Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 15:42:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Безотходные технологии переработки пластмасс»

Направление подготовки
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Профиль подготовки
**«Безотходные производственные технологии»**

Квалификация (степень) выпускника
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва 2022

### *Цели освоения дисциплины*

**Целями** освоения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» являются:

- обеспечение овладения студентами основами знаний безотходных технологий;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению подготовки;
- подготовка бакалавров в области безотходных производств с учетом уменьшения и переработки отходов до готовой для реализации продукции.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» следует отнести:

- овладение базовыми принципами и приемами по безотходным производствам;
- введение в теорию разработки технологий по направлениям, приближающим производство к безотходным;
- развитие навыков по реализации безотходных производств и реконструкции старых с учетом уменьшения доли отходов в переработке.

## 1. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Безотходные технологии переработки пластмасс» относится к числу элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.ЭД.3.) основной образовательной программы бакалавриата, взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

В обязательной части (Б.1.):

– высшая математика; физика; химия.

В процессе изучения дисциплина «Безотходные технологии переработки пластмасс» должна дать ясное представление о необходимости создания безотходных технологий. Первым этапом является как можно большая утилизация отходов производств и приближение их к сырьевым ресурсам и реализации продукции. Кроме того, необходимо перерабатывать отходы производства в продукцию для реализации.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| **УК-1** | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Знает: методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа.<br>Умеет: применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять систематизацию, критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;<br>применять системный подход для решения поставленных задач направления подготовки.<br>Владеет: практическими навыками поиска и анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач направления подготовки. |
| ОПК-1 | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и | ОПК-1.1 умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач;<br>применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач |

| | | |
|---|---|---|
| | обеспечением безопасности человека; | |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т. е. **108 академических часа**. Аудиторных – 36 часов (из них 18 – лекций 18 практических занятий, по 1 часу в неделю). Самостоятельная работа – 72 часов. Форма контроля: экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

| Наименование | Безотходные технологии переработки пластмасс |
|---|---|
| | |
| Курс / семестр | I / 2 |
| Аудиторные занятия (всего)<br>Лекции<br>Семинарские занятия | 36<br>18<br>18 |
| Самостоятельная работа | 72 |
| Вид аттестации | Экзамен |
| Общая трудоемкость в ЗЕТ<br>в часах | 3<br>108 |

### Содержание разделов дисциплины

### Лекция 1. Безотходные технологии на предприятиях полимерной отрасли.

### Введение

Предмет и содержание курса «Безотходные технологии переработки пластмасс», его цели и задачи. Значение курса в знаниях бакалавра по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность. По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения мало- и безотходных технологий. Скорейшее их решение в ряде стран рассматривается как стратегическое направление рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

**Раздел 1.** БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. МАЛООТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Основы деструкции и стабилизации полимеров. Определение безотходной и малоотходной технологий в отрасли переработки пластмасс. Количественная оценка безотходности производств.

**Лекция 2. Раздел 2.** ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ

Сущность системного анализа. Состав и структура химико-технологической системы. Классификация элементов ХТС по назначению. Модели химико-технологической системы. Два подхода к описанию системы. Системный анализ территориально-промышленных комплексов.

**Лекция 3. Раздел 3.** ПРИНЦИП ЦИКЛИЧНОСТИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ

Принцип рециркуляции. Задачи, решаемые с введением рециклов в химико-технологическую систему. Принципы некоторых химических реакций с рециклом сырья. Свойства и поведение вторичного полимерного сырья.

**Лекция 4. Раздел 4.** ПРИНЦИП КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Постановка задачи. Использование сырья и вторичных материальных ресурсов. Вторичные материальные ресурсы. Разрушаемые полимеры. Переработка и утилизация отходов производств, химикатов – добавок для полимерных материалов.

Использование вторичных энергоресурсов. Энергосбережение. Утилизация горючих отходов химических производств. Пути использования высокотемпературных тепловых отходов. Смеси исходного и вторично переработанного гомополимеров.

Утилизация низкопотенциального тепла некоторых отходов химических предприятий. Утилизация тепла отработанного пара.

**Лекция 5. Раздел 5.** ПРИНЦИП ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования экологической безопасности. Общие принципы экологической оценки и их связь с принципом устойчивого развития. Модификация вторично переработанных пластмасс.

**Раздел 6.** ПРИНЦИП РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Общие положения. Эффективность организации химико-технологического процесса. Факторы, определяющие организацию периодических и непрерывных процессов. Оборудование для вторичной переработки пластмасс.

**Раздел 7.** ПРИНЦИП КОМБИНИРОВАНИЯ И МЕЖОТРАСЛЕВОГО КООПЕРИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВ.

Комбинирование в химико-технологических производствах. Формирование безотходной технологии в территориально-промышленных комплексах. Стадии процессов безотходного ТПК.

**Лекция 6. Раздел 8.** ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Принцип наилучшего использования движущей силы химической реакции. Принцип использования смены механизма химической реакции. Принцип использования реагента в избытке.

Противоток веществ. Принцип смещения равновесия при обратимых реакциях. Принцип «замораживания» системы в состоянии, наиболее выгодном для проведения процесса. Применение вторично переработанных пластмасс.

Регенерация реагентов. Принцип реакционно-массообменных процессов. Снижение потерь продуктов на стадии разделения реакционной смеси.

**Раздел 9.** ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Совершенствование технологий действующих производств должно оставаться в поле деятельности инженеров-экологов, т. к. это позволит сократить количество вредных выбросов в окружающую среду.

**Лекция 7. Раздел 10.** ПРИНЦИПЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Способ интенсифицирующих факторов. Основные направления интенсификации химико-технологических процессов. Основные закономерности процессов химического превращения. Примеры интенсификации химико-технологических процессов. Химическая переработка вторичных полимеров.

**Лекция 8. Раздел 10.** ПРИНЦИПЫ НАИЛУЧШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Энергетический метод термодинамической регенерации теплоты. Другие приемы экономии теплоты. Извлечение энергии из пластмассовых отходов.

**Лекция 9.** Подведение итогов по пройденному материалу по безотходным технологиям. Уточнение непонятных разделов и вопросов. Заключение.

## 5. Образовательные технологии.

При изучении курса используются образовательные технологии:

- **лекции** с применением мультимедийных средств, лекции-презентации.
- **семинарские занятия:**

- с применением компьютерных технологий и студенческих презентаций;

Методика преподавания дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– организация и проведение лекций;

– подготовка по тематике семинарских занятий;

– организация и проведение семинарских занятий.

Удельный вес семинарских занятий, проводимых по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс» составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс», позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся используются:

1. Текущий контроль (осуществляется лектором и преподавателем, ведущим семинарские занятия):

- устный опрос студентов на семинарах по темам семинаров, к которым студенты должны подготовиться в часы самостоятельной работы.

2. Промежуточный контроль: экзамен (II семестр).

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс».

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» формируются следующие компетенции:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **УК-1** | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| ОПК-1 | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека; |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс», описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс».

| **УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>- методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний - методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа . | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний по основным понятиям методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по терминологии, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании терминологическими понятиями. | Обучающийся демонстрирует соответствие знаний методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа , допускаются незначительные ошибки, неточности, оперировании терминологическими понятиями. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа , свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>- применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять систематизацию, | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять систематизацию, критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять систематизацию, критический анализ и синтез информации, полученной из разных | Обучающийся демонстрирует соответствие умений: применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять систематизацию, критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; | Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений: применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач направления подготовки | поставленных задач направления подготовки | источников; применять системный подход для решения поставленных задач направления подготовкиДопускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения в выборе технологических схем. | применять системный подход для решения поставленных задач направления подготовкиУмения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения в выборе технологических схем. | систематизацию, критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач направления подготовкиСвободно оперирует приобретенными умениями в выборе технологических схем. |
| **владеть:** - практическими навыками поиска и анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач направления подготовки | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет практическими навыками поиска и анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач направления подготовки. | Обучающийся частично владеет практическими навыками поиска и анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач направления подготовки , допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные | Обучающийся владеет навыками практическими навыками поиска и анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач направления подготовки , навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при их использовании. | Обучающийся в полном объеме владеет практическими навыками поиска и анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач направления подготовки , свободно применяет полученные навыки в ситуациях |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | затруднения при использовании этих навыков. | | повышенной сложности. |
| **ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека** | | | | |
| **Уметь:** - применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач; применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач; применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач; применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения по рекомендации условий применения технических решений. | Обучающийся демонстрирует соответствие умений умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач; применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения по рекомендации условий применения технических решений. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач; применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

**Форма аттестации: экзамен.**

Аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс».

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |

| | |
|---|---|
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 и 3 к рабочей программе.**

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 7.1. Рекомендуемая литература

**а) Основная литература:**

1. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. под. ред. Г. Е. Заикова — СПб.: Профессия, 2006. — 400 стр., ил

2. Сутягин В.М., Бондалетов В.Г. Кукурина О.С. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий. Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 150 с.

**а) Дополнительная литература:**

1. Губин В.Е. и др. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии. Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2002 – 123 с.

**в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте *http://lib.mami.ru/ebooks/* в разделе «Библиотека».

**Интернет-ресурсы:**

| № п/п | Электронный ресурс | № договора. Срок действия доступа | Названия коллекций |
|---|---|---|---|
| 1. | Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru) | Свободный доступ | 1134165 научных статей |
| 2. | ЭБС «Polpred» (polpred.com) | Постоянный доступ | Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет) |
| 3. | Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru | Постоянный доступ | 3800 наименований журналов в открытом доступе |

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Процессы и аппараты химической технологии» ауд. ав1704, ав1101 оснащенные компьютером и проектором для проведения занятий по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс».

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

– Для подготовки к занятиям необходимо использовать лекционный материал, а также указанную на лекции техническую литературу по теме семинара.

– Для подготовки к экзамену по теме дисциплины необходимо использовать лекционный материал, а также указанную на лекции техническую литературу по дисциплине и интернет-ресурсы.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

– Для проведения занятий по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс» необходимо использовать курс лекций, составленный по тематическому плану, представленному в программе курса, а также слайды и фильмы по тематике лекций. При изложении материала рекомендуется пользоваться интернет –ресурсами по тематике материала.

– При проведении семинарских занятий необходимо использовать вопросы по тематике лекций.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **20.03.01 Техносферная безопасность".**

**Программу составил:**
профессор, к.т.н. / И.В. Скопинцев /

**Программа утверждена на заседании кафедры “Техника и технология полимерных материалов”** «___» _____ 20___ г., протокол № ___

Заведующий кафедрой

профессор, д. т. н. /В.Г. Систер/

*Приложение 1*

**Структура и содержание дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс»**
**по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»**
Профиль подготовки: **«Безотходные производственные технологии» (бакалавр)**

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Рефт | К/р | Э | З |
| | **Второй семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | **Лекция 1. Безотходные технологии на предприятиях полимерной отрасли.** Предмет и содержание курса «Безотходные технологии переработки пластмасс», его цели и задачи. Значение курса в знаниях бакалавра по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность. По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения мало- и безотходных технологий. Скорейшее их решение в ряде стран рассматривается как стратегическое направление | 2 | 1-2 | 2 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. **Раздел 1.** БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. МАЛООТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО Основы деструкции и стабилизации полимеров. Определение безотходной и малоотходной технологий в отрасли переработки пластмасс. Количественная оценка безотходности производств. | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | **Семинар 1.** Проблемы создания безотходных и **малоотходных** производств. Аспекты проблемы создания безотходных технологий. | 2 | 1-2 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 3. | **Лекция 2. Раздел 2.** ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ Сущность системного анализа. Состав и структура химико-технологической системы. Классификация элементов ХТС по назначению. Модели химико-технологической системы. Два подхода к описанию системы. Системный анализ территориально-промышленных комплексов. | 2 | 3-4 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 4. | **Семинар 2.** Принцип системности в химико–технологической модели. | 2 | 3-4 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. | **Лекция 3. Раздел 3.** ПРИНЦИП ЦИКЛИЧНОСТИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ Принцип рециркуляции. Задачи, решаемые с введением рециклов в химико-технологическую систему. Принципы некоторых химических реакций с рециклом сырья. Свойства и поведение вторичного полимерного сырья. | 2 | 5-6 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 6. | **Семинар 3.** Принцип системности при разработке малоотходных и безотходных производств. | 2 | 5-6 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 7. | **Лекция 4. Раздел 4.** ПРИНЦИП КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ Постановка задачи. Использование сырья и вторичных материальных ресурсов. Вторичные материальные ресурсы. Разрушаемые полимеры. Переработка и утилизация отходов производств, химикатов – добавок для полимерных материалов. Использование вторичных энергоресурсов. Энергосбережение. Утилизация горючих отходов химических производств. Пути использования высокотемпературных тепловых отходов. Смеси исходного и вторично переработанного | 2 | 7-8 | 2 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | гомополимеров. Утилизация низкопотенциального тепла некоторых отходов химических предприятий. Утилизация тепла отработанного пара. | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. | **Семинар 4.** Примеры использования химико-технологических процессов с использованием рецикла сырья. | 2 | 7-8 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 9. | **Лекция 5. Раздел 5.** ПРИНЦИП ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Требования экологической безопасности. Общие принципы экологической оценки и их связь с принципом устойчивого развития. Модификация вторично переработанных пластмасс. **Раздел 6.** ПРИНЦИП РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ Общие положения. Эффективность организации химико-технологического процесса. Факторы, определяющие организацию периодических и непрерывных процессов. Оборудование для вторичной переработки пластмасс. **Раздел 7.** ПРИНЦИП КОМБИНИРОВАНИЯ И МЕЖОТРАСЛЕВОГО | 2 | 9-10 | 2 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | КООПЕРИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВ. Комбинирование в химико-технологических производствах. Формирование безотходной технологии в территориально-промышленных комплексах. Стадии процессов безотходного ТПК. | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. | **Семинар 5.** Комплексное использование сырья и вторичных материальных ресурсов. Использование и уничтожение отходов пластмасс. Обезвреживание отходов. | 2 | 9-10 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 11. | **Лекция 6. Раздел 8.** ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ Принцип наилучшего использования движущей силы химической реакции. Принцип использования смены механизма химической реакции. Принцип использования реагента в избытке. Противоток веществ. Принцип смещения равновесия при обратимых реакциях. Принцип «замораживания» системы в состоянии, наиболее выгодном для проведения процесса. Применение вторично переработанных пластмасс. Регенерация реагентов. Принцип | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | реакционно-массообменных процессов. Снижение потерь продуктов на стадии разделения реакционной смеси. **Раздел 9.** ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Совершенствование технологий действующих производств должно оставаться в поле деятельности инженеров-экологов, т. к. это позволит сократить количество вредных выбросов в окружающую среду. | 2 | 11-12 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 12. | **Семинар 6.** Основные направления безотходной и малоотходной технологии в энергетике. | 2 | 11-12 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 13 | **Лекция 7. Раздел 10.** ПРИНЦИПЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ Способ интенсифицирующих факторов. Основные направления интенсификации химико-технологических процессов. Основные закономерности процессов химического превращения. Примеры интенсификации химико-технологических процессов. Химическая переработка вторичных полимеров. | 2 | 13-14 | 2 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14. | **Семинар 7.** Основные направления безотходной и малоотходной технологии в химической и нефтеперерабатывающей промышленности. | 2 | 13-14 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 15. | **Лекция 8. Раздел 10.** ПРИНЦИПЫ НАИЛУЧШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ Энергетический метод термодинамической регенерации теплоты. Другие приемы экономии теплоты. Извлечение энергии из пластмассовых отходов. | 2 | 15-16 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 16. | **Семинар 8.** Основные направления безотходной и малоотходной технологии в машиностроении. | 2 | 15-16 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 17. | **Лекция 9.** Подведение итогов по пройденному материалу по безотходным технологиям. Уточнение непонятных разделов и вопросов. Заключение. | 2 | 17-18 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 18. | **Семинар 9.** Факторы, определяющие организацию периодических или непрерывных процессов. | 2 | 17-18 | | 2 | | 8 | | | | | | | | |
| 28. | ***Форма аттестации*** | 2 | **19** | | | | | | | | | | | **Э** | |
| | **Всего часов по дисциплине во втором семестре** | | | 18 | 18 | | 72 | | | | | | | | |

Приложение 2 к
рабочей программе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Направление подготовки
**20.03.01 Техносферная безопасность"**
Форма обучения: очная

Профиль подготовки
**«Безотходные производственные технологии»**

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая

Кафедра: «Процессы и аппараты химических производств»_

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Безотходные технологии переработки пластмасс

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

**Составители:**

профессор, к.т.н. / И.В. Скопинцев /

Москва, 2022год

Таблица 1

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Безотходные технологии переработки пластмасс** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **20.03.01 Техносферная безопасность"** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | | | | |
| **УК-1** | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Знает: методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные источники информации в сфере профессиональной деятельности; основные принципы и методы системного анализа.<br>Умеет: применять методики поиска, сбора и обработки информации; находить и осуществлять систематизацию, критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач направления подготовки.<br>Владеет: практическими навыками | лекция, самостоятельная работа, семинар | УО | **Базовый уровень:** демонстрирование полученных знаний в ходе текущего контроля.<br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе ответа на семинаре по вопросам уменьшения и переработки отходов до готовой продукции для реализации. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой | ОПК-1.1 умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач; применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | лекция, самостоятельная работа, семинар | УО | **Базовый уровень**<br>- способен грамотно обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, ведущие к сокращению отходов**.**<br>**Повышенный уровень**<br>- способен выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду. |

Приложение 3

к рабочей программе

## Перечень оценочных средств по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс»

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 12 | Устный опрос собеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам семинарских занятий |

## Вопросы по темам семинарских занятий по дисциплине «Безотходные технологии переработки пластмасс»

**Семинар 1.**

По рекомендованной литературе изучить:

Проблемы создания безотходных и **малоотходных** производств.

Аспекты проблемы создания безотходных технологий.

**Семинар 2.**

По рекомендованной литературе изучить:

Принцип системности в химико–технологической модели.

**Семинар 3.**

По рекомендованной литературе изучить:

Принцип системности при разработке малоотходных и безотходных производств.

**Семинар 4.**

По рекомендованной литературе изучить:

Примеры использования химико-технологических процессов с использованием рецикла сырья.

**Семинар 5.**

По рекомендованной литературе изучить:

Комплексное использование сырья и вторичных материальных ресурсов. Использование и уничтожение отходов пластмасс. Обезвреживание отходов.

**Семинар 6.**

По рекомендованной литературе изучить:

Основные направления безотходной и малоотходной технологии в энергетике.

**Семинар 7.**

По рекомендованной литературе изучить:

Основные направления безотходной и малоотходной технологии в химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

**Семинар 8.**

По рекомендованной литературе изучить:

Основные направления безотходной и малоотходной технологии в машиностроении.

**Семинар 9.**

По рекомендованной литературе изучить:

Факторы, определяющие организацию периодических или непрерывных процессов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ (ДЛЯ ЭКЗАМЕНА – ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ)

### Вопросы к экзамену

1. Что такое безотходные технологии.
2. Определение безотходной и малоотходной технологий.
3. Три основных раздела, которые включает дисциплина «Безотходные технологии переработки пластмасс»
4. Системный анализ территориально- промышленно-промышленного Аспекты проблемы создания безотходных технологий.
5. Принцип системности при разработке малоотходных и безотходных технологий.
6. Принцип цикличности материальных потоков.
7. Примеры химических производств с рециклом сырья.
8. Принцип комплексного использования сырьевых ресурсов.
9. Пути наиболее полного использования сырья.
10. Глубокая переработка отходов производства.
11. Принцип экологической безопасности.
12. Требования экологической безопасности
13. Общие принципы экологической оценки производства.
14. Технологические принципы снижения отходов.
15. Технологические принципы химических производств
16. Принцип использования реагента в избытке. Противоток веществ. Принцип смещения равновесных процессов.
17. Принципы рационализации технологических производств.
18. Принципы интенсификации химических производств.
19. Принципы экономии энергии в производстве.
20. Принцип рациональной организации безотходных производств.
21. Что понимается под термином «безотходные технологии»?

22. Малоотходные и безотходные технологии – в чем отличие?
23. Основные проблемы создания безотходных технологий.
24. Разработка малоотходных и безотходных технологий и принцип системности.
25. Разработка малоотходных и безотходных технологий и принцип цикличности материальных потоков.
26. Что такое рецикл сырья, что дает и когда применяется.
27. Что означает комплексное использование сырьевых ресурсов, что дает и когда применяется.
28. Что означает наиболее полное использование сырья в технологических процессах и какими путями это может быть осуществлено?
29. Что означает глубокая переработка отходов производства?
30. Что означает экологическая безопасность и какие к ней требования?
31. Что включает в себя принцип экологической безопасности?
32. На каких принципах основана экологическая оценка производства.
33. Какие существуют принципы снижения отходов производства?
34. Технологические принципы снижения отходов химических производств?
35. Технологические принципы снижения отходов химических производств. Принцип смещения равновесных процессов.
36. Технологические принципы снижения отходов химических производств Принцип использования реагента в избытке.
37. Технологические принципы снижения отходов химических производств. Противоток веществ.
38. Что такое интенсификация химических производств.
39. Экономия энергии в производстве, возможные пути.

## Аннотация программы дисциплины: «Безотходные технологии переработки пластмасс»

### 1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Безотходные технологии переработки пластмасс» при подготовке бакалавра, обучающегося по данному направлению, и должна дать ясное представление о необходимости создания безотходных технологий. Первым этапом является как можно большая утилизация отходов производств и приближение их к сырьевым ресурсам и реализации продукции. Кроме того, необходимо перерабатывать отходы производства в продукцию для реализации.

К **основным целям** освоения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» следует отнести:

- обеспечение овладения студентами основами знаний безотходных технологий;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению подготовки;
- подготовка специалистов в области проектирования безотходных производств и реконструкции старых с учетом уменьшения и переработки отходов до готовой продукции для реализации.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» следует отнести:

- овладение базовыми принципами и приемами по безотходным производствам;
- введение в теорию разработки технологий по направлениям, приближающим производство к безотходным;
- развитие навыков по проектирования безотходных производств и реконструкции старых с учетом уменьшения и переработки отходов до готовой продукции для реализации.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Безотходные технологии переработки пластмасс» относится к числу элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.3.) основной образовательной программы бакалавриата, взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

В обязательной части (Б.1.):

– высшая математика; физика; общая и неорганическая химия; органическая химия.

В процессе изучения дисциплина «Безотходные технологии переработки пластмасс» должна дать ясное представление о необходимости создания безотходных технологий. Первым этапом является как можно большая утилизация отходов производств и приближение их к сырьевым ресурсам и реализации продукции. Кроме того, необходимо перерабатывать отходы производства в продукцию для реализации.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Безотходные технологии переработки пластмасс» студенты должны:

**знать:**

- теоретические основы безотходных технологий;
- направления по совершенствованию технологии производства, ведущие к сокращению отходов.

**уметь:**

- осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **;**
- выбирать технические решения при разработке технологии производства и давать рекомендации по условиям их применению;

**владеть:**

- навыками безотходных производств и реконструкции старых с учетом уменьшения и переработки отходов до готовой продукции для реализации;
- информацией об основных достижениях и перспективах применения в области безотходных технологий, направленных на охрану окружающей среды и обеспечение безопасности человека**.**

## 4. Объём дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр 2 |
|---|---|---|
| **Общая трудоемкость** | **108 (3 з.е.)** | **108 (3 з.е.)** |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **36** | **36** |
| **В том числе:** | | |
| **лекции** | **18** | **18** |
| **Практические занятия** | **18** | **18** |
| **Лабораторные занятия** | **--** | **--** |
| **Самостоятельная работа** | **72** | **72** |
| **Курсовая работа** | **нет** | **нет** |
| **Курсовой проект** | **нет** | **нет** |
| **Вид промежуточной аттестации** | **Экзамен** | **Экзамен** |