

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.06.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Рециклинг и утилизация отходов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)
Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	4	4
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.25	0.25
Контактная работа	12.25	12.25
Самостоятельная работа	164	164
Контроль	3.75	3.75
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

Преподаватель, Гущина Т.П.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – повышение уровня профессиональной компетенции студентов посредством освоения теоретических и практических основ вторичной переработки различных видов отходов и их утилизации с получением полезной энергии и вторичного сырья и продуктов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Общая и неорганическая химия», «Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов», «Аналитическая химия», «Биохимия», «Органическая химия».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Технологии переработки и утилизации отходов 2», «Экологический производственный контроль», «Энергоресурсосберегающие технологии».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 – способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	-	Знать: - технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения
		Уметь: - применять передовые технологии на практике с целью минимизации воздействия на окружающую среду
		Владеть: - навыками по совершенствованию технологических процессов с учетом мировых тенденций экологической безопасности
ПК-8 – способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий	-	Знать: - методы выбора эффективных технологий переработки и повторного использования твердых отходов в различных отраслях промышленности; - способы ликвидации и обезвреживания твердых отходов, не имеющих в настоящее время технологий переработки
		Уметь: - использовать теоретические знания о способах утилизации твердых промышленных отходов в

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>производственной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ имеющихся технологических, сырьевых и производственных возможностей с целью разработки наиболее оптимальных технологических процессов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками рационального и экономного расходования природных, материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов; - внедрения высокопроизводительного мало- или безотходного технологического оборудования и техники

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Утилизация твердых коммунальных отходов (ТКО)	Лекция №1	Нормативно-правовая база в области обращения с твердыми коммунальными отходами и их утилизация	4	2	-	посредством «онлайн-консультации»	Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Основные методы переработки твердых коммунальных отходов: Сбор и промежуточное хранение отходов, Мусороперегрузочные станции (МПС) и вывоз ТКО. Захоронение. Побочные процессы, протекающие при захоронении.	4	10	-		Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Проектирование и эксплуатация заводов по сжиганию твердых коммунальных отходов	4	8	-		Промежуточный тест № 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Практическое занятие № 1	Образование загрязняющих веществ при работе мусоросжигательных заводов	4	2	5	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 1 в электронном виде
	Практическое занятие № 2	Полигоны для захоронения отходов. Расчёт полигона твёрдых бытовых отходов. Проектирование полигона в КОМПАС-3D	4	2	5	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 2 в электронном виде

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Практическое занятие № 3	Расчет нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.	4	2	5	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 3 в электронном виде
	Лабораторное занятие № 1	Определение класса опасности отхода расчётными методами. Определение компонентного состава отходов. Расчеты показателей степени опасности компонента отхода	4	2	5		Отчет по лабораторному занятию № 1 в электронном виде
	Лабораторное занятие № 2	Расчет образования фильтрата и инфильтрата с тела полигона ТКО при разных плотностях захоронения. Определении класса опасности фильтрата с полигона	4	2	5		Отчет по лабораторному занятию № 2 в электронном виде

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом	4	10	-		Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Определение цинка в загрязненных почвах	4	8	-		Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Биотермическое компостирование. Сжигание	4	8	-		Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Биокомпостирование ТКО	4	8	-		Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа	Промежуточный тест № 1	4	1	15		Промежуточный тест № 1
	Промежуточная аттестация		4	0.25	-		-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2 Утилизация твердых отходов различного происхождения. Рецикл материалов	Лекция № 2	Рециклинг (вторичное использование, утилизация). Утилизация отходов в энергию	4	2	-	посредством «онлайн-консультации»	Промежуточный тест № 2
	Практическое занятие № 4	Расчет загрязняющих веществ выделяющихся с биогазом на полигонах ТКО	4	2	5	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 4 в электронном виде
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Утилизация и вторичная переработка тары и упаковочных материалов	4	8	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Оценка вариантов переработки отходов	4	8	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Утилизация автомобилей и их компонентов	4	8	-		Промежуточный тест № 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Утилизация отходов гальванического производства	4	8	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Утилизация твердых отходов металлургических производств и энергетических установок	4	10	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Утилизация строительных материалов	4	8	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Анализ состояния вторичной переработки и утилизации полимерных материалов	4	10	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Определение АПАВ в производственных отходах	4	8	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Способы модификации вторичных полиолефинов. Переработка отходов полиамидов	4	10	-		Промежуточный тест № 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Методы переработки отходов поливинилхлоридных пластиков. Утилизация отходов полистирольных пластиков	4	10	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Биоразлагаемые пластики в индустрии упаковки. Понятие и свойства биоразлагаемых пластиков. Взаимодействие биоразлагаемых пластиков с окружающей средой	4	10	-		Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала на тему: Экологическая маркировка на упаковке. Знаки для обозначения экологичности предметов в целом и их отдельных свойств. Знаки, призывающие к сбережению окружающей среды. Знаки, отражающие опасность предмета для окружающей среды. Общие требования к содержанию экомаркировки в России. Рекомендации по применению экомаркировки товаров	4	8	-		Промежуточный тест № 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа	Промежуточный тест № 2	4	1	15		Промежуточный тест № 2
	Итоговый тест		4	3.75	40		Зачет
Итого:				180	100		

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология дистанционного обучения, включающая лекции и лабораторные работы посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по дисциплине «Рециклинг и утилизация отходов», используя лекционный материал и материал библиотечного фонда по данной тематике;
- акцентировать внимание на изучении методик проведения измерений, расчетов ПДВ и нормативов образования отходов.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.
2. Вопросы для самостоятельной работы студентов
 - 1) Виды твердых коммунальных отходов.
 - 2) Утилизация отходов в энергию.
 - 3) Утилизация и вторичная переработка тары и упаковочных материалов.
 - 4) Пиролиз промышленных отходов.
 - 5) Основные методы переработки твердых коммунальных отходов.
3. Подготовка к занятиям (лабораторным и практическим занятиям и промежуточным тестам).
4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.
5. Подготовка отчетов по лабораторным и практическим занятиям:
 - 6.1. Предоставление отчета в электронном виде с названием файла, например ЭРТбз-1601Д_ПР1_Иванов И.И. в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-2, ПК-8	Отчеты по практическим занятиям № 1-4 и лабораторным занятиям № 1-2 в электронном виде. Промежуточные тесты № 1-2.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Отчет по практическому занятию

(наименование оценочного средства)

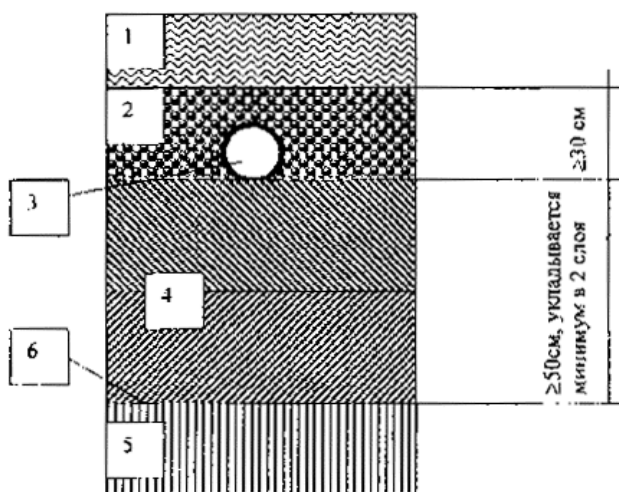
Типовой пример задания

Практическое занятие № 1. Полигоны для захоронения отходов. Расчет полигона твердых бытовых отходов. Проектирование полигона в компас 3D.

Цель работы: освоить методику расчета элементов дренажной системы для сбора фильтрата с территории карт полигона ТБО.

Теоретическая часть

Для сбора и отвода фильтрата с площадок складирования отходов проектируется дренажная система, состоящая из пластового дренажа и дренажных труб. Дренажная система должна быть запроектирована таким образом, чтобы обеспечить возможность ее контроля и промывки во время эксплуатации. В наземных полигонах в зависимости от их характера, гидрологических и геологических условий основания полигона применяют дренажи трех типов: горизонтальный, вертикальный и комбинированный. Из всех перечисленных типов дренажей применяемых в сооружении полигонов, наиболее часто встречается горизонтальный трубчатый дренаж. Горизонтальный дренаж используется для понижения кривой депрессии в теле полигона, как в процессе его строительства, так и в период эксплуатации; является основным дренирующим элементом противofильтрационного экрана, обеспечивающим снижение давления воды на нижний слой экрана и отвод фильтрационных вод. В конструктивном отношении он состоит из двух основных элементов: горизонтальной перфорированной трубы, прокладываемой под уклоном не менее 1 %, и обратного фильтра, укладываемого по перфорированной части или всему периметру трубы (рисунок 1).



1 – свалочный грунт, 2 – дренажный слой, 3 – дренажная труба,
4 – минеральный изоляционный слой, 5 – геологический барьер,
6 – планировочная отметка основания карты.

Рисунок 1 – Конструкция дренажа и защитного экрана полигона ТБО

Материалы, применяемые для устройства пластового дренажа и дренажных труб, должны быть химически и биологически устойчивы и подбираются таким образом, чтобы химико-физические свойства фильтрата и механические воздействия от ТБО не привели бы к отказам в работе системы. Для водоотводящего слоя должны применяться промытые материалы, предпочтение отдается материалам с частицами круглой формы. Размеры частиц материала, применяемого для водоотводящего слоя, должны находиться в пределах 16-32 мм. Для отведения фильтрата используются трубы, 2/3 которых перфорированы или прорезаны. Наименьший диаметр дренажных труб должен быть 300 мм. Трубы должны быть уложены таким образом на поверхности синтетической гидроизоляции, чтобы фильтрат отводился со всей поверхности полигона. Прочность труб на сжатие должна быть определена расчетом.

Расчет дренажной системы (уклоны и частота расположения дренажных труб) проводится на основании проекта дренажной системы полигона, исходя из геологической, гидрогеологической, гидрологической обстановки.

Собираемый и отводимый с полигона фильтрат собирается в контрольные пруды и затем подвергается очистке.

Расчет дренажа ведут в такой последовательности.

Определяют приток фильтрата к дрене, м³/сут. на 1 п.м по формуле 1:

$$Q = \frac{q \cdot F}{l_{др}} \quad (1)$$

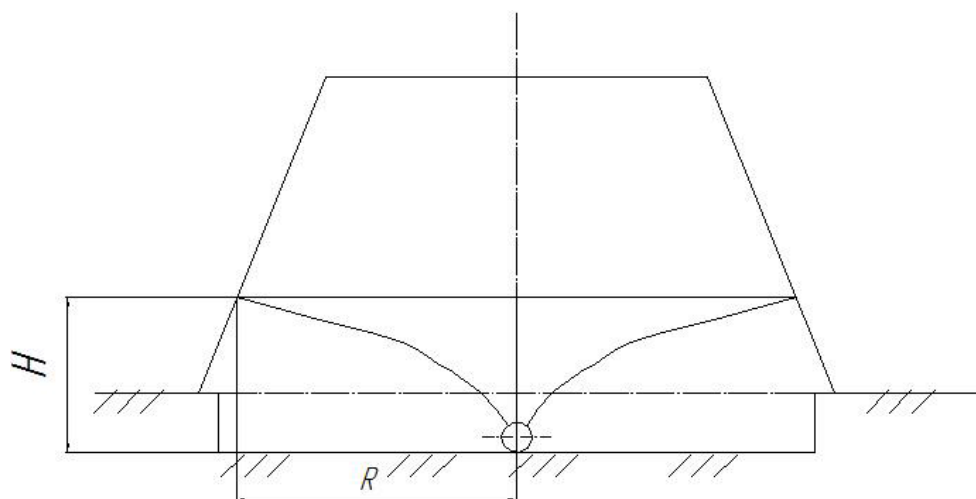
где q – расчетное инфильтрационное питание, м/в сутки на 1 м²;

F – водосборная площадь полигона, м²;

$l_{др}$ – длина дрена, м.

Посчитав значение инфильтрационного питания, определяют положение кривой депрессии на границах полигона. При устройстве одиночной дрена, расположенной в середине основания полигона (рисунок 2).

В случае высокого подъема депрессионной кривой и высачивании фильтрата на откосах полигона, одиночной дрена – недостаточно. Поэтому необходимо рассмотреть устройство нескольких дрена, как это показано на рисунке 3.



H – высота депрессионной кривой;
 R – горизонтальная проекция депрессионной кривой.

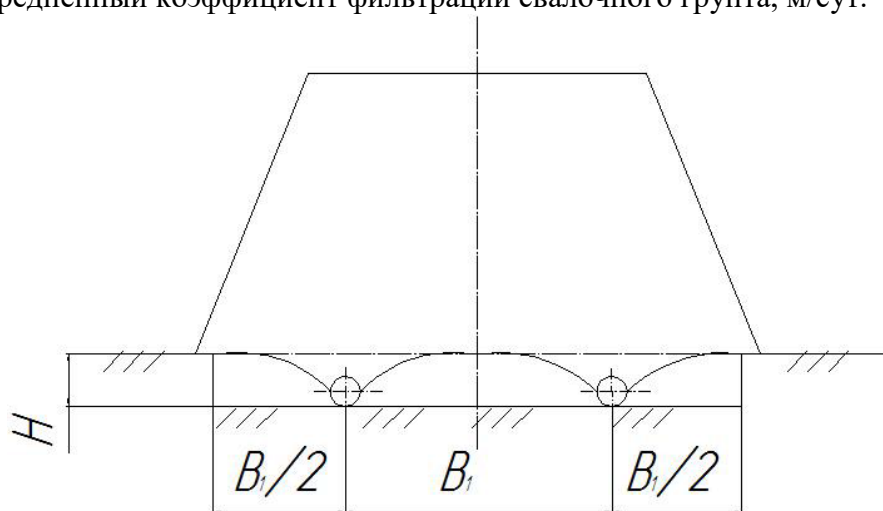
Рисунок 2 – Схема дренажа с одиночной дренай

Высота выклинивания депрессионной кривой на откосе полигона, м, находится по формуле 2:

$$H = \sqrt{\frac{Q \cdot R}{K}} \quad (2)$$

где R – горизонтальная проекция кривой депрессии, м;

K – осредненный коэффициент фильтрации свалочного грунта, м/сут.



H – высота депрессионной кривой;
 B – междреннее расстояние.

Рисунок 3 – Схема дренажа с несколькими дренами

Тогда, задаваясь требуемой нормой осушения тела полигона H_1 , вычисляют междреннее расстояние.

Междреннее расстояние, м, рассчитывается по формуле 3:

$$B = 2 \cdot H_l \cdot \sqrt{\frac{K}{q}} \quad (3)$$

Расчетное число дрен,

$$N = \frac{B_k}{B} \quad (4)$$

где B_k – расчетная ширина (длина) котлована, м;

B – междреннее расстояние, м.

Уточненное междреннее расстояние, м, находим по формуле 5:

$$B_1 = \frac{B_k}{N} \quad (5)$$

Внутренний диаметр дренажных труб подбирают, задаваясь значением продольного уклона дрены и удельного притока фильтрата.

Пример расчета.

Определить необходимое количество дренажных труб и расстояние между ними, на полигоне площадью – 50 га (ширина котлована 500 м.), с высотой откосов – 7 м, в качестве свалочного грунта используется супесь ($K=0,7$), при расчетном инфильтрационном питании 500 мм/год, длина дрены берется равная длине котлована – 1000 м.

1. Рассчитываем среднесуточное инфильтрационное питание:

$$q = 500 / 365 = 1,37 \text{ мм/сут},$$

переводим полученное значение в м/сут – $q = 0,00137$

2. Определяем приток фильтрата к дрене (формула 1):

$$Q = 0,00137 \cdot 500000 / 1000 = 0,69 \text{ м}^3/\text{сут. на 1 п.м.}$$

3. Определяем высоту депрессионной кривой при заложении одной дрены (формула 2): Так как заложена одиночная дрена по середине котлована ширина которого 500 м, радиус депрессионной кривой (расстояние от откоса полигона до дрены) берем равный 250 м.

$$H = \sqrt{\frac{0,69 \cdot 250}{0,7}} = 15,7 \text{ м}$$

4. Сравниваем полученное значение высоты депрессионной кривой с высотой откосов полигона: высота выклинивания депрессионной кривой превышает значение высоты откосов полигона, следовательно, произойдет высачивание фильтрата. Одной дрены недостаточно.

5. Задаваясь требуемой нормой осушения тела полигона, равной высоте откосов – 7 м. вычисляем по формуле (3) междреннее расстояние:

$$B = 2 \cdot 7 \cdot \sqrt{\frac{0,7}{0,00137}} = 316,5$$

6. Вычисляем расчетное число дрен по формуле (4):

$$N = \frac{500}{316,5} = 1,58$$

Округляем полученный результат до целого в большую сторону, $N = 2$.

7. Уточненное междреннее расстояние определяем по формуле (5):

$$B_1 = 500 / 2 = 250 \text{ м.}$$

Задачи для самостоятельного выполнения

1. Определить требуемое количество дренажных труб при проектировании полигона со следующими параметрами (значения параметров полигона представлены по вариантам в таблице 1): Высота откосов А, ширина котлована В, длина дрены равна длине котлована С, инфильтрационное питание полигона q , используемый свалочный грунт D (значения коэффициента фильтрации грунта приведены в таблице 2).

Таблица 1 – Значения параметров полигона

Вариант	А, м (по 1-ой букве фамилии)	В, м (по 2-ой букве фамилии)	С, м (по 3-ой букве фамилии)	D (по 4-ой букве фамилии)	q (по 5-ой букве фамилии)
А,Е,Л,Р,Х,Э	10	500	800	супесь	500
Б,Ж,М,С,Ц,Ю	8	400	700	суглинок	450
В,З,Н,Т,Ч,Я	6	600	1000	глина	400
Г,И,О,У,Ш,	4	450	600	суглинок	470
Д,К,П,Ф,Щ	2	550	750	супесь	490

Таблица 2 – Значения коэффициента фильтрации грунта

Свалочный грунт	супесь	суглинок	глина
К, м/сут	0,1-0,7	0,005-0,4	0,005

2. Определить достаточное ли количество дренажных труб Е заложено на полигоне, имеющем следующие характеристики: высота откосов А, ширина котлована В, длина котлована С, используемый свалочный грунт D (значения коэффициента фильтрации грунта приведены в таблице 2), инфильтрационное питание полигона q . Длина дрены берется равной длине полигона (характеристики полигона представлены по вариантам в таблице 3).

Таблица 3 – Характеристики полигона

Вариант	А, м (по 1-ой букве фамилии)	В, м (по 2-ой букве фамилии)	С, м (по 3-ой букве фамилии)	D (по 4-ой букве фамилии)	Е (по 5-ой букве фамилии)	q (по 6-ой букве фамилии)
А,Е,Л,Р,Х,Э	6	400	400	суглинок	10	600
Б,Ж,М,С,Ц,Ю	10	500	600	супесь	8	500
В,З,Н,Т,Ч,Я	9	550	700	глина	6	400
Г,И,О,У,Ш,	8	475	500	суглинок	9	450
Д,К,П,Ф,Щ	7	450	550	глина	7	550

3. Определить длину дренажной системы, заложенной на полигоне, имеющем следующие характеристики: высота откосов А, ширина котлована В, длина котлована С, используемый свалочный грунт D (значения коэффициента фильтрации грунта приведены в таблице 2), инфильтрационное питание полигона q . Длина дренажных труб берется равная значению В. Найти расстояние между дренами и удельный приток на 1 погонный метр дрены, используя следующие данные (таблица 4).

Таблица 4 – Исходные данные

Вариант	А, м (по 1-ой букве фамилии)	В, м (по 2-ой букве фамилии)	С, м (по 3-ой букве фамилии)	Д (по 4-ой букве фамилии)	q (по 5-ой букве фамилии)
А,Е,Л,Р,Х,Э	10	500	1000	суглинок	450
Б,Ж,М,С,Ц,Ю	8	600	800	супесь	400
В,З,Н,Т,Ч,Я	7	400	900	супесь	500
Г,И,О,У,Ш,	9	450	800	суглинок	475
Д,К,П,Ф,Щ	8	550	1000	глина	425

4. По рассчитанным параметрам спроектировать полигон с помощью программы компас 3D.

5. Ответить на контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение дренажной системы полигонов ТБО и ее назначение?
- 2) Назовите конструкционные элементы дренажной системы полигона ТБО?
- 3) Определение плотности ТКО.
- 4) Определение дисперсности ТКО по скорости осаждения.
- 5) Полигоны на территории Самарской области.
6. Подготовить отчет по практическому занятию.
7. Форма отчета по практической работе

Титульный лист

Название и номер практического задания

Цель и задачи

Теоретическая часть

Исходные данные

Расчет

Результаты расчета и выводы по работе

Ответы на контрольные вопросы

Критерии оценки:

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил на все поставленные ему вопросы.

3 балла – студент выполнил работу. Допустил одну ошибку. Ответил только на один вопрос.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил работу.

7.2.2 Отчет по лабораторному занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Лабораторное занятие № 1. Определение класса опасности отхода расчётными методами. Определение компонентного состава отходов. Расчеты показателей степени опасности компонента отхода.

Экологическая опасность отхода – качество, которое представляет собой совокупность опасных свойств, находящихся в функциональном единстве и способных оказывать отрицательное воздействие на окружающую среду и человека.

Опасные отходы – отходы, содержащие в своем составе вещества, которые обладают одним из опасных свойств (таким как токсичность, инфекционность, взрывчатость, пожароопасность, высокая реакционная способность) и присутствуют в таком количестве и в таком виде, что представляют непосредственную или потенциальную опасность для здоровья людей или окружающей среды как самостоятельно, так и при вступлении в контакт с другими веществами.

Определение класса опасности промышленных отходов осуществляется на основании расчета индекса опасности.

Индекс опасности отходов – интегральный показатель, характеризующий опасность отхода при его воздействии на окружающую среду и человека.

Класс опасности отхода – характеристика относительной экологической опасности отхода, выраженная в виде числа, которому соответствует определенное значение индекса опасности отхода.

Установленный класс опасности отхода определяет требования к выбору тары, способам хранения, транспортировки отходов и к объектам размещения отходов. В зависимости от класса опасности устанавливается норматив платы за размещение отходов.

Индекс опасности отхода определяется расчетным методом с использованием гигиенических характеристик и токсикометрических параметров веществ с учетом взаимозаменяемости некоторых из них. Оценка класса опасности отхода сложного состава производится по соединениям, определяющим уровень токсичности отхода.

1. Определение класса опасности промышленных отходов на основе ПДК химических веществ в почве.

Расчет индекса опасности (K_i) ведут по формуле 1:

$$K_i = \frac{ПДК_i}{(S + C_v)_i}, \quad (1)$$

где ПДК_i – предельно допустимая концентрация токсичного химического вещества, содержащегося в отходе, в почве, мг/кг;

S – коэффициент, отражающий растворимость его в воде, безразмерный и равный растворимости данного химического вещества в граммах на 100 г воды при 25 °С, деленной на 100. Значение величины S находится в интервале от 0 до 1. При растворимости больше 100 г в 100 г воды коэффициент принимается равным 1;

C_B – содержание данного компонента в общей массе отхода, массовая доля; i – порядковый номер данного компонента.

Величину K_i округляют до 1-го знака после запятой.

В случае, когда опасность отхода определяется по катиону или аниону токсичного компонента отхода, используется растворимость компонента отхода в пересчете на катион (анион).

2. Определение класса опасности при отсутствии ПДК в почве/

Расчет индекса опасности (K_i) ведут для каждого компонента отхода по формуле (2), используя величину $ЛД_{50}$ для данного компонента.

$ЛД_{50}$ – средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг. При наличии в справочнике нескольких значений $ЛД_{50}$ для расчета принимают минимальное значение.

$$K_i = \frac{\lg(ЛД_{50})}{S + 0,1F + C_B}, \quad (2)$$

где F – безразмерный коэффициент летучести данного компонента, равный отношению давления насыщенного пара индивидуального компонента в мм рт.ст. при температуре 25 °С к 760 мм рт.ст. Значение величины F находится в интервале от 0 до 1.

S – летучесть определяют только для веществ, имеющих температуру кипения при 760 мм рт.ст. не выше 80 °С. Остальные обозначения те же, что в формуле (1).

3. Определение класса опасности при отсутствии ПДК химических веществ в почве и $ЛД_{50}$.

При отсутствии ПДК в почве и $ЛД_{50}$ для некоторых компонентов отходов, но при наличии величин классов опасности в воздухе рабочей зоны в уравнение (2) подставляют условные величины $ЛД_{50}$, ориентировочно определяемые по показателю класса опасности в воздухе рабочей зоны с помощью вспомогательной таблицы 3.

4. Определение суммарного индекса опасности.

Рассчитав K_i для отдельных компонентов отхода, выбирают несколько (не более трех) ведущих компонентов отхода, имеющих наименьшее значение K_i , причем $K_1 < K_2 < K_3$.

Затем по формуле (3) ведут расчет индекса опасности отхода K_{Σ} :

- по трем ведущим компонентам при условии $2K_1 \geq K_3$;
- по двум ведущим компонентам при условии $2K_1 \geq K_2$, но $2K_1 < K_3$.

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \cdot \sum_{i=1}^n K_i, \quad (3)$$

где n – количество ведущих компонентов отхода ($n \leq 3$).

После расчета K_{Σ} определяют класс опасности отхода по таблице 1 при расчете на основе ПДК в почве (п.1) или по таблице 2 при расчете на основе $ЛД_{50}$ (пп. 2 и 3).

Таблица 1 – Классификация опасности химических веществ на основе их ПДК в почве

Расчетная величина K_{Σ} по ПДК в почве	Класс опасности	Степень опасности
Менее 2	1	Чрезвычайно опасные
От 2 до 16	2	Высокоопасные
От 16,1 до 30	3	Умеренно опасные
Выше 30	4	Малоопасные

Таблица 2 – Классификация опасности химических веществ по $ЛД_{50}$

Расчетная величина K_{Σ} по ПДК в почве	Класс опасности	Степень опасности
Менее 1,3	1	Чрезвычайно опасные

Продолжение таблицы 2

От 1,3 до 3,3	2	Высокоопасные
От 3,4 до 10	3	Умеренно опасные
Выше 10	4	Малоопасные

Таблица 3 – Классы опасности в воздухе рабочей зоны и соответствующие им условные величины ЛД₅₀

Класс опасности в воздухе рабочей зоны	Эквивалент ЛД ₅₀ , мг/кг
1	15
2	150
3	5000
4	Более 5000

ПРИМЕР 1.

Рассчитать класс опасности отхода на основе ПДК в почве (вариант 1), на основе ЛД₅₀ (вариант 2) и исходя из класса опасности вещества в воздухе рабочей зоны (вариант 3).

Справочные данные о ведущих компонентах отходов и их содержании в отходах приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание ведущих компонентов и справочные данные для расчета класса опасности отходов

№ варианта	Ведущий компонент отхода	Содержание компонента в отходе, %	ПДК в почве, мг/кг	Растворимость в воде, г в 100 г	Температура кипения, °С	Летальная доза ЛД ₅₀ , мг/кг	Класс опасности в ВРЗ
1	Хлорофос	5	0,5	12,3		57	2
	Меафос	5	0,1	0,006		13	1
	Карбофос	5	2,0	0		190	2
2	Бария хлорид	5	-	36,2	2050	100	2
	Натрия тетраборат	13	-	21,2	320	2000	2
3	Нитробензол	25	-	0,19	210	-	2
	Трихлорбензол	40	-	0	213	-	2

РЕШЕНИЕ

1. Вариант 1

1.1. Рассчитываем индексы опасности ведущих компонентов отходов по формуле (1):

$$K_1 = K_{\text{метафоса}} = \frac{0,1}{6 \cdot 10^{-5} + 0,05} = 2$$

$$K_2 = K_{\text{хлорофоса}} = \frac{0,5}{0,123 + 0,05} = 2,9$$

$$K_3 = K_{\text{карбофоса}} = \frac{2}{0 + 0,05} = 40$$

$$K_{\text{метафоса}} < K_{\text{хлорофоса}} < K_{\text{карбофоса}}$$

Показатель летучести F принят равным нулю, т.к. температура кипения выше 80 °С.

1.2. Находим суммарный индекс опасности по двум ведущим компонентам, т.к. $2K_1 > K_2$, а $2K_1 < K_3$.

$$K_{\Sigma} = \frac{2 + 2,9}{2^2} = 1,2$$

ВЫВОД: согласно таблицы 1 отход, содержащий по 5% хлорофоса, метафоса и карбофоса, относится к 1-му классу опасности.

2. Вариант 2.

2.1. Рассчитываем индексы опасности ведущих компонентов отходов по формуле (2):

$$K_{i \text{ хлорид бария}} = \frac{\lg 100}{0,362 + 0 + 0,05} = 4,9$$

$$K_{i \text{ тетроборат натрия}} = \frac{\lg 2000}{0,0212 + 0 + 0,35} = 8,9$$

Показатель летучести F принят равным нулю, т.к. температура кипения выше 80 °С.

2.2. Находим суммарный индекс опасности по двум ведущим компонентам, т.к. $2K_1 > K_2$.

$$K_{\Sigma} = \frac{4,9 + 8,9}{2^2} = 3,5$$

ВЫВОД: согласно таблицы 2 отход, содержащий по 5% хлорида бария и 35% тетрабората натрия, относится к 3-му классу опасности.

3. Вариант 3.

3.1. Рассчитываем индексы опасности ведущих компонентов отходов по формуле (2):

$$K_{i \text{ нитробензола}} = \frac{\lg 150}{0,002 + 0 + 0,25} = 8,6$$

$$K_{i \text{ трихлорбензола}} = \frac{\lg 150}{0 + 0 + 0,4} = 5,4$$

Показатель летучести F принят равным нулю, т.к. температура кипения выше 80 °С.

3.2. Находим суммарный индекс опасности по двум ведущим компонентам, т.к. $2K_1 > K_2$.

$$K_{\Sigma} = \frac{5,4 + 8,6}{2^2} = 3,5$$

ВЫВОД: согласно таблице 2 отход, содержащий 25% нитробензола и 40% трихлорбензола, относится к 3-му классу опасности.

Алгоритм работы:

1. Рассчитать класс опасности отхода отработанного угля до и после обезвреживания. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 6. Отход отработанного активированного угля содержит одно из органических веществ: а) хлороформ; б) четыреххлористый углерод; в) бензол; г) перхлорэтилен; д) толуол. Уголь подвергли обезвреживанию, при этом содержание органического загрязняющего вещества снизилось до 0,1%. Опасность отхода определяется наличием в нем органического вещества.

Справочные данные для загрязняющих веществ приведены в таблице 5.

2. Определить класс опасности шлама, загрязненного а) нефтепродуктами; б) промышленными маслами. Шлам от мойки машин и механизмов содержит: а) низкокипящие нефтепродукты; б) промышленные масла. Класс опасности в воздухе рабочей зоны нефти – 3-й; ЛД₅₀ для промышленных масел равна 12000 мг/кг. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 6.

3. Определить класс опасности отхода производства фторосолей, если в его состав входят сера, натрия сульфат и натрия фторид. Значение ПДК в почве для серы 160 мг/кг, для сульфат-иона – ПДК в почве серной кислоты 160 мг/кг, для фторида натрия – ПДК в почве для растворимой формы фтора 10 мг/кг. Растворимость в воде сульфата натрия в пересчете на сульфат-ион – 35,8 г на 100 г воды, фторида натрия в пересчете на фторид-ион – 1,95 г в 100 г воды, сера в воде практически не растворима.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 6.

4. Рассчитать класс опасности шлама. Шлам содержит одно из токсичных веществ: а) меди нитрат; б) кобальта сульфат; в) никеля нитрат; г) мышьяка оксид (3). Справочные данные для загрязняющих веществ приведены в таблице 5.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 6.

Таблица 5 – Физико-токсикологические параметры токсичных компонентов отходов

Загрязняющее вещество	ЛД ₅₀ , мг/кг	Растворимость, г в 100 г воды	Летучесть атмосфер.	Класс опасности в ВРЗ	ПДК в почве, мг/кг
Хлороформ	100	0,82	0,21	2	-
Углерод четыреххлористый	5760	0,08	0,16	2	-
Бензол	4600	0,08	0,1	2	0,3
Перхлорэтилен	>5000	0,015	0,013	3	-
Толуол	-	0,063	0,04	3	0,3
Меди нитрат	940	134*	0	2	3,0 (Cu)
Кобальта сульфат	-	13,8*	0	-	6,0 (Co)
Никеля нитрат	1620	77*	0	1	4,0 (Ni)
Мышьяка оксид (III)	13,8	2,8*	0	1	2,0 (As)
Нитраты	-	∞	0	-	130
Сульфаты	-	∞	0	-	160 (H ₂ SO ₄)

Примечание: цифры, помеченные *, указывают растворимость в пересчете на токсичный компонент-металл.

Таблица 6 – Исходные данные

№ вар.	№ ЗАДАЧИ													
	1					2		3			4			
	Уголь отработанный активированный					Нефтешлам		Отход производства фторсолей			Шлам, содержащий цветные металлы			
Содержание токсичных компонентов в отходе, %														
	Хлороф орм	CCl ₄	Бензол	Перхлор этилен	Толуол	Нефтепр одукты	Индустр иальные масла	Сера	Сульфат -ион	Фторид- ион	Медь	Кобальт	Никель	Мышьяк
1	25					50		34	0,47	0,14	8,5			
2		25					48	30	0,68	2,3		1,9		
3			25			46		25	3,4	4,5			3,2	
4				25			44	30	3,4	4,5				7,6
5					25	42		25	13,5	2,3	1,7			
6	20						40	30	10,1	4,5		5,7		
7		20				37		40	10,1	9,0			4,8	
8			20				35	30	13,5	4,5				11,4
9				20		33		25	16,9	6,8	3,4			
10					20		32	30	6,8	4,5		13,7		

Продолжение таблицы 6

11	15					30		15	13,5	4,5			1,6	
12		15					28	20	6,8	4,5				15,1
13			15			26		40	13,5	4,5	10,2			
14				15			24	40	20,3	2,3		7,6		
15					15	22		30	29,7	0,45			8,0	
16	35						20	45	10,7	9				3,8
17		35				18		20	10,1	6,8	6,8			
18			35				16	30	3,4	2,3		3,8		
19				35		14		20	20,3	9			9,6	
20					35		12	15	10,1	9				18,9
21	10					10		20	13,1	4,5	5,1			
22		10					8	10	23,7	2,3		17,5		
23			10			6		20	3,4	9			0,96	
24				10			4	15	13,5	9				6,1
25					10	2		30	20,3	2,3	9,5			

5. Ответить на контрольные вопросы:

1) Общие сведения об отходах. Основные понятия и определения в сфере управления отходами

2) Что такое класс опасности отходов? Приведите классификацию и примеры.

3) Виды твердых коммунальных отходов.

4) Основные методы переработки твердых коммунальных отходов.

5) Что такое норматив образования отходов?

6. Подготовить отчет по лабораторному занятию.

7. Форма отчета по лабораторной работе:

Титульный лист

Название лабораторного занятия и вариант

Цель и задачи

Теоретическая часть

Исходные данные

Ход анализа

Результаты и выводы по работе

Ответы на контрольные вопросы

Критерии оценки:

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил на все поставленные ему вопросы.

3 балла – студент выполнил работу. Допустил одну ошибку. Ответил только на один вопрос.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил работу.

7.2.3 Промежуточные тесты

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Промежуточные тесты по теме 1:

1. Что из нижеперечисленного относится к преимуществам технологического процесса сортировки?

- 1) Выделение парниковых газов
- 2) Уменьшение объема захораниваемых отходов
- 3) Снижение биологической активности ТКО за счет ферментации
- 4) Отсутствие неконтролируемого выхода биогаза и фильтрата

2. Что из нижеперечисленного относится к преимуществам технологического процесса компостирования?

- 1) Гомогенизация ТКО
- 2) Уменьшение объема захораниваемых отходов на 50%
- 3) Снижение биологической активности ТКО за счет ферментации
- 4) Загрязнение плодородных земель органическими загрязнителями

3. Какой из следующих критериев НЕ относится к качественному анализу ТКО?

- 1) Химический состав
- 2) Морфологический состав
- 3) Захоронение
- 4) Энергетический состав

Критерии оценки:

Промежуточный тест по теме состоит из 100 вопросов (1 вопрос – 0,15 балла). Максимальное количество баллов – 15

Темы письменных работ

Письменные работы не предусмотрены учебным планом.

7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Виды твердых коммунальных отходов.
2.	Сокращение потока отходов как способ борьбы с увеличением массы.
3.	Основные методы переработки твердых коммунальных отходов.
4.	Сбор и промежуточное хранение отходов.
5.	Мусороперегрузочные станции (МПС) и вывоз ТКО.
6.	Захоронение. Побочные процессы, протекающие при захоронении.
7.	Проектирование и эксплуатация заводов по сжиганию твердых коммунальных отходов.
8.	Биотермическое компостирование.
9.	Сжигание.
10.	Определение параметров измельчения ТКО на молотковой дробилке.
11.	Определение фракционного состава на ситовом виброанализаторе.
12.	Рециклинг (вторичное использование, утилизация).
13.	Утилизация отходов в энергию.
14.	Расчет параметров дробилок с получение продуктов тонкого помола при измельчении полимерных отходов.
15.	Определение плотности ТКО.
16.	Определение дисперсности ТКО по скорости осаждения.
17.	Расчет образования фильтрата и инфильтрата с тела полигона ТКО при разных плотностях захоронения.
18.	. Расчет загрязняющих веществ выделяющихся с биогазом, на полигонах ТКО.
19.	Образование загрязняющих веществ при работе мусоросжигательных заводов.
20.	Утилизация и вторичная переработка тары и упаковочных материалов.
21.	Вторичная переработка жести на примере переработки автомобильного транспорта.
22.	Утилизация и вторичная переработка многокомпонентных ТКО.
23.	Утилизация газовых плит.
24.	Утилизация мониторов.
25.	Утилизация холодильников и морозильников.
26.	Утилизация мобильных телефонов.
27.	Утилизация отходов деревянной тары.
28.	Образование, классификация и использование отходов древесины.
29.	Направления использования древесных отходов.
30.	Переработка кусковых отходов древесины в технологическую щепу.
31.	Производство строительных и конструкционных материалов из отходов древесины.
32.	Анализ состояния вторичной переработки и утилизации полимерных материалов.
33.	Утилизация отходов тары и упаковки из полиолефинов.
34.	Структурно-химические особенности вторичного полиэтилена.
35.	Технология переработки вторичного полиолефинового сырья в гранулят.
36.	Описание конструкции оборудования для измельчения.
37.	Определение основных параметров ножевого измельчителя
38.	Способы модификации вторичных полиолефинов.

39.	Вторичная переработка поливинилхлорида. Методы подготовки отходов поливинилхлорида.
40.	Методы переработки отходов поливинилхлоридных пластиков.
41.	Утилизация отходов полистирольных пластиков.
42.	Переработка отходов полиамидов.
43.	Методы переработки ПА.
44.	Технологические процессы повторной переработки ПА.
45.	Вторичная переработка отходов полиэтилентерефталата.
46.	Технологические схемы вторичной переработки полимерных материалов.
47.	Переработка отходов полимерных материалов по непрерывной схеме на вальцах.
48.	Выбор оборудования для вторичной переработки полимерной тары и упаковки на мобильных мини заводах.
48.	Научно-технический задел в решение задачи создания мобильных мини-заводов.
50.	Термическая переработка отходов растительного сырья.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	Студент набрал от 55 до 100 баллов
		«не зачтено»	Студент набрал менее 54 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Мелконян Р.Г., Панихин Г.И.	Утилизация опасных отходов: технология использования и утилизации опасных отходов	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
2	Ветошкин А.Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. В 2-х частях. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Широков Ю.А.	Экологическая безопасность на предприятии	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
4	Абакумов Ю.Ф., Демьянов Е.Д., Зуйков С.С., Козлов А.В., Ступников В.П., Мельников Э.Л.	Утилизация отходов производства	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
5	Ветошкин А.Г.	Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления	учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Руденко Е.Ю.	Современные проблемы экологии, энерго-	лабораторный	2018	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		и ресурсосбережения в биотехнологии	практикум		
2	Баранов Д.А.	Процессы и аппараты химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Думбаускене А.В.	Промышленная экология	электронное учебно- методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- **DOAJ.** Ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания.
<https://doaj.org/>

- **Environmental Sciences Europe.** Журнал, посвященный защите окружающей среды.
<http://www.enveurope.com>

- **Global Journal of Environmental Science and Management.** Журнал, посвященный защите окружающей среды, промышленной экологии и управлению в этой области.
<http://www.gjesm.net>

- **American Chemical Science Journal.** Журнал, посвященный общим вопросам химии в следующих предметных областях: органическая химия, неорганическая химия, физическая химия, промышленная химия, химическая технология, аналитическая химия, медицинская химия, супрамолекулярная химия высокомолекулярных соединений и нанохимия и др. прикладных дисциплинах химической науки.
<http://www.sciencedomain.org/archives.php?iid=1160&id=16>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия бессрочный
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия бессрочный; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия бессрочный
3	Компасс-3D	Договор № 652 от 07.07.2014., срок действия бессрочный

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры