$S^i$  – площадь, занятая  $i$ -й культурой, на которую вносились сброженные стоки, га/год;

$\Delta u^i$  – изменение урожайности  $i$ -й культуры, %; определяется по таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при внесении сброженных стоков

Сельскохозяйственная культура	Увеличение урожайности, %
Картофель	3,2
Рапс яровой	11,4
Ячмень	4,2

Прибыль от увеличения урожайности ( $P_{УР}$ , р./год)

$$P_{УР} = \sum_i \Delta U_{УР}^i \cdot C_K^i, \quad (5.8)$$

где  $U_{УР}^i$  – увеличение урожайности  $i$ -й сельскохозяйственной культуры в натуральном выражении, т/год;

$C_K^i$  – стоимость  $i$ -й сельскохозяйственной культуры, р./т; **принимается 200 р./т для картофеля, 400 р./т для ячменя и 740 р./т для рапса.**

Сброженную биомассу, как правило, разделяют на жидкую и твердую фазы. Твердую фазу гранулируют и сушат для получения готового к продаже продукта – удобрений. Суточный объем образующейся твердой фракции ( $G_{уд}$ , кг/сут) рассчитывается по формуле

$$G_{уд} = \frac{v_i \cdot k_C \cdot (1 - 0.01 \cdot W_C)}{100 \cdot (1 - 0.01 \cdot W_T)}, \quad (5.9)$$

где  $W_T$  – влажность твердой фракции после разделения, %; для предварительных расчетов **принимается равной 72 %;**

$k_C$  – доля сброженной биомассы, поступающей на разделение, %;

$W_C$  – влажность свежей биомассы, поступающей на сбраживание, %; определяется по формуле

$$W_C = \frac{\sum m_i \cdot n_i \cdot W_i}{V_{сут}}, \quad (5.10)$$

где  $V_i$  – суточный выход экскрементов от всех возрастных групп животных,

$$V_i = \sum m_i \cdot n_i, \quad (5.11)$$

где  $n_i$  – количество голов в  $i$ -й половозрастной группе животных;

$m_i$  – суточная масса экскрементов от одной головы животных  $i$ -й половозрастной группы животных, кг/сут; определяется по таблице 5.1;

$W_i$  – влажность сырья от одной головы животных  $i$ -той половозрастной группы животных, %; определяется по таблице 5.1.

Приток денежных средств за счет продаж разделенной фракции в качестве удобрений, плодородных слоев почв и компостов ( $П_{уд}$ , р./год) рассчитывается по формуле

$$П_{уд} = \frac{G_{уд} \cdot C_{уд} \cdot T}{24000}, \quad (5.12)$$

где  $C_{уд}$  – стоимость твердой фракции, тыс. р./т; для предварительных расчетов **принимается равной 0,52 р./кг удобрений;**

$T$  – число часов работы технологического оборудования в году, ч/год; для предварительных расчетов **принимается равным 8760 ч/год.**

Приток денежных средств за счет сокращения объемов вносимых пестицидов и гербицидов ( $П_x$ , р./год)

$$П_x = C_x \cdot \sum_i \frac{\Delta x^i}{100} \cdot S_i, \quad (5.14)$$

где  $C_x^i$  – первоначальная стоимость обработки химическими препаратами для  $i$ -й сельскохозяйственной культуры, р./га; для предварительных расчетов **принимается равной 35 р./га;**

$\Delta x^i$  – сокращение внесения химических препаратов для  $i$ -той сельскохозяйственной культуры, %; определяется по таблице 5.3;

$S_i$  – площадь земли под сельскохозяйственную культуру, на которую вносятся химические препараты, га/год.

Таблица 5.3 – Уменьшение объемов используемых препаратов после внесения сброженных стоков

Сельскохозяйственная культура	Снижение внесения химических препаратов, %
Зерновые культуры	7
Многолетние травы	2
Картофель	9

### 5.3 Расчет экологических аспектов сбраживания биомассы

Для предварительных расчетов снижение выбросов парниковых газов в атмосферный воздух в пересчете на диоксид углерода ( $\Delta G_{\text{ПГ}}$ , т/год) может быть рассчитано по формуле

$$\Delta G_{\text{ПГ}} = \frac{Q_{\text{к}}}{500} \cdot 10500. \quad (5.15)$$

Приток денежных средств от продажи добровольных сокращений выбросов парниковых газов ( $\Pi_{\text{ПГ}}$ , р./год) определяется по формуле

$$\Pi_{\text{ПГ}} = \Delta G_{\text{ПГ}} \cdot C_{\text{ПГ}}, \quad (5.16)$$

где  $C_{\text{ПГ}}$  – стоимость тонны выбросов парниковых газов в пересчете на диоксид углерода, р./т; для предварительных расчетов **принимается равной 30 р./т.**

Приток денежных средств за счет сокращения объемов сбрасываемых стоков, снижения нагрузки на очистные сооружения ( $\Pi_{\text{О}}$ , р./год) рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\text{О}} = \frac{\Delta C_{\text{Н}} \cdot T \cdot V_i}{24000}, \quad (5.17)$$

где  $\Delta C_{\text{Н}}$  – снижение стоимости вносимой в качестве удобрений и не поступающей на очистные сооружения биомассы, р./год; для предварительных расчетов **принимается равным 0,060 р./кг** за сырье, поступающее на переработку;

$T$  – число часов работы технологического оборудования в году, ч.; для предварительных расчетов **принимается равным 8760 ч/год;**

$V_i$  – объем  $i$ -го сырья, поступающего на переработку, кг/сут.

### 5.4 Экономическая эффективность внедрения биогазовой установки

Критерием экономической эффективности биогазовой установки является соотношение

$$\Pi_{\text{Г}} + \Pi_{\text{ПГ}} + \Pi_{\text{УД}} + \Pi_{\text{УР}} + \Pi_{\text{Х}} + \Pi_{\text{О}} > E_{\text{Н}} \cdot K + И, \quad (5.18)$$

где  $E_{\text{Н}}$  – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений,  **$E_{\text{Н}} = 0,12$ ;**

$K$  – капиталовложения, для **практической работы принимаются равными 100 тыс. р.;**

$И$  – годовые эксплуатационные издержки, для предварительных расчетов могут быть определены как  **$0,1 \cdot K$ .**



### ***Практическая часть***

Рассчитать энергетические, агротехнические и экологические эффекты от внедрения биогазовой установки по переработке отходов животноводческого комплекса. Определить, есть ли экономическая эффективность от внедрения биогазовой установки на животноводческом комплексе. Исходные данные к задаче принять по таблице 5.4.

### ***Контрольные вопросы***

1 Биогазовые комплексы – определение, назначение, устройство.

2 Из каких составляющих складывается экономическая эффективность биогазовых комплексов?

3 В чем заключается экологическая составляющая эффективности биогазовых комплексов? Как она рассчитывается?

4 В чем заключается экономическая составляющая эффективности биогазовых комплексов? Как она рассчитывается?

5 В чем заключается энергетическая составляющая эффективности биогазовых комплексов? Как она рассчитывается?

6 В чем заключается агрохимическая составляющая эффективности биогазовых комплексов? Как она рассчитывается?

7 В чем заключается социальная составляющая эффективности биогазовых комплексов?

Таблица 5.4 – Исходные данные к задаче

Вариант	Половозрастная группа животных				Kс, %	п, %	Первоначальная урожайность, ц/га			Площадь сельскохозяйственных угодий, га		
	Хряки	Свиноматки	Поросята	Свиньи на откорме			картофеля	ячменя	рапса	под картофелем	под ячменем	под рапсом
1	1000	2000	3180	3780	60	91	180	43,7	12,3	30	10	35
2	900	2200	3240	3900	75	92	182	42,8	17,5	20	8	20
3	1100	2300	2960	4050	70	90	193	41,5	24	32	10	20
4	800	1900	2880	4100	55	88	204	40,7	14,8	25	5	51
5	850	2150	2950	4200	50	93	202	53,5	15,6	50	7	40
6	950	2250	3050	4780	55	89	243	52,1	23,4	50	5	40
7	1050	2400	3300	4500	50	91	198	51,9	22,9	50	8	50
8	750	1950	2800	3759	65	92	212	44,6	18,6	30	11	20
9	1000	2000	3180	3780	60	90	264	47,2	13,3	30	10	35
10	900	2200	3240	3900	70	88	248	50,7	16,7	30	8	20
11	1100	2300	2960	4050	40	93	237	49,4	12,8	60	24	40
12	800	1900	2880	4100	60	89	223	48,6	13,9	38	9	25
13	850	2150	2950	4200	75	91	207	52,1	14,3	20	8	20
14	950	2250	3050	4780	55	92	209	50,8	15,1	50	5	40
15	1050	2400	3300	4500	50	90	213	48,2	17,2	50	8	50

## 6 Практическая работа № 6. Расчет ПДС загрязняющих веществ в составе сточных вод

**Цель работы:** изучить методику и процедуру проведения и представления результатов расчета и обоснования сбросов сточных вод промышленного предприятия; выполнить расчеты и обосновать нормативы сброса сточных вод.

Сброс сточных вод в водные объекты является одним из видов воздействия на водные объекты и относится к специальному водопользованию. Предприятия, осуществляющие сбросы сточных вод в водные объекты, обязаны оформлять разрешение на специальное водопользование, в котором устанавливаются допустимые концентрации и допустимые сбросы (временные допустимые концентрации и временные допустимые сбросы) для утвержденного перечня ЗВ.

ЗВ, указанные в разрешении на специальное водопользование, делятся на нормируемые и контролируемые. Перечень нормируемых ЗВ в составе городских (смешанных) сточных вод устанавливается с учетом списка ЗВ, образующихся в результате деятельности всех водопользователей, отводящих сточные воды в системы городской канализации на основе ТКП 17.06-08–2012. ЗВ, концентрация которых на входе и выходе из очистных сооружений не превышает ПДК для рыбохозяйственного водопользования, включаются в список *контролируемых* ЗВ.

*Допустимая концентрация* – максимальная концентрация ЗВ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, соблюдение которой обеспечивает установленные нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе. Допустимые концентрации ЗВ в составе сточных вод устанавливаются для каждого ЗВ с учетом типа сточных вод, нормативов качества воды, фоновой концентрации ЗВ, ассимилирующей способности водного объекта.

*Предельно допустимая концентрация (ПДК)* ЗВ в воде – максимальная концентрация ЗВ в воде, превышение которой приводит к непригодности воды для определенного вида водопользования.

*Фоновая концентрация* ЗВ – показатели качества воды и концентраций ЗВ выше по течению от объекта воздействия.

*Нормативы допустимых сбросов* ЗВ – максимально допустимая масса ЗВ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, при установленном режиме водоотведения, при сбросе которой обеспечиваются нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе.

*Временные нормативы допустимых сбросов* ЗВ – максимально допустимая масса ЗВ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, при установленном режиме водоотведения на ограниченный промежуток времени, в течение которого выполняются мероприятия по достижению нормативов допустимых сбросов.

*Контрольный створ* – условное поперечное сечение водного объекта, в котором производят комплекс работ с целью получения данных о показателях качества воды и концентраций ЗВ.

Расчет и обоснование допустимых сбросов ЗВ в составе сточных вод производится в несколько этапов:

- 1) определение допустимых концентраций ЗВ;
- 2) обоснование списка нормируемых и контролируемых веществ;
- 3) определение временных нормативов качества воды (в случае необходимости);
- 4) составление плана водоохранных мероприятий.

### **Определение допустимых концентраций ЗВ в сточных водах, отводимых в водный объект**

По таблице 6.1 устанавливаются допустимые концентрации для ХПК, БПК<sub>5</sub>, взвешенным веществам, аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему в зависимости от массы органических веществ, содержащихся в сточных водах и поступающих на очистные сооружения, определяемой по эквиваленту населения.

Таблица 6.1 – Допустимые концентрации ЗВ в очищенных сточных водах

Эквивалент населения $N_{ЭКВ}$	ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Аммоний-ион, мг/дм <sup>3</sup>	Азот общий, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор общий, мг/дм <sup>3</sup>
До 500	125	35	40	н/н*	н/н	н/н
501-2000	120	30	35	20	н/н	н/н
2001-10000	100	25	30	15	н/н	н/н
10001-100000	80	20	25	н/н	20	4,5
Более 100000	70	15	20	н/н	15	2,0
<i>Примечание</i> – * н/н – показатель не нормируется						

Эквивалент населения определяется по формуле

$$N_{ЭКВ} = \frac{C_{пост}^{БПК5} \cdot Q_{сут}}{a}, \quad (6.1)$$

где  $a$  – количество ЗВ, вносимых одним человеком в сточные воды, г / (чел. · сут);  
 $a = 60$ ;

$C_{пост}^{БПК5}$  – концентрация ЗВ в сточных водах, поступающая на очистные сооружения, оцениваемая по показателю БПК<sub>5</sub>, мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;

$Q_{сут}$  – суточный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/сут.

Допустимые концентрации для остальных ЗВ рассчитываются с учетом ассимилирующей способности водных объектов по формуле

$$C_{доп} = (n - 1) \cdot (ПДК - C_{\phi}) + ПДК, \quad (6.2)$$

где  $n$  – кратность разбавления отводимых сточных вод;

$ПДК$  – предельно допустимая концентрация ЗВ в воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{\phi}$  – фоновая концентрация ЗВ в водоеме, служащем приемником сточных вод, мг/дм<sup>3</sup>.

Кратность разбавления сточных вод рассчитывается по формуле

$$n = \frac{q + k_{CM} \cdot Q}{q}, \quad (6.3)$$

где  $q$  – расход отводимых сточных вод, м<sup>3</sup>/с;

$k_{CM}$  – коэффициент смешения сточных вод с массой водотока;

$Q$  – расход воды в водотоке, служащем приемником сточных вод, м<sup>3</sup>/с.

### ***Обоснование допустимых концентраций и сбросов в составе сточных вод***

Обоснование допустимых концентраций и сбросов в составе сточных вод осуществляется исходя из следующих условий:

– для веществ, нормируемых по таблице 6.1, допустимые концентрации устанавливаются по соответствующим значениям из таблицы;

– для остальных веществ:

а) если фактическая концентрация ЗВ в очищенных сточных водах меньше фоновой в водном объекте, вещество исключается из списка нормируемых веществ и становится контролируемым показателем;

б) если фактическая концентрация ЗВ в очищенных сточных водах больше фоновой, ПДК и расчетного значения допустимой концентрации, то устанавливается временная допустимая концентрация в размере фактических концентраций;

в) если фактическая концентрация ЗВ в составе сточных вод больше фоновой, но меньше расчетной концентрации и не превышает ПДК рыбохозяйственного водопользования, то в качестве допустимой концентрации устанавливается фоновая концентрации ЗВ в водном объекте;

г) если фактическая концентрация больше фоновой и ПДК, но меньше расчетной, то допустимая концентрация устанавливается по значению расчетной концентрации.

### ***Определение временных нормативов качества воды***

По результатам предыдущего этапа из списка ЗВ, сбрасываемых в водный объект, выделяются те, для которых устанавливаются временные допустимые концентрации.

### ***Составление плана водоохраных мероприятий***

Для веществ, для которых устанавливаются временные допустимые концентрации, составляется план мероприятий по достижению нормативов допустимых сбросов. Водоохраные мероприятия делятся на организационные и технологические. Организационные мероприятия могут включать: разработку и распространение информационных материалов; дополнительные мероприятия мониторинга и контроля; назначение ответственных лиц и т. д. Технологические мероприятия могут заключаться в модернизации, строительстве и (или)

реконструкции очистных сооружений; установлении режима сброса производственных сточных вод в систему коммунальной канализации; снижении массы ЗВ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения. Набор мероприятий и последовательность их реализации определяются исходя из фактических условий функционирования предприятия. Результатом организационных мероприятий является усиление контроля, технологических – достижение допустимых сбросов, определенных по таблице 6.1 или формуле (6.2).

### ***Практическая часть***

Для коммунальных очистных сооружений МГУП «Водоканал» требуется определить: эквивалент населения; нормативы допустимых концентраций ЗВ в составе сточных вод на выходе с очистных сооружений биологической очистки. На очистные сооружения поступают хозяйственно-бытовые (канализация) сточные воды от жилого фонда и объектов социальной сферы, а также сточные воды строительного предприятия. Выпуск сточных вод осуществляется в р. Серебрянку на расстоянии 7 км от устья с берега.

Исходные данные для расчета приведены в таблицах 6.4 и 6.5. Сточные воды относятся к категории смешанных. Для предприятия определен следующий перечень ЗВ для нормирования: БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенные вещества, аммоний-ион, фосфор общий, хлорид-ион, сульфат-ион, минерализация (по сухому остатку), СПАВ (анион), нефтепродукты и формальдегид.

Результаты расчетов и обоснование допустимых концентраций представить в форме таблицы 6.2, в которой выделить вещества, которые являются контролируемыми, и те, для которых устанавливаются временные нормативы. Для веществ, для которых устанавливаются временные нормативы, разрабатываются водоохранные мероприятия по форме таблицы 6.3. Студентом самостоятельно разрабатываются мероприятия и устанавливаются сроки исполнения, ответственный исполнитель (указывается должность и ФИО), указываются предполагаемые результаты выполнения мероприятий и достигаемые концентрации.

Таблица 6.2 – Обоснование допустимых концентраций и сбросов в составе сточных вод

Номер п/п	Наименование ЗВ	$C_{\text{факт}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_{\text{ф}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	$C_{\text{доп}}$ по таблице 3.1, мг/дм <sup>3</sup>	$C_{\text{доп}}$ по формуле 3.2, мг/дм <sup>3</sup>	Предлагаемое значение $C_{\text{доп}}$ , мг/дм <sup>3</sup>
1	ХПК			30			
2	БПК <sub>5</sub>			6,0			
3	Взвешенные вещества			$C_{\text{ф}} + 0,25$			
4	Минерализация (по сухому остатку)			1000			
5	Хлорид-ион			300			
6	Сульфат-ион			100			
7	Аммоний-ион			0,39			
8	Нефтепродукты			0,05			
9	СПАВ (анион)			0,1			
10	Формальдегид			0,01			
11	Фосфор общий			0,2			

Таблица 6.3 – План мероприятий по достижению нормативов допустимых сбросов

Номер п/п	Наименование мероприятия	Срок выполнения	Ответственный исполнитель	Достижимый результат мероприятия	Планируемые нормативы допустимых концентраций
	Организационные мероприятия				
	Технологические мероприятия				

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Дайте определение фоновой и предельно допустимой концентрации.
- 2 В каком случае устанавливаются нормируемые и контролируемые показатели сброса сточных вод?
- 3 Перечислите этапы определения допустимых концентраций в сточных водах.
- 4 В чем заключаются организационные и технологические водоохранные мероприятия?
- 5 В соответствии с какими документами осуществляется определение допустимых концентраций в сточных водах?





## Список литературы

1 Закон Республики Беларусь от 20.07.2007 № 271-3 «Об обращении с отходами» // КонсультантПлюс: Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2007.

2 Инструкция о порядке разработки и утверждения инструкции по обращению с отходами производства: постановление Мин-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды от 22.10.2010 № 45 // КонсультантПлюс: Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2011.

3 Инструкция о порядке инвентаризации отходов производства: постановление Мин-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 29.02.2008 № 17 // КонсультантПлюс: Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2008.

4 Налоговый кодекс Республики Беларусь (особенная часть) от 29 декабря 2009 г. № 71-3 // КонсультантПлюс: Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2010.

5 Постановление Мин-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9 сентября 2019 г. № 3-Т «Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь» // КонсультантПлюс: Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.

6 СанПиН «Требования к обращению с отходами производства и потребления»: постановление Мин-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30 декабря 2016 г. № 143 // КонсультантПлюс: Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.

**7 ТКП 17.02-05-2011 (02120).** Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок расчета экономической эффективности биогазовых комплексов. Издание официальное. – Минск : РУП «Бел НИЦ «Экология», 2011. – 29 с.

**8 ТКП 17.02-12-2014 (02120).** Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок ведения учета в области охраны окружающей среды и заполнения форм учетной документации в области охраны окружающей среды. Издание официальное. – Минск : РУП «Бел НИЦ «Экология», 2014. – 36 с.

**9 ТКП 17.06-08-2012 (02120).** Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод. Издание официальное. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2012. – 72 с.

**10 ЭкоНиП 17.01.06-001-2017.** Экологические нормы и правила. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности. Издание официальное. – Минск : РУП «Бел НИЦ «Экология», 2012. – 188 с.