

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

**Б1.В.03.02**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Технологии переработки и утилизации отходов 2**

(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: 2021

Общая трудоемкость: 9 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по сессиям**

Сессия	8	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	6	<b>6</b>
Лабораторные	12	<b>12</b>
Практические	6	<b>6</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	1	<b>1</b>
Промежуточная аттестация	0.35	<b>0.35</b>
Контактная работа	25.35	<b>25.35</b>
Самостоятельная работа	290	<b>290</b>
Контроль	8.65	<b>8.65</b>
<b>Итого</b>	<b>324</b>	<b>324</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.п.н., Кравцова М.В.

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

---

Преподаватель, ученое звание отсутствует, ученая степень отсутствует, 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 2026 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

---

(протокол заседания № 1 от «07» сентября 2020 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – повышение уровня профессиональной компетенции студентов посредством освоения студентами теоретических и практических основ в области обращения с отходами и технологий их переработки и утилизации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Проблемы устойчивого развития», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Технологии переработки и утилизации отходов 1».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Химия и технология неорганических веществ», «Инструментальные методы химического анализа в рациональном использовании сырьевых и энергетических ресурсов», «Экологическая экспертиза».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 – Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	ПК-2.1. Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации о химико-технологическом процессе и анализе состояния природных сред	Знать: - особенности технологических процессов переработки отходов
		Уметь: - обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов
		Владеть: - техническими средствами и технологиями, снижающими антропогенное воздействие на окружающую среду
ПК-3 – Способен изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	ПК-3.1. Проводит поиск и анализ научно-технической информации в области использования ресурсосберегающих технологий в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Знать: - основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований
		Уметь: - использовать основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		исследований
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками и приемами подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Сессия	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Современные подходы к переработке промышленных отходов	Лек № 1	Изменения в системе регулирования в области обращения с отходами (твердые коммунальные и промышленные отходы)	8	2	-	посредством «онлайн-консультации»	
	Пр № 1	Расчет материальных и энергетических балансов	8	2	10	-	Отчет по практическому занятию № 1
	Ср № 1	Изучение материала по теме: Прикладные аспекты реализации природоохранного	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Лек № 2	Организация производственного экологического контроля на предприятиях	8	2	-	посредством «онлайн-консультации»	
	Лек № 3	Использование наилучших доступных технологий в сфере обращения с отходами (переработка нефтешламов, металлургическое и полимерное производство)	8	2	-	посредством «онлайн-консультации»	
	Ср № 2	Изучение материала по теме: Биodeградация полимерных материалов Растворимость и набухание	8	4	-	-	Промежуточный тест 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Сессия	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср № 3	Изучение материала по теме: Определение содержание воды в нефтешламе с большим содержанием нефтепродуктов с применением петролейного эфира	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 4	Изучение материала по теме: Определение хлористых солей в нефтешламе с азотнокислым серебром	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 5	Изучение материала по теме: Определение зольности нефтешлама	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 6	Изучение материала по теме: Определение сухого и прокаленного остатков в обводненном нефтешламе	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 7	Изучение материала по теме: Определение нефтепродуктов в нефтешламе	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 8	Изучение материала по теме: Определение влажности нефтешламов	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 9	Изучение материала по теме: Утилизация твердых отходов металлургических производств	8	4	-	-	Промежуточный тест 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Сессия	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср № 10	Изучение материала по теме: Техника лабораторных работ. Определение содержания механических примесей в водорастворимом нефтешламе (ГОСТ 6370-83)	8	10	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 11	Изучение материала по теме: Оформление протокола количественного химического состава нефтешламов	8	9	-	-	Промежуточный тест 1
	Ср № 12	Промежуточный тест 1	8	1	10		Промежуточный тест 1
	Ср № 13	Изучение материала по теме: Промышленные выбросы и системы их очистки на предприятиях (нормирование выбросов, походы к проведению инвентаризации выбросов)	8	10	-	-	Промежуточный тест 2
	Ср № 14	Изучение материала по теме: Расчет приземных концентраций на основе инвентаризации промышленных выбросов на предприятиях	8	10	-	-	Промежуточный тест 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Сессия	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр № 2	Расчет рассеивания и нормативов предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу	8	2	10	-	Отчет по практическому занятию № 2
	Ср № 15	Изучение материала по теме: Способы и установки очистки промышленных выбросов на предприятиях	8	10	-	-	Промежуточный тест 2
	Ср № 16	Изучение материала по теме: Биологическая очистка сточных вод (нормирование в области сточных вод, разработка проекта наилучших доступных технологий)	8	10	-	-	Промежуточный тест 2
	Ср № 17	Изучение материала по теме: Определение тяжелых металлов в отходах очистного оборудования	8	10	-	-	Промежуточный тест 2
	Пр № 3	Расчет биофильтров	8	2	10	-	Отчет по практическому занятию № 3
	Ср № 18	Изучение материала по теме: Составление декларации по качеству стоков	8	10	-	-	Промежуточный тест 2
	Лаб № 1	Расчет требуемой степени очистки производственных стоков	8	6	10	-	Отчет по лабораторному занятию № 1
	Ср № 19	Изучение материала по теме: Биоремедиация почв	8	10	-	-	Промежуточный тест 2



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Сессия	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб № 2	Определение уровня суммарного загрязнения почв	8	6	10	-	Отчет по лабораторному занятию № 2
	Ср № 20	Изучение материала по теме: Методика определения нефтепродуктов в загрязненных	8	4	-	-	Промежуточный тест 2
	Ср № 21	Изучение материала по теме: Исследование почв на содержание загрязняющих веществ	8	9	-	-	Промежуточный тест 2
	Ср № 22	Выполнение и оформление отчетов по практическим и лабораторным занятиям. Написание курсовой работы	8	100	-	-	Промежуточный тест 2
	Ср № 23	Промежуточный тест 2	8	1	10	-	Промежуточный тест 2
	КР	Выполнение курсовой работы	8	1	-	-	Курсовая работа
	ПА		7	0.35	-	-	
	Подготовка к экзамену	Итоговый тест	8	8.65	30	-	Экзамен
<b>Итого:</b>				<b>324</b>	<b>100</b>		

## **5. Образовательные технологии**

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения, включающая лекции и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Лабораторное занятие с решением прикладных задач, проводится обсуждение результатов деятельности.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по дисциплине «Технологии переработки и утилизации отходов 2», используя лекционный материал и материал библиотечного фонда по данной тематике;
- акцентировать внимание на нормативно-правовой базе в области охраны окружающей среды; особенностях природно-ресурсного законодательства в РФ; законодательной и нормативно-правовой базе производственного экологического контроля; технологиях переработки и утилизации 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:
  - 2.1. Правовые аспекты утилизации промышленных отходов;
  - 2.2. Нормирование качества окружающей природной среды. Санитарно-гигиенические, экологические и комплексные нормативы
  - 2.3. Отходы нефтепереработки, нефтехимии и процессов газификации топлив: виды отходов и их переработка;
  - 2.4. Схемы утилизации отходов переработки металлургических производств;
  - 2.5. Переработка отходов полимерных материалов;
  - 2.6. Промышленные выбросы. Способы очистки промышленных выбросов (классификация оборудования).
  - 2.7. Классификация и состав сточных вод, виды загрязнений. Пути снижения количества загрязненных сточных вод.
3. Подготовка к аудиторным занятиям (лабораторным занятиям и промежуточной аттестации).
4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.
5. Подготовка отчетов по лабораторным и практическим занятиям:
  - 5.1. Предоставление отчета в электронном виде с названием файла, например, ХТб-1601\_ПР1\_Иванов И.И. в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.
  - 5.2. При сдаче отчета студент должен ответить на вопросы преподавателя по теме практической работе в устной форме, используя отчет по практической работе.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Сессия	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-2, ПК-3	Отчеты по лабораторным занятиям № 1-2. Отчеты по практическим занятиям № 1-3. Промежуточный тест 1-2. Итоговый тест. Курсовая работа.

### 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. Расчет материальных и энергетических балансов.

**Цель работы:** произвести расчеты материальных балансов по вариантам.

##### **Задание № 1.**

Материальные расчеты, в частности составление материального баланса, начинают с расчета расходных коэффициентов. Расходный коэффициент – величина, характеризующая расход различного вида сырья, воды, топлива, электрической энергии, пара на единицу вырабатываемой продукции. Для расчета расходного коэффициента необходимо знать все стадии технологического процесса, в результате которых осуществляется превращение исходного сырья в готовый продукт.

Теоретические расходные коэффициенты  $A_T$  учитывают стехиометрические соотношения, по которым происходит превращение исходных веществ в целевой продукт.

Практические расходные коэффициенты  $A_{ПР}$  кроме этого учитывают производственные потери на всех стадиях процесса, а также побочные реакции, если они имеются.

Коэффициенты рассчитывают по формуле 1:

$$A_T(\text{либо } A_{ПР}) = \frac{m_c}{m_{ПР}}, \quad (1)$$

где  $m_c$  – количество сырья, кг, необходимого для получения продукции массой  $m_{ПР}$ , кг.

Примеры решения задач по определению расходных коэффициентов.

Пример 1. Определить теоретические расходные коэффициенты для следующих железных руд, применяемых при производстве 1000 кг чугуна, который содержит 92 % железа, при условии, что руды не содержат пустой породы и примесей:

- шпатовый железняк  $\text{FeCO}_3$  (молекулярная масса  $M = 115,8$  г/моль);
- лимонит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 373$  г/моль);
- гетит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 355$  г/моль);
- красный железняк  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $M = 159,7$  г/моль);
- магнитный железняк  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ( $M = 231,5$  г/моль).

Решение.

Расчет расходного коэффициента по  $\text{FeCO}_3$ .

Из 1 кмоль  $\text{FeCO}_3$  можно получить 1 кмоль Fe или можно записать:

115,8 кг  $\text{FeCO}_3 \rightarrow 55,9$  кг Fe (где 55,9 – молекулярная масса железа).

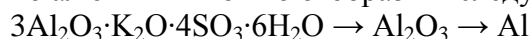
Отсюда для получения 1000 кг чугуна с содержанием железа 92 % необходимо:  $A_T = (1000 \cdot 0,92 \cdot 115,8) / 55,9 = 1905$  кг шпатового железняка.

Аналогично находим значения теоретических расходных коэффициентов для других руд:

- для лимонита:  $A_T = (1000 \cdot 0,92 \cdot 373) / 4 \cdot 55,9 = 1535$  кг;
- для гетита:  $A_T = (1000 \cdot 0,92 \cdot 355) / 4 \cdot 55,9 = 1461$  кг;
- для красного железняка:  $A_T = (1000 \cdot 0,92 \cdot 159,7) / 2 \cdot 55,9 = 1314$  кг;
- для магнитного железняка:  $A_T = (1000 \cdot 0,92 \cdot 231,5) / 3 \cdot 55,9 = 1270$  кг.

Пример 2. Рассчитать практический расходный коэффициент алунитовой руды, содержащей 23 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , для получения 1000 кг алюминия, если потери алюминия на всех технологических стадиях составляет 12 % по массе. Алунит имеет формулу:  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 828$  г/моль).

Схематично производство алюминия можно отобразить следующим образом:



Решение.

Для получения 1000 кг алюминия теоретически потребуется следующее количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :

$$A_T = (102 \cdot 1000) / (2 \cdot 27) = 1888,9 \text{ кг}$$

или чистого алунита:

$$A_T = 1888,9 \cdot 828 / (3 \cdot 102) = 5111,1 \text{ кг}$$

Содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в алуните составляет:

$$\omega = (3 \cdot 102 \cdot 100 \%) / 828 = 37 \%$$

По условию в алунитовой руде содержится 23 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Следовательно, расход алунитовой руды заданного состава на 1000 кг алюминия при условии полного ее использования составит:

$$A_T = 5111,1 \text{ кг} \cdot 37 \% / 23 \% = 8222,2 \text{ кг}$$

Практический расход, учитывающий производственные потери алюминия на всех стадиях составит:

$$A_{\text{пр}} = 8222,2 \cdot 0,88 = 9343,4 \text{ кг}$$

Ответ: для получения 1000 кг алюминия необходимо 9343,4 кг алунита.

### Контрольное задание № 1 для самостоятельного выполнения.

Определить расходные коэффициенты извести и кокса в производстве технического карбида кальция (ТКК), имеющего по анализу следующий состав:  $\text{CaC}_2 = A \%$ ,  $\text{CaO} = B \%$ ,  $\text{C} = B \%$ , прочие примеси (ПП) =  $\Gamma \%$ . Расчет вести на 1000 кг технического продукта. Содержание в коксе: золы –  $D \%$ , летучих компонентов (ЛК) –  $E \%$ , влаги –  $Ж \%$ , углерода –  $И \%$ . Известь содержит  $K \%$  чистого  $\text{CaO}$ . Карбид кальция получается по следующей реакции  $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$ .

Варианты решения контрольного задания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для решения контрольного задания № 1

Вариант	Состав ТКК, %				Состав кокса, %				СаО в извести, % (К)
	$\text{CaC}_2$ (А)	СаО (Б)	С (В)	ПП (Г)	Зола (Д)	ЛК (Е)	Влага (Ж)	С (И)	
1	78	15	3	4	4	4	3	89	96,5
2	77	16	3	4	3	3	5	89	96,0
3	78	15	4	3	2	3	6	89	97,0
4	76	15	3	6	4	4	4	88	96,4

Продолжение таблицы 1

5	76	14	5	5	2	2	3	93	96,6
6	77	13	3	7	4	4	3	89	96,5
7	77	12	3	8	3	3	5	89	96,0
8	77	11	3	9	2	3	6	89	97,0
9	77	14	3	6	4	4	4	88	96,4
10	77	15	3	5	2	2	3	93	96,6
11	78	15	3	4	4	3	2	91	96,5
12	77	16	3	4	3	3	2	92	96,0
13	78	15	4	3	2	3	2	93	97,0
14	76	15	3	6	4	2	1	93	96,4
15	76	14	5	5	2	2	1	95	96,6
16	77	13	3	7	4	2	1	93	96,5
17	77	12	3	8	3	2	1	94	96,0
18	77	11	3	9	2	4	1	93	97,0
19	77	14	3	6	4	4	1	91	96,4
20	77	15	3	5	2	4	1	93	96,6

**Задание № 2.**

Материальный баланс – отражает закон сохранения массы вещества: во всякой замкнутой системе масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, получившейся в результате реакции. Это означает, что масса веществ, поступивших на технологическую операцию - приход, равна массе всех веществ, получившихся в результате ее, - расходу (формула 2).

$$\sum m_{\text{исх}} = \sum m_{\text{кон}} \quad (2)$$

Таким образом, если в какой-либо аппарат или технологический узел поступает  $m_A$  кг продукта  $A$ ,  $m_B$  кг продукта  $B$  и т.д., а в результате физической обработки или химической переработки получается  $m_C$  кг продукта  $C$ ,  $m_D$  кг продукта  $D$  и т.д., а также если в конечных продуктах остается часть начальных продуктов  $A$  ( $m_A'$  кг),  $B$  ( $m_B'$  кг) и т.д., то при этом должно сохраниться равенство (формула 3):

$$m_A + m_B + \dots = m_C + m_D + \dots + m_A' + m_B' + \dots + \Delta m, \quad (3)$$

где  $\Delta m$ - производственные потери продукта.

Результаты подсчетов сводятся обычно в таблицу материального баланса (таблица 2) как по массе исходных веществ, так и продуктов реакции в целом и по отдельным химическим элементам.

Расхождения прихода и расхода по массе не должно быть, по объему – не более 5 %.

Таблица 2 - Типовая таблица материального баланса

Приход		Расход	
Статья прихода	Кол-во, кг	Статья расхода	Кол-во, кг
Продукт $A$	$m_A$	Продукт $A$ (остаток)	$m_A'$
Продукт $B$	$m_B$	Продукт $B$ (остаток)	$m_B'$
		Продукт $C$	$m_C$
		Продукт $D$	$m_D$
		Производственные потери	$\Delta m$
Итого	$m$	Итого	$m$

Материальный баланс составляется (в зависимости от условий или задания) на единицу (1 кг, 1 кмоль), или на 100 единиц (100 кг и т.п.), или на 1000 единиц массы основного вида сырья или продукта.

Материальный баланс обычно составляют при проектировании нового, а также при анализе уже существующего технологического процесса

### Примеры решения задач по расчету материальных балансов

**пример.** Составить материальный баланс производства оксида этилена при прямом производстве каталитическим окислением этилена воздухом. Состав исходной газовой смеси, об. %: этилен – 3, воздух – 97.

Степень окисления этилена  $x = 0,5$ . Расчет вести на 1000 кг оксида этилена. Производство оксида этилена происходит по следующей схеме:  $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2(\text{CH}_2-\text{CH}_2)\text{O}$ .

#### Решение

Рассчитываем статьи прихода.

По уравнению реакции находим расход этилена на 1000 кг оксида этилена. Из 28 кг этилена образуется 44 кг  $(\text{CH}_2-\text{CH}_2)\text{O}$ , где 28 – молярная масса этилена, 44 – молярная масса оксида этилена, или  $A_T = (28 \text{ кг/моль} \cdot 1000 \text{ кг}) : 44 \text{ кг/моль} = 636,4 \text{ кг}$ .

С учетом степени окисления  $636,4 : 0,5 = 1272,8 \text{ кг}$  или  $1272,8 \text{ кг} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{моль} : 28 \text{ кг/моль} = 1018,2 \text{ м}^3$ . Данные заносим в таблицу материального баланса (таблица 3) в статью прихода. Так как этилен и воздух – газы, материальный баланс ведется также и на объем.

Объем воздуха в этиленвоздушной смеси составит:

$$V = 1018,2 \text{ м}^3 \cdot 97 \% : 3 \% = 32923,1 \text{ м}^3,$$

в том числе кислорода  $32923,1 \cdot 0,21 = 6913,9 \text{ м}^3$  [где 0,21 – доля кислорода в воздухе] или  $(6913,9 : 22,4) \cdot 32 = 9877 \text{ кг}$ , азота  $32923,1 \cdot 0,79 = 26009,2 \text{ м}^3$  [где 0,79 – доля азота в воздухе] или  $(26009,2 : 22,4) \cdot 28 = 32511,5 \text{ кг}$ . Результаты заносим в таблицу 3 в статью прихода.

Рассчитываем статьи расхода

Сразу записываем в статью расхода оксид этилена, которого необходимо получить 1000 кг. Этилена не израсходовано половина количества, которое приходит на окисление, то есть  $1272,8 : 2 = 636,4 \text{ кг}$ . Объемы оксида этилена и этилен можно рассчитать как  $1018,2 : 2 = 509,1 \text{ м}^3$ . Запишем эти данные в статью расхода.

Кислорода израсходовано на окисление:  $(1018,2 \cdot 0,5) : 2 = 254,6 \text{ м}^3$ . В продуктах окисления содержится следующее количество кислорода:

$$6913,9 - 254,6 = 6659,3 \text{ м}^3 \text{ или } (6659,3 \cdot 32) : 22,4 = 9513,4 \text{ кг}$$

Количество азота переписываем из прихода, так как он в реакции не участвует.

Таблица 3 - Материальный баланс на 1000 кг оксида этилена

Приход			Расход		
Статья прихода	Количество		Статья расхода	Количество	
	кг	м <sup>3</sup>		кг	м <sup>3</sup>
Этилен	1272,8	1018,2	Оксид этилена	1000	509,1
Воздух, в том числе			Этилен	636,4	509,1
кислород	9877	6913,9	Воздух, в том числе		
азот	32511,5	26009,2	кислород	9513,4	6659,3
			азот	32511,5	26009,2
Итого	43661,3	33941,3	Итого	43661,3	33686,7

Ответ: для получения 1000 кг оксида этилена необходимо 1272,8 кг этилена и 42388,5 кг воздуха. Объем прихода и расхода не сходится в пределах 5 %, поэтому данный ответ удовлетворителен.

**Контрольное задание № 2 для самостоятельного выполнения**

Составить материальный баланс печи для сжигания серы. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч. Процесс горения описывается уравнением:  $S + O_2 \rightarrow SO_2$ . Исходные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Исходные данные для решения контрольного задания № 2

Вариант	Производительность печи, т/сутки	Степень окисления серы	Коэффициент избытка воздуха
1	60	0,95	1,5
2	60	0,95	1,4
3	60	0,95	1,3
4	60	0,95	1,2
5	60	0,95	1,1
6	50	0,95	1,5
7	50	0,95	1,4
8	50	0,95	1,3
9	50	0,95	1,2
10	50	0,95	1,1
11	55	0,95	1,5
12	55	0,95	1,4
13	55	0,95	1,3
14	55	0,95	1,2
15	55	0,95	1,1
16	60	0,96	1,5
17	60	0,96	1,4
18	60	0,96	1,3
19	60	0,96	1,2
20	60	0,96	1,1

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:

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

9 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все наводящие вопросы преподавателя.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил не на все поставленных преподавателем вопросов.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил только на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил не на все вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

3 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все вопросы.

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. Расчет требуемой степени очистки производственных стоков.

**Цель** – получение навыков расчета требуемой степени очистки производственных стоков.

#### Алгоритм выполнения практического задания:

- изучить теоретический материал;
- провести расчеты;
- составить отчет.

#### Методика расчета

Оценка требуемой очистки сточных вод (СВ) позволяет сделать обоснованный выбор типа и мощности очистных сооружений, вариантов размещения оголовков выпуска (у берега или в стрежень) и их конструктивных особенностей. Участок водоема от места выпуска стоков условно делят на зоны:

- начального разбавления, в которой скорости истечения стоков ( $V_c$ ) существенно выше скорости потока воды ( $V_n$ );
- основного разбавления, в которой  $V_c = V_n$  и перемешивание стоков идет за счет турбулентной диффузии;
- зона самоочищения, которую в расчетах не учитывают. Общее разбавление СВ определяют, как произведение краткости начального и основного разбавления ( $n_n$  и  $n_o$ ), являющихся результатом перемешивания стоков в 1 и 2 зонах.



Значение  $n_n$  определяют по формуле 1:

$$n_n = \frac{0,248}{m} d^2 \left( \sqrt{m^2 + 8,1 \left( \frac{1-m}{d^2} \right)} - m \right) \quad (1)$$

где  $d$  – отношение расчетного диаметра струи к диаметру выпускных отверстий;  
 $m$  – безразмерный коэффициент, величину которого находят по формуле 2:

$$m = \sqrt{\frac{p_n}{p_c} \cdot \frac{U_n^2}{U_c^2}} \quad (2)$$

где  $P_n$  и  $P_c$  – плотности соответственно потоков воды и СВ, принимаемые обычно равными единице.

Значение  $n_o$  находят как обратную величину коэффициента смешения  $\gamma$ , определяемого по формуле 3:

$$\gamma = \frac{1 - \exp^{-\alpha^3 \sqrt{l_\phi}}}{1 + \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} \exp^{-\alpha^3 \sqrt{l_\phi}}} \quad (3)$$

где  $l_\phi$  – расстояние от выпуска СВ до створа водопользования по фарватеру, км;

$\alpha$  – безразмерный коэффициент, учитывающий гидрологические особенности водоема. Значение  $\alpha$  находят по формуле 4:

$$\alpha = \tau \cdot \int \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{Q_{\max}}} \quad (4)$$

где  $\tau$  – коэффициент, учитывавший место выпуска (при выпуске в стрежень  $\tau = 1,5$ , у берега – 1,0);

$\int$  – коэффициент извилистости, равный отношению расстояния от места выпуска до створа водопользования по прямой  $l_n$  к расстоянию между местом выпуска и створом водопользования по фарватеру –  $l_\phi$ ;

$D$  – коэффициент турбулентной диффузии.

Для условий задания  $D$  зачисляют по формуле 5:

$$D = V_n \cdot h / 200 \quad (5)$$

где  $h$  – глубина водоема, м.

Расчетную концентрацию ЗВ ( $C_p$ , мг/л) после полного перемешивания находят по формуле 6:

$$C_p = C_{исх} / (n_n \cdot n_o) \quad (6)$$

где  $C_{исх}$  – концентрация ЗВ в неочищенных стоках, мг/л. Требуемая степень очистки  $\mathcal{E}_0$  определяется по формуле 7:

$$\mathcal{E}_0 = (C_p - C_{ндк}) / C_p \quad (7)$$

Значения ПДК для ЗВ берут из сборника [4, 10], при наличии фоновое загрязнение  $C_{пдк}$  уменьшается на величину фоновой концентрации данного ЗВ.

Если  $C_p \leq \text{ПДК}$ , то  $\mathcal{E}_0$  не определяют по формуле (7) из-за нецелесообразности очистки.

#### Задание на расчет

По исходным данным таблицы 1 определить требуемую степень очистки производственных стоков с максимальным расходом  $Q_{\max}$  содержащих ЗВ с концентрацией  $C_{исх}$ , при двух вариантах выпуска – у берега и в стрежень реки с фоновым загрязнением 20% от ПДК ЗВ. Глубина реки  $h$ , минимальный расход воды  $Q_{\min}$ , скорость потока  $V_n$ , скорость истечения стоков  $V_c$ . Створ водопользования находится от места выпуска на расстоянии  $l_n$  по прямой и  $l_\phi$  по фарватеру. Отношение расчетного диаметра струи к диаметру оголовков равно  $d$ , плотности стоков и воды в потоке равны единице. Створ водопользования совпадает со створом полного разбавления. Дать оценку каждому варианту выпуска и обосновать инже-

нерные решения по защите водоема от загрязнения, превышающего ПДК.

Таблица 1 – Исходные данные к заданию

Вариант	Загрязняющие вещество	$Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /с	$V_c$ , м/с	$V_n$ , м/с	h, м	$l_n$ , км	$l_\phi$ , км	$C_{\text{исх}}$ , мг/л	d
1	Медь	1	100	2,5	0,35	3	2	3	150	2
2	Железо	2	90	2,6	0,40	3,1	2	4	120	2,5
3	Цинк	3	2120	2,7	0,45	3,2	2,2	3	160	3
4	Хром	4	160	2,8	0,50	3,3	2,2	4	100	3,5
5	Сероуглерод	1	150	2,9	0,55	3,4	2,4	3	80	4
6	Ацетон	2	140	3,0	0,60	3,5	2,4	4	200	4,5
7	Бензол	3	130	3,1	0,55	3,6	2,6	3	100	5
8	Аммиак (по азоту)	4	120	3,2	0,50	3,7	2,6	4	350	5,5
9	Аммония сульфат (по азоту)	1	110	3,3	0,45	3,8	2,8	6	150	6
10	Железо	2	100	3,4	0,40	3,9	2,8	4	100	5,5
11	Толуол	3	90	2,5	0,35	4,0	3,0	6	100	2
12	Фурфурол	4	100	2,6	0,40	4,1	3,0	4	140	2,5
13	Глицерин	1	110	2,7	0,45	4,2	3,2	6	120	3
14	Спирт метиловый	2	120	2,8	0,50	4,3	3,2	7	300	3,5
15	Пропилен	3	130	2,9	0,55	4,4	3,4	6	80	4
16	Нитраты по NO <sub>2</sub>	4	140	4,0	0,40	4,5	3,6	7	500	3,5
17	Уксусная кислота	1	150	4,1	0,45	4,4	3,6	6	140	4
18	Алюминий	2	160	4,2	0,50	4,3	3,4	8	120	4,5
19	Капролактam	3	170	4,3	0,45	4,2	3,4	6	200	5
20	Цинк	4	160	3,0	0,60	4,1	3,2	8	150	4,5
21	Железо	1	150	4,5	0,35	4,0	3,2	6	100	6
22	Медь	2	140	3,1	0,55	3,9	3,1	5	120	5
23	Ацетон	3	130	3,2	0,50	3,8	3,1	6	300	5,5
24	Пропилен	4	120	3,3	0,45	3,7	3,0	5	100	6
25	Сероуглерод	1	110	3,4	0,40	3,6	3,0	6	150	5,5

### Методические указания по выполнению задания и анализу результатов расчета

Перед выполнением работы студент изучает раздел 5.2 учебного пособия [3] и свой вариант задания. По сборникам [4, 10] он определяет ПДК ЗВ и его лимитирующий показатель вредности. По формулам (1...7) студент находит кратности начального и основного разбавлений, расчетную концентрацию ЗВ (после его полного перемешивания) в водоеме и требуемую степень очистки. Используя материалы подраздела 2.3.3 учебного пособия [11], студент выбирает для данного ЗВ наиболее адекватный метод очистки и другие эффективные методы и средства защиты воды от загрязнения (в соответствии с требованиями подраздела инженерные решения по результатам расчета).

### Инженерные решения по результатам расчета

Инженерные решения по результатам расчета включают:

- выбор места сброса (у берега или в стрежень);

- оценку целесообразности применения рассеивающих выпусков при неполном перемешивании СВ до створа водопользования (определяется по соотношению между кратностью полного разбавления и частным от деления  $Q_{\text{мин}}$  на  $Q_{\text{макс}}$ );

- выбор и обоснование метода и средств очистки для заданного ЗВ (анализируются методы – адсорбции, флотации, электрохимической и биологической очистки, а также конкретные технические средства – магнитные сепараторы, озонаторы и др.).

В итоговом заключении по заданию студент приводит расчетную концентрацию ЗВ и его лимитирующий показатель вредности, требуемую степень очистки, а также рекомендуемые методы и средства по уменьшению загрязнения.

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:

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

9 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все наводящие вопросы преподавателя.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил не на все поставленных преподавателем вопросов.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил только на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил не на все вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

3 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все вопросы.

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:

##### **Задание № 1**

Какие отходы не подлежат переработке?

- 1) Отходы первого класса опасности
- 2) Отходы второго класса опасности
- 3) Все ответы правильные
- 4) Нет правильного ответа

##### **Задание № 2**

Какими способами утилизируют отходы первого класса опасности?

- 1) Обезвреживание
- 2) Складированием
- 3) Все ответы правильные
- 4) Сжиганием

##### **Задание № 3**

Какой способ утилизации не распространен в отечественной промышленности?

- 1) Сжигание
- 2) Захоронение
- 3) Депонирование
- 4) Регенерация

#### **Критерии оценки:**

Промежуточный тест по теме состоит из 100 вопросов (1 вопрос – 0,1 балла).  
Максимальное количество баллов – 10.

#### **Темы письменных работ**

**Тема курсовой работы:** «Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Цель курсовой работы – формирование практических навыков организации использования энерго- и ресурсосберегающих процессов на предприятиях химического, нефтехимического и биотехнологического профилей.

Задачи:

1. Обосновать выбор энерго- и ресурсосберегающего процесса (установки) на предприятии.
2. Провести расчет материального и энергетического (если предусмотрено технологическим процессом) балансов для выбранной технологии.
3. Предоставить преимущества выбранной технологии (экономическое, экологическое обоснование).

### **Структура курсовой работы**

Структура курсовой работы по дисциплине «Технологии переработки и утилизации отходов 2» включает в себя:

Титульный лист (Приложение А);

Задание (Приложение Б);

Содержание;

Введение

1 Описание технологической установки / процесса (технологическая схема, стадии технологического процесса, технологические показатели). Обоснование выбора;

2 Расчет материального и энергетического (если предусмотрено технологическим процессом) балансов;

3 Анализ преимуществ предлагаемой технологии;

Заключение.

Список используемых источников

По индивидуальному варианту студент проводит анализ одной из тем.

Темы курсовой работы:

1. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 1).

2. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 2).

3. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 3).

4. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 4).

5. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 5).

6. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 6).

7. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 7).

8. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 8).

9. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 9).

10. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 10).

11. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 11).

12. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 12).

13. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 13).

14. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 14).

15. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 15).

16. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 16).

17. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 17).

18. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 18).
19. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 19).
20. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 20).
21. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 21).
22. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 22).
23. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 23).
24. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 24).
25. Проектирование энерго – и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (Вариант 25).

Законченная и полностью оформленная работа сдается на проверку преподавателю. Работа проверяется на оригинальность (не менее 50 %) в системе Антиплагиат. После проверки и внесения исправлений проводится защита курсовой работы. Оценивается курсовая работа с учетом качества выполнения, уровня защиты и степени самостоятельности при работе.

#### Критерии оценки:

Оценки	Критерии и нормы оценки
<b>«отлично»</b>	Выставляется студенту, если оформление работы соответствует требованиям, расчетная часть сделана правильно. Определены цели и задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, показана теория вопроса. При защите работы студент демонстрирует полное владение материалом.
<b>«хорошо»</b>	Выставляется студенту, если оформление работы соответствует требованиям, расчетная часть сделана правильно. Определены цели и задачи исследования, не четко определены объект и предмет исследования, частично показана история и теория вопроса. При защите работы студент демонстрирует частичное владение материалом.
<b>«удовлетворительно»</b>	Выставляется студенту, если оформление работы соответствует требованиям, расчетная часть сделана правильно. Не определены цели и задачи исследования, не сформулированы объект и предмет исследования, не показана история и теория вопроса. При защите работы студент демонстрирует частичное владение материалом.
<b>«неудовлетворительно»</b>	Выставляется студенту, если оформление работы не соответствует требованиям, расчетная часть сделана неправильно. При защите работы студент не владеет материалом.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Сессия 8

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Правовые аспекты утилизации промышленных отходов. Федеральные законы «об отходах производства и потребления» и «Об охране окружающей среды»
2	Законодательное и экономическое стимулирование использования образующихся отходов. Формирование региональных рынков вторичных ресурсов
3	Система государственного контроля в области охраны окружающей среды
4	Порядок и процедуры проведения системного анализа экологических последствий антропогенной деятельности
5	Источники воздействия на окружающую природную среду и их характеристика. Характеристика отраслей промышленности как источников воздействия на окружающую среду
6	Классификация промышленных загрязнителей. Характеристика источников физических воздействий на окружающую среду
7	Нормирование качества окружающей природной среды. Санитарно-гигиенические, экологические и комплексные нормативы
8	Мониторинг опасных отходов на предприятии
9	Отходы нефтепереработки, нефтехимии и процессов газификации топлив: виды отходов и их переработка
10	Переработка нефтесодержащих отходов
11	Нефтяные шламы, их состав и способы утилизации
12	Кислые гудроны, их состав, виды и способы утилизации.
13	Термические способы переработки отходов. Метод жидкофазного окисления. Основные технологические параметры процесса, преимущества и недостатки данного метода
14	Термические способы переработки отходов. Метод гетерогенного катализа. Основные технологические параметры процесса, преимущества и недостатки данного метода.
15	Термические способы переработки отходов. Метод газификации Основные технологические параметры процесса, преимущества и недостатки данного метода.
16	Термические способы переработки отходов. Пиролиз отходов. Основные технологические параметры процесса, преимущества и недостатки данного метода.
17	Плазменный способ утилизации отходов. Основные технологические параметры процесса, преимущества и недостатки данного метода.
18	Термические способы переработки отходов. Метод газификации
19	Сжигание отходов. Основные технологические параметры процесса, преимущества и недостатки данного метода.
20	Промышленные установки для сжигания отходов (установка отводящих газов тепловых электростанций, установки сжигания с вращающейся трубчатой печью, удаление серы из дымовых газов)
21	Схема установки для сжигания отходов с утилизацией тепла
22	Схемы утилизации отходов переработки металлургических производств

23	Классификация металлических отходов
24	Технология и оборудование для подготовки металлолома к переплаву
25	Утилизация автомобилей, выведенных из эксплуатации
26	Характеристика и классификация отходов цветных металлов
27	Разделка и компактирование лома
28	Сепарация лома и отходов металлов
29	Переработка отходов гальванических производств
30	Методы переработки металлургических шлаков
31	Особенности утилизации шлаков цветной металлургии
32	Переработка отходов полимерных материалов
33	Методы переработки отходов термопластов
34	Особенности полимерных отходов, классификация, состав, источники поступления. Особенности рециклинга полимерных отходов
35	Классификация принципов измельчения (резка, ударное измельчение). Оборудование и принцип его действия.
36	Химическая переработка полимерных материалов. Извлечение энергии из пластмассовых отходов
37	Вторичная переработка ПА. Проблемы, стадии, технологическая схема, получаемый продукт, области применения, формообразование изделий
38	Агломерация и гранулирование. Цель и принципы. Применяемое оборудование. Операции процессов. Виды частиц
39	Промышленные выбросы. Способы очистки промышленных выбросов (классификация оборудования). Критерии выбора механизма очистки промышленных выбросов.
40	Нормирование атмосферного воздуха на предприятиях
41	Основные методы очистки газовых выбросов
42	Охрана атмосферного воздуха на промышленных предприятиях. Дайте определение ПДК, ПДВ, ПДКр.з., ПДКм.р., ПДКс.с., ПДУ, ВСВ. Как определяется суммарная концентрация вредных веществ одностороннего действия?
43	Улавливание промышленных пылей. Аппаратурное оформление процесса
44	Какими методами очищают выбросы от газообразных компонентов? Перечислить оборудование для очистки выбросов от газо- и парообразных загрязнителей
45	Классификация и состав сточных вод, виды загрязнений. Пути снижения количества загрязненных сточных вод
46	Механические методы очистки сточных вод решетки, отстойники, песколовки, нефтеловушки, фильтры
47	Физико-химические методы очистки сточных вод.
48	Химические методы очистки сточных вод
49	Городские сточные воды: состав и контролируемые показатели. Правила спуска сточных вод в водоемы. Предельно-допустимый сброс
50	Биохимические методы очистки сточных вод. Активный ил и биопленка; процессы, протекающие при аэробной очистке сточных вод. Анаэробная очистка в метантенках
51	Аэробная очистка сточных вод в естественных и искусственных условиях; биофильтры и аэротенки: устройство: устройство, способы аэрации
52	Утилизация осадков сточных вод

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки



Сессия	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Выставляется студенту, если студент набрал 80-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«хорошо»	Выставляется студенту, если студент набрал 60-79 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«удовлетворительно»	Выставляется студенту, если студент набрал 40-59 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«неудовлетворительно»	Выставляется студенту, если студент набрал 0-39 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре

## 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»

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

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **Рециклинг отходов.** Специализированное информационно-аналитическое издание в области переработки отходов. Журнал публикует материалы, посвященные проблемам сбора, транспортировки, переработки, утилизации и захоронения отходов. Доступен полнотекстовый архив с 2006 по 2009 год и аннотированное содержание всех номеров журнала с 2010 года: <http://www.wasterecycling.ru/>

– **Твердые бытовые отходы.** На страницах журнала освещаются вопросы организации сбора, сортировки и транспортировки отходов, применения современных технологий и оборудования для переработки, опыт российских и зарубежных предприятий. **Входит в систему РИНЦ.** Доступны полные тексты статей с 2005 по 2007 год и аннотированное содержание номеров журнала с 2008 года (с доступом к полным текстам отдельных публикаций). Для просмотра статей необходимо пройти регистрацию: <http://www.solidwaste.ru/magazine/archive/2005.html>

– **American Journal of Engineering and Applied Sciences.** Рецензируемый журнал - публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации: <http://thescipub.com/journals/ajeas>

– **Philosophical Transactions.** Журнал предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>

– **Journal of Engineering and Applied Sciences (Medwell Journals).** Журнал представляет статьи с результатами научных исследований в области инженерных наук (математика, электротехника, машиностроение, энергетика, автомобилестроение, биохимическая инженерия, строительная инженерия и т.д.): <http://www.medwelljournals.com/archive.php?jid=1816-949x>

– **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/>

### 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

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

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет