

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 | 6 |
| Лабораторные | 12 | 12 |
| Практические | 6 | 6 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация | 0.35 | 0.35 |
| Контактная работа | 25.35 | 25.35 |
| Самостоятельная работа | 290 | 290 |
| Контроль | 8.65 | 8.65 |
| Итого | 324 | 324 |

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 ИТ-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"> - навыками и приемами подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований |

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 | - | - | |
| | Пр № 1 | Расчет материальных и энергетических балансов | 8 | 2 | - | - | Отчет по практическому занятию № 1 |
| | Ср № 1 | Изучение материала по теме: Прикладные аспекты реализации природоохранного | 8 | 10 | - | - | |
| | Лек № 2 | Организация производственного экологического контроля на предприятиях | 8 | 2 | - | - | |
| | Лек № 3 | Использование наилучших доступных технологий в сфере обращения с отходами (переработка нефтешламов, металлургическое и полимерное производство) | 8 | 2 | - | - | |
| | Лаб № 1 | Биодеградация полимерных материалов Растворимость и набухание | 8 | 4 | - | - | Отчет по лабораторному занятию № 1 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Сессия | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|--------|-----------|-------|----------------|--|
| | Ср № 2 | Изучение материала по теме: Определение содержание воды в нефтешламе с большим содержанием нефтепродуктов с применением петролейного эфира | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 3 | Изучение материала по теме: Определение хлористых солей в нефтешламе с азотнокислым серебром | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 4 | Изучение материала по теме: Определение зольности нефтешлама | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 5 | Изучение материала по теме: Определение сухого и прокаленного остатков в обводненном нефтешламе | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 6 | Изучение материала по теме: Определение нефтепродуктов в нефтешламе | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 7 | Изучение материала по теме: Определение влажности нефтешламов | 8 | 10 | - | - | |
| | Лаб № 2 | Утилизация твердых отходов металлургических производств | 8 | 4 | - | - | Отчет по лабораторному занятию № 2 |

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

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Сессия | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|---|--------|-----------|-------|----------------|--|
| | Ср № 12 | Изучение материала по теме: Способы и установки очистки промышленных выбросов на предприятиях | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 13 | Изучение материала по теме: Биологическая очистка сточных вод (нормирование в области сточных вод, разработка проекта наилучших доступных технологий) | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 14 | Изучение материала по теме: Определение тяжелых металлов в отходах очистного оборудования | 8 | 10 | - | - | |
| | Пр № 3 | Расчет биофильтров | 8 | 2 | - | - | Отчет по практическому занятию № 3 |
| | Ср № 15 | Изучение материала по теме: Составление декларации по качеству стоков | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 16 | Изучение материала по теме: Расчет требуемой степени очистки производственных стоков | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 17 | Изучение материала по теме: Биоремедиация почв | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 18 | Изучение материала по теме: Определение уровня суммарного загрязнения почв | 8 | 10 | - | - | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Сессия | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|-----------------------|--|--------|------------|----------|----------------|--|
| | Лаб № 3 | Методика определения нефтепродуктов в загрязненных почвах | 8 | 4 | - | - | Отчет по лабораторному занятию № 3 |
| | Ср № 19 | Изучение материала по теме: Исследование почв на содержание загрязняющих веществ | 8 | 10 | - | - | |
| | Ср № 20 | Выполнение и оформление отчетов по практическим и лабораторным занятиям. Написание курсовой работы | 8 | 100 | - | - | |
| | КР | Выполнение курсовой работы | 8 | 1 | - | - | Курсовая работа |
| | ПА | | 7 | 0.35 | - | - | |
| | Подготовка к экзамену | | 8 | 8.65 | - | - | Экзамен |
| Итого: | | | | 324 | - | | |

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 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-2.1, ПК-3.1 | Отчеты по лабораторным занятиям № 1-3. Отчеты по практическим занятиям № 1-3. Вопросы к экзамену 1-52. 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 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 Fe_2O_3 ($M = 159,7$ г/моль);
- магнитный железняк Fe_3O_4 ($M = 231,5$ г/моль).

Решение.

Расчет расходного коэффициента по FeCO_3 .

Из 1 кмоль 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).

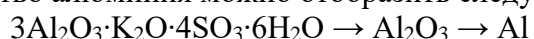
Отсюда для получения 1000 кг чугуна с содержанием железа 92 % необходимо: $A_T = (1000 \cdot 0,92 \cdot 115,8) / 55,9 = 1905$ кг шпатового железняка.

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 % Al_2O_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 Al_2O_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 Al_2O_3 в алуните составляет:

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

По условию в алунитовой руде содержится 23 % Al_2O_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 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, % |
|---------|-----------------------|---------------------|----------|-----------|-----------------|-----------|--------------|----------|------------------|
| | CaC_2 (А) | CaO (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 Δm - 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 | Δm |
| 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 ³ | | кг | м ³ |
| 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

Критерии оценки:

оценка «зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию включает более 50% от требуемого объема и выполнен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии;

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет практическому занятию включает менее 50% от требуемого объема.

7.2.2 Отчет по лабораторному занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

**Лабораторное занятие № 1. Биodeградация полимерных материалов.
Растворимость и набухание полимеров.**

Цель работы: приобретение знаний о полимерах и навыков разложения полимерных материалов.

Реактивы: Растворители, относящиеся к различным классам органических соединений (спирты, кетоны).

Приборы: Пробирки, микробюретки на 2 и 5 мл, термостат.

Алгоритм выполнения работы:

1. Изучить лекционный и раздаточный материал.

2. **Ход работы:** в чистые высушенные пробирки помещают по 10 мг сухого измельченного полимера и из микробюретки или градуированной пипетки наливают по 2 мл растворителя. Пробирки закрывают пробками и выдерживают 1-2 ч при комнатной температуре, периодически встряхивая их содержимое. Полимер считают растворимым в данном растворителе, если образуется однородный раствор.

Отмечают также состояние полимера, не растворяющегося в данном растворителе (происходит набухание или нет). Если полимер не растворяется при комнатной температуре, смесь осторожно нагревают до температуры кипения растворителя. В случае растворения полимера при нагревании раствор охлаждают, чтобы выяснить, остается полимер в растворе или осаждается. Если полимер набухает, но не растворяется, необходимо испытать родственные растворители и их смеси.

Набухание без растворения даже в растворителях, наиболее сильно действующих на данный тип полимера, обычно свидетельствует о наличии трехмерной структуры. Полимеры трехмерного строения могут содержать экстрагируемые фракции с относительно небольшой молекулярной массой.

3. Обработать и сравнить результаты эксперимента.

Сравнение растворяющей способности растворителей.

Иногда необходимо не только знать, в каких жидкостях растворяется данный полимер, но и оценить их растворяющую способность, которую по отношению к данному полимеру можно измерить величиной разбавления. т.е. количеством осадителя (не растворителя), добавленного к раствору до появления исчезающей мутности раствора. Величина разбавления может быть выражена либо объемом осадителя (в мл), либо отношением числа молей осадителя к числу молей растворителя. Для определения можно использовать растворы, приготовленные для качественного определения растворимости, или специально приготовить аналогичные растворы, как описано выше.

Ход определения: пробирку- с раствором из микробюретки медленно по каплям при перемешивании добавляют осадитель. Добавление осадителя (титрование) прекращают при появлении в растворе не исчезающей мути. Количество осадителя (в мл или моль/моль растворителя), израсходованное на титрование, служит мерой растворимости полимера. По ее значениям сравнивают растворители. Большее количество осадителя требуется добавить в тот раствор полимера, который содержит лучший растворитель.

Описанный метод отличается простотой, доступностью и расходом малых количеств вещества и растворителей. Точность определения вполне достаточна для лабораторного контроля растворимости полимеров и сополимеров и характеристики растворителей по их растворяющей способности.

4. Ответить на контрольные вопросы:

- Методы утилизации и переработки полимеров.
- Какие растворители используются для растворения полимеров в промышленности?
- Какие виды полимеров существуют?
- Области применения полимеров.
- Бiodeградация полимеров.

5. Подготовить отчет по лабораторному занятию.

6. 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:

«зачтено» выставляется студенту, если отчет по лабораторному занятию включает 50% и более от требуемого объема и выполнен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

«не зачтено» выставляется студенту, если отчет по лабораторному занятию включает менее 50% от требуемого объема.

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 |
|------------------|---|
| «отлично» | 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. |

| | |
|------------------------------|--|
| «хорошо» | 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. |
| «удовлетворительно» | 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 |
| «неудовлетворительно» | 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. | Изменения в системе регулирования в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами и отходами I-II классов опасности: основной перечень нормативно-правовой базы, особенности изменений. |
| 2. | Абсорбционные методы: описание, применение. |
| 3. | Особенности осуществления производственного экологического контроля в зависимости от категории объектов негативного воздействия. |
| 4. | Порядок проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки. |
| 5. | Требования к категориям объектов хозяйственной и (или) иной деятельности: перечень объектов, особенности нормативно-правовой базы. |
| 6. | Методы очистки промышленных выбросов: основные методы. |
| 7. | Нормирование в и отчетность в области обращения с отходами. |
| 8. | Биохимические методы очистки газовых выбросов от загрязнений. |
| 9. | Наилучшие доступные технологии (определение, значимость для получения комплексного экологического разрешения, особенности их применения на предприятии). |
| 10. | Определение СЗЗ для объекта негативного воздействия. |
| 11. | Сравнительная характеристика по категориям негативного воздействия при применении нового законодательства (отчетные документы, плата за НВОС). |
| 12. | ИТС Обезвреживание отходов термическим способом (описание разделов, основные технологические показатели). |
| 13. | Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с ТКО, и региональных программ в области обращения с отходами: описание, особенности, особенности нормативно-правовой базы. |
| 14. | Технологии очистки сточных вод на примерах очистных сооружениях (на примере очистных сооружений ПАО ТООАЗ): основные этапы, проблемы. |
| 15. | ИТС Утилизация и обезвреживание отходов: основные разделы, перспективы, технологические показатели. |
| 16. | Биологическая очистка сточных вод: основы биологической очистки сточных вод. |
| 17. | ИТС Размещение отходов производства и потребления (описание разделов, основные технологические показатели). |
| 18. | Биологические фильтры: общие сведения, классификация биофильтров. |
| 19. | Требования к производственному экологическому контролю: программа и порядок отчетности по ПЭК. |
| 20. | Расчет биофильтров: высоконагружаемые биофильтры. |
| 21. | Производственный контроль за охраной атмосферного воздуха. |

| | |
|-----|---|
| 22. | Технологии очистки сточных вод на примерах очистных сооружениях (на примере ООО «СамРЭК-Эксплуатация» г.о. Жигулевск): основные этапы, проблемы. |
| 23. | Требования к автоматизированным системам контроля. |
| 24. | ППРФ №891 от 13.07.2019г. Об утверждении Правил проведения инвентаризации сбросов ЗВ в ОС: основные особенности. |
| 25. | Содержание программы производственного экологического контроля. |
| 26. | Порядок расчета нормативов состава сточных вод: алгоритм расчета. |
| 27. | Приоритетность государственной политики в области обращения с отходами. |
| 28. | Основной формой информационного обеспечения соответствия технологий критериям НДТ для конкретных областей применения НДТ статье 28.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» установлены разработка, утверждение и опубликование информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ: перечень НДТ (и ИТС), технологические нормативы. |
| 29. | Подготовка документов в части обращения с отходами для получения комплексных экологических разрешений. |
| 30. | Распределение сточных вод по биофильтрам. |
| 31. | Введение новой системы обращения с отходами I-II классов опасности с 2021г: особенности изменений, перечень нормативно-правовой базы, обеспечивающий данные изменения. |
| 32. | Хемосорбционные методы: описание, применение. |
| 33. | Государственный экологический надзор: сущность, перечень. |
| 34. | Порядок проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки. |
| 35. | Установленный порядок реализации РОП. |
| 36. | Систематизация сведений об источниках выбросов при проведении инвентаризации выбросов. |
| 37. | Национальный проект «Экология»: основные задачи, названия проектов. |
| 38. | Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выброса: подходу к определению, методы расчета. |
| 39. | Определение показателей выбросов при проведении инвентаризации выбросов. |
| 40. | Расчет биофильтров: капельные биофильтры. |
| 41. | Документирование и хранение данных, полученных в результате инвентаризации выбросов. |
| 42. | Аэротенки: принципы очистки сточных вод в аэротенках. |
| 43. | Переход на новую систему нормирования с использованием Наилучших Доступных Технологий очистки сточных вод. |
| 44. | Каталитические методы: описание, применение. |
| 45. | Существующие Правила контроля состава и свойств сточных вод. |
| 46. | Аппараты мокрой и сухой очистки газов: устройства, принцип действия. |
| 47. | Закон об охране окружающей среды в редакции 219-ФЗ в зависимости от категоричности объекта. |
| 48. | Адсорбционные методы: описание, применение. |
| 49. | Новая система взаимоотношений абонентов и централизованных систем водоотведения. |
| 50. | Термическая нейтрализация: описание, применение. |
| 51. | Плата за негативное воздействие организаций ВКХ Закон «О водоснабжении и водоотведении» в редакции 225-ФЗ от 29.07.2017г. |

| | |
|-----|--|
| 52. | Фильтр с пористым фильтрующим элементом: устройства, принцип действия. |
|-----|--|

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Сессия | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|--------|---|-------------------------|--|
| 8 | Экзамен (устно) | «отлично» | Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры |
| | | «хорошо» | Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, отвечает на один дополнительный вопрос, приводит примеры |
| | | «удовлетворительно» | Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории |
| | | «неудовлетворительно» | Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос |

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 | 2019 | 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- и ресурсосбережения в | лабораторный практикум | 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 |
|------------------|----------------------------|--|---|------------------------|---|
| | | биотехнологии | | | |
| 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 | 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 | Лаборатория «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». 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 (А-409) | Столы ученические моноблоки, столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве., установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу |
| 2 | Лаборатория «Высокомолекулярные соединения». 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 (А-220) | Столы лабораторные островные; столы лабораторные пристенные; столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ; весы аналитические ВЛР200; сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый; стол письменный; шкафы для хим. реативов; тумба для посуды и хим. реативов; холодильник «Орск»; регулятор напряжения БП2100; магнитная мешалка ММ02; термостат UTU4; автоклав; полимеризатор; штатив лабораторный; доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные; химическая посуда |
| 3 | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. 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 (А-415) | Столы ученические, стулья ученические, доска аудиторная (меловая), ПК, проектор, экран переносной, рабочий стол, письменный угловой стол, преподават. стол |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы. (Г-401) | Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет |