Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 27.03.2023 19:44:27
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd[illegible]

**Аннотация к рабочей программы дисциплины**
**«Процессы и аппараты химической технологии»**

**Цель преподавания дисциплины:** познакомить студента с научными основами химической технологии, с созданием новых интенсивных и высокопроизводительных процессов и аппаратов, а также с совершенствованием уже известных процессов и аппаратов; дать представление о том, что каждый основной раздел курса процессов и аппаратов имеет тенденцию развиваться в самостоятельные технические дисциплины в том числе и в спецкурсы ряда специальностей и специализаций, а также объяснить неизбежность реализации такой тенденции и в будущем.

**Задачи изучения дисциплины**:

1) Познакомиться с основными законами, закономерностями и прочими характеристиками механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессов, общим состоянием научных основ каждого из них, с перспективными направлениями развития.

2) Усвоить принципы составления математических моделей каждого из обозначенных процессов, а также оперирования с такими моделями для получения необходимых результатов.

3) Усвоить принципы реализации основных особенностей того или иного конкретного процесса в конструктивных особенностях предназначенного для его реализации аппарата.

4) Познакомиться с наиболее широко распространенными примерами практического использования изучаемых процессов в технологической, включая и химическую, практике.

**Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**:

УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей

ОПК-2.1 Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности

ОПК-2.2 Применяет физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов

ОПК-2.3 Придерживается физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала

**Разделы дисциплины**:

Химическая технология - наука о способах получения товарного продукта либо целевого результата. Основные виды работы с математическими моделями процессов. Механические процессы и их классификация. Основной принцип гидростатики. Гидродинамика как основы теории переноса количества движения. Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести. Некоторые аспекты фильтрования. Теплопроводность. Теплоотдача. Стационарная теплопередача.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западныйгосударственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан естественно-научного
*(наименование ф-та, полностью)*
факультета
_____ П.А.Ряполов
*(подпись, инициалы, фамилия)*
«31» 08 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Процессы и аппараты химической технологии
(наименование вида и типа практики)

ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология
*( шифр с наименованием направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация) Химико-технологическое производство
*(наименование направленности (профиля) или специализации)*

форма обучения заочная *(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат (специалитет, магистратура) по направлению подготовки(по специальности) 18.03.01 Химическая технология на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность "Химико-технологическое производство", одобренным Ученым советом университета (протокол №9 «25» 06 2021 г)

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность "Химико- технологическое производство" на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «31» августа 2021 г., протокол № 1.

Зав. кафедройФХиХТ _____ Н.В.Кувардин

Разработчикпрограммы,
к.х.н., доцент _____ Г.В.Бурых

Директор научной библиотеки _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 « 28 » 02 2022 г. на заседании кафедры ФХиХТ, 18.06.2022г., пр. №14
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 « 28 » 02 2023 г. на заседании кафедры ФХиХТ 29.06.2023г, пр №13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 « 28 » 02 2024 г. на заседании кафедры ФХиХТ 21.06.2024 г, №16
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол №___«____» _____ 20 ___ г. на заседании кафедры _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета протокол № 9 . «27.08» 2024 г. на заседании кафедры ФХ и ХТ 16.06.2026, пр № 12
Дата, номер протокола

Зав. кафедрой Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета протокол №_____ «_____» 20_____г. на заседании кафедры ФХ и ХТ_____
Дата, номер протокола

Зав. кафедрой Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета протокол №_____ «_____» 20_____г. на заседании кафедры ФХ и ХТ_____
Дата, номер протокола

Зав. кафедрой Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета протокол №_____ «_____» 20_____г. на заседании кафедры ФХ и ХТ_____
Дата, номер протокола

Зав. кафедрой Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета протокол №_____ «_____» 20_____г. на заседании кафедры ФХ и ХТ_____
Дата, номер протокола

Зав. кафедрой Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета протокол №_____ «_____» 20_____г. на заседании кафедры ФХ и ХТ_____
Дата, номер протокола

Зав. кафедрой Н.В. Кувардин

## 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

### 1.1 Цель дисциплины

1) познакомить студента с научными основами химической технологии, с созданием новых интенсивных и высокопроизводительных процессов и аппаратов, а также с совершен-ствованием уже известных процессов и аппаратов;

2) дать представление о том, что каждый основной раздел курса процессов и аппара-тов имеет тенденцию развиваться в самостоятельные технические дисциплины в том числе и
в спецкурсы ряда специальностей и специализаций, а также объяснить неизбежность реали-зации такой тенденции и в будущем.

### 1.2 Задачи дисциплины

1) Познакомиться с основными законами, закономерностями и прочими характеристиками механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессов, общим состоянием научных основ каждого из них, с перспективными направлениями развития.

2) Усвоить принципы составления математических моделей каждого из обозначенных про-цессов, а также оперирования с такими моделями для получения необходимых результатов.

3) Усвоить принципы реализации основных особенностей того или иного конкретного про-цесса в конструктивных особенностях предназначенного для его реализации аппарата.

4) Познакомиться с наиболее широко распространенными примерами практического ис-пользования изучаемых процессов в технологической, включая и химическую, практике.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

| *Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)* | | *Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной* | *Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций* |
|---|---|---|---|
| *код компетенции* | *наименование компетенции* | | |
| УК-6 | ... УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей | ***Знать:*** инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей<br>***Уметь:*** использовать инструменты и методы управления временем при |

| *Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)* | | *Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной* | *Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций* |
|---|---|---|---|
| *код компетенции* | *наименование компетенции* | | |
| | | | выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей<br>***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** принципами использования инструментов и методов управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей |
| ОПК-2 | ... ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности. | ОПК-2.1 Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности | ***Знать:*** основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности<br>***Уметь:*** применять основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности<br>***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** принципами применения основных математических методов для решения прикладных задач профессиональной деятельности |
| | | ОПК-2.2 Применяет физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов | ***Знать:*** физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов<br>***Уметь:*** применять физико-химические инструменты и основы |

| *Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)* | | *Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной* | *Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций* |
|---|---|---|---|
| *код компетенции* | *наименование компетенции* | | |
| | | | физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** принципами применения физико-химические инструментов и основ физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов |
| | | ОПК-2.3 Придерживается физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала | ***Знать:*** физико-химических основы способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала ***Уметь:*** придерживася физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** принципами применеия физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала |

**2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)») основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата (специалитета, магистратуры) 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль, специализация) «Химико-технологическое производство». Дисциплина изучается на 33 курсе.

**3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 12 зачетные единицы (з.е.), 432 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

| Виды учебной работы | Всего, часов |
|---|---|
| Общая трудоемкость дисциплины | 432 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего) | |
| в том числе: | 41,24 |
| лекции | 8 |
| лабораторные занятия | 16 |
| практические занятия | 16 |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 372,76 |
| Контроль (подготовка к экзамену) | 18 |
| Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР) | |
| в том числе: | 1,24 |
| зачет | не предусмотрен |
| зачет с оценкой | не предусмотрена |
| курсовая работа (проект) | 1,0 |
| экзамен (включая консультацию перед экзаменом) | 0,24 |

**4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Содержание дисциплины**

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

| № | Раздел (тема) дисциплины | Содержание |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 5 семестр | | |
| 1 | Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика | Химическая технология - наука о способах получения товарного продукта либо целевого результата. Способ производства как совокупность операций по пути превращения исходного сырья в целевой продукт (результат). Пооперационная схема процесса (на конкретном, лучше из исследовательской практики примере). Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика. |
| 2 | Основные виды работы с математическими моделями процессов | Решения в общем виде и с конкретными условиями однозначности. Возможности и ограничения. Преобразования на основе теории подобия с экспериментальным раскрытием общего вида критериальных уравнений |
| 3 | Механические процессы и их классификация | Механические процессы и их классификация. Физико-химические основы измельчения материалов. Затрачиваемая работа, как основная характеристика. Способы измельчения, сущность, назначение, области использования. Сверхтонкое измельчение твердых материалов. |
| 4 | Классификация сыпучих материалов | Классификация сыпучих материалов. Способы классификации: сепарация, сортировка, грохочение. Гидравлическая классификация и воздушная сепарация. Смешение твердых материалов. Классификация. Области использования. Аппаратурное оформление. |
| 5 | Гидростатика | Основной принцип гидростатики. Уравнения равновесия Эйлера (вывод). Основной закон гидростатики (вывод).Закон Паскаля и его математическое выражение. Практические аспекты гидростатики: сообщающиеся сосуды (открытые, заполненные одной и двумя несмешивающимися жидкостями); расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда; пневматическое измерение количества жидкости в резервуаре; гидравлический пресс. |
| 6 | Гидродинамика как основы теории переноса количества движения | Задачи гидродинамики. Поток. Гидродинамика однофазных потоков. Установившейся и неустановившейся потоки жидкости. Скорость движения жидкости в потоке и расход жидкости (объёмный, массовый, весовой). Режимы движения жидкости. Распределение скоростей движения жидкости по сечению замкнутого трубопровода. Закон Стокса. Максимальная и средняя скорости движения жидкости в потоке. |
| 7 | Количественная характеристика режима движения жидкости | Закон Пуазейля. Критерий Рейнольдса. Уравнения материального баланса движущегося однофазного потока жидкости: уравнение неразрывности или сплошности потока (вывод); уравнение постоянства расхода. |
| 8 | Основные уравнения движения жидкостей | Основной принцип гидродинамики.Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера (вывод). |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования | Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования. Критерии гомохронности, Фруда, Рейнольдса, Эйлера и их физический смысл. Общий вид критериального уравнения для рассматриваемого случая. Определяемый критерий. Уравнение Бернулли (энергетического баланса) (вывод). Геометрический напор (нивелирная высота), статический напор, динамический напор, потерянный напор. Понятие о гидродинамических сопротивлениях. Потери вследствие трения. Местные сопротивления и их краткая характеристика. |
| 10 | Структура потока в аппарате | Застойные, мертвые, и циркуляционные зоны. Метод залпового ввода индикатора в определенные структуры потока. Функции отклика на ввод индикатора в аппаратах идеального вытеснения, идеально смешивания и реального и их математические описания. Использование этих описаний в целях количественных характеристик степени перемешивания жидкости в аппарате. |
| 11 | Перемешивание в жидких средах | Виды перемешивания и их краткая характеристика. |
| 12 | Гидродинамика многофазных систем | Основные представители гетерофазных систем и краткая характеристика каждого. Дисперсионная и дисперсная фазы. Граница между дисперсной фазой и дисперсионной средой и основные следствия её природы в части сложности получаемой системы. Наиболее простые системы с твердой дисперсной фазой. Наиболее распространенные варианты таких систем. |
| 13 | Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести | Математическая модель процесса. Основной принцип динамики и его использование при нахождении математической модели. Критериальное преобразование математической модели процесса. Критериальное уравнение процесса. Закон осаждения твердой частицы шарообразной формы и границы его применимости. |
| 14 | Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу | Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу. Коэффициент сопротивления среды. Режим движения в определении коэффициента сопротивления среды как функции критерия Рейнольдса. Связь коэффициента сопротивления среды с критерием Эйлера. |
| 15 | Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц | Общий вид критериального уравнения процесса. Изменение скорости стесненного осаждения во времени и интерпретация его характерных участков. Объёмная доля жидкости в неоднородной системе и её учет в критериальном уравнении. Разделение жидких и газовых неоднородных систем. |
| 16 | Потерянный напор при движении через слой зернистого материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя | Потерянный напор при движении через слой зернистого материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя. Порозность слоя и его удельная поверхность и их учет при оценке гидравлического сопротивления слоя и фиктивной скорости движения жидкости. Выражение критерия Рейнольдса для слоя зернистого материала. |

| | | |
|---|---|---|
| 17 | Некоторые аспекты фильтрования | Гидродинамика кипящих слоев зернистых материалов и пневмотранспорта. Скорости псевдоожижения и свободного витания и их критический характер. Поршневое псевдоожижение. Каналообразование и фонтанирование. |
| 18 | Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы | Критериальные уравнения для расчета скорости псевдосжижения, скорости восходящего потока, а также скорости свободного витания. Порозность кипящего слоя. Области использования кипящего слоя в технологической практике. Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы. |
| 6 семестр | | |
| 1 | Теплопроводность | Изотермическая поверхность, градиент температур и температурное поле. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его смысл и диапазон изменения количественных характеристик для окружающих нас объектов природы и быта. |
| 2 | Дифференциальное уравнение теплопроводности | Математическая модель теплопроводности в элементарном объёме (дифференциальное уравнение теплопроводности). |
| 3 | Тепловое излучение | Основные пути превращения лучистой энергии, падающей на поверхность твёрдого тела. Абсолютно чёрные, прозрачные и белые (зеркальные) тела. Лучеиспускательная способность и интенсивность излучения. Лучеиспускательная способность абсолютно черного и серых тел (закон Стефана-Больцмана). Степень черноты серого тела. Соотношение лучеиспускательной и поглощательной способностей серого тела (закон Кирхгофа). Интенсивность излучения по различным направлениям. Закон Ламберта. |
| 4 | Теплоотдача | Сущность и брутто-механизм процесса. Варианты. Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи и его смысл. Математическая модель конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды. Уравнение Фурье-Киргофа. |
| 5 | Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня | Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня (в сечении, перпендикулярном направлению движения потока) и её критериальные преобразования. Основные критерии теплового подобия и их смысл. Общий вид критериального уравнения. Критериальное уравнение, разрешенное относительно определяемого критерия (общий вид). |
| 6 | Стационарная теплопередача | Коэффициент теплопередачи при установившемся режиме для плоской и цилиндрической однослойной и многослойных стенок. Движущая сила теплопередачи в конкретных аппаратах с известной поверхностью (прямоток, противоток, перекрестный ток). Диаграмма температур и пользование ею. |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Основы теории переноса количества массы | Массообменные (диффузионные процессы). Распространение в природе и технике. Наиболее распространённые варианты использования таких процессов в химической практике (в лаборатории и в промышленном масштабе). Массопередача как основа любого массообменного процесса. Обратимый характер массопередачи. Динамическое равновесие и его характеристики. Закон фазового равновесия и его конкретный вид в зависимости от вида массообменного процесса. |
| 8 | Массопередача в системах без твёрдой фазы | Массопередача в системах без твёрдой фазы (в системах со свободной границей раздела фаз). Брутто-механизм процесса и графическое изображение его для принятой на рассмотрение модели. Основные допущения принятой модели и их обоснование. |
| 9 | Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной) | Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии и его смысл. Размерности коэффициента диффузии. Коэффициент диффузии как справочная характеристика. Приближенные методы расчёта коэффициента диффузии. Математическая модель переноса массы в элементарном объёме с перемещение массы с помощью молекулярной диффузии (дифференциальное уравнение молекулярной диффузии). |
| 10 | Конвективная диффузия и масооотдача | Второй закон Фика и его смысл. Конвективная диффузия и масооотдача. Основной закон массоотдачи. Закон Щукарева. Варианты движущей силы процесса в рамках закона Щукарёва. Коэффициент масооотдачи и его смысл. Математическая модель конвективной диффузии в элементарном объёме движущейся среды (дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде). Математическая модель массоотдачи в любом сечении аппарата и её критериальные преобразования. Уравнения рабочих линий процесса массопередачи при прямоточном и противоточном движении фаз. |
| 11 | Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения | Роль типа и характера функциональной зависимости закона фазового равновесия. Число единиц переноса и смысл этого параметра. Средняя движущая сила в массообменном аппарате и число единиц переноса. Средняя движущая сила при законе фазового равновесия Yp=ApX. |
| 12 | Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой | Передача массы в пределах твёрдой фазы. Массопроводность. Основной закон и его приближенный характер. Коэффициент массопроводности и его смысл. Математическая модель массопроводности на уровне элементарного объёма (дифференциальное уравнение массопроводности) и её критериальные преобразования. Диффузионный критерий Фурье. Нестационарный режим массопроводности как главная особенность данного процесса. |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | Массопередача в системах с твёрдой фазой и её брутто-механизм (во времени на примере омываемой с двух сторон плоской пластины в качестве твёрдой фазы). | Динамика изменения концентраций распределяемого вещества в фазах во времени. Дифференциальное уравнение процесса переноса массы в районе поверхности раздела фаз. Диффузионный критерий Био и его смысл. Общий вид критериального уравнения перемещения массы в твёрдой фазе. Определяемый критерий этого уравнения, способ задания безразмерной концентрации в нём. |
| 14 | Абсорбция. Распространение в природе, быту и технике | Закон Генри и закон фазового равновесия (вывод). Основные факторы, влияющие на величину коэффициента Генри и их характеристика. Понятие о хорошо и плохо растворимых газах. Принципиальные схемы абсорбции (прямоточная, противоточная, с рециркуляцией газа, с рециркуляцией жидкости, многоступенчатые рециркуляционные) и их характеристики. Преимущества, недостатки, области использования.. |
| 15 | Абсорбенты и<br><br>абсорберы | Варианты, обеспечивающие минимальные расходы абсорбента и минимальные размеры абсорбера. Пути повышения движущей силы процесса и их характеристика. Наиболее распространенные типы абсорберов. Устройство, принцип действия преимущества и недостатки, области использования |
| 16 | Растворение и кристаллизация | Общая характеристика и сущность процессов. Равновесие при кристаллизации. Законы фазового равновесия. Центры кристаллизации и способы их образования. Спонтанное образование центров кристаллизации. Скорость кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на свойства получаемых кристаллов. Способы кристаллизации и их характеристика. Кристаллизаторы (устройство, принцип действия, преимущества и недостатки, области использования |
| 17 | Мембранные процессы | Мембранные процессы химической технологии их краткая характеристика |

| | | |
|---|---|---|
| 18 | Сушка как десорбция влаги из материала | Связь влаги с твёрдым материалом. Свободная и связанная влага. Скорость испарения свободной и связанной влаги. Химически связанная вода. Окружающая влажный материал газовая среда и её характеристики (абсолютная и относительная влажность, влагосодержание, температура сухого и мокрого термометра, точка росы).Десорбция и адсорбция влаги. Равновесная влажность материала. Необходимые условия протекания сушки. Зависимость равновесной влажности от относительной влажности воздуха. Изотермы адсорбции и десорбции влаги. Кривая фазового равновесия для сушки: области удаления свободной и связанной влаги и увлажнения материала. Скорость сушки. Основные способы сушки. Контактная и конвективная сушка. Специальные виды сушки. Материальные балансы контактной и конвективной сушилок. Тепловые балансы контактных сушилок периодического и непрерывного действия Тепловой баланс конвективной сушилки. Устройство и принцип действия основных типов сушилок. Преимущества, недостатки. Основные области использования. Сушилки предприятий текстильной и легкой промышленности |

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Виды деятельности | | | Учебно-методические материалы | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) | Компе-тенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | лек., час | № лаб. | № пр. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 5 семестр | | | | | | | |
| 1 | Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика. | 1 | | | У1, У2, У3, У5, У6, МУ-1 | С(1) | УК-6 |
| 2 | Основные виды работы с математическими моделями процессов. | | | | У1, У2, У4-У6 | С(2) | ОПК-2 |
| 3 | Механические процессы и их классификация. | | | | У1, У2, У4-У6 МУ-2 | ЗЛ(3) | УК-6 |
| 4 | Классификация сыпучих материалов. | | | | У1, У2, У4-У6, | С(4) | ОПК-2 |
| 5 | Гидростатика. | 1 | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(5) | УК-6 |
| 6 | Гидродинамика как основы теории переноса количества движения. | | | | У1, У2, У4-У6 | С(6) | ОПК-2 |
| 7 | Количественная характеристика режима движения жидкости. | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(7) | УК-6 |
| 8 | Основные уравнения движения жидкостей. | 1 | | | У1, У2, У4-У6 | С(8) | ОПК-2 |
| 9 | Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования. | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(9) | УК-6 |
| 10 | Структура потока в аппарате. | | | | У1, У4-У6 | С(10) | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Перемешивание в жидких средах. | | 6 | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(11) | ОПК-2 УК-6 |
| 12 | Гидродинамика многофазных систем. | 1 | | | У1, У4-У6 | С(12) | ОПК-2 |
| 13 | Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести. | | | | У1, У2, У4-У6, МУ1 | ЗЛ(13) | УК-6 |
| 14 | Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу. | | | | У1, У4-У6 | С(14) | ОПК-2 |
| 15 | Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц. | 1 | | | У1, У2, У4-У6, МУ1 | ЗЛ(15) | УК-6 |
| 16 | Потерянный напор при движении через слой зернистого материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя. | | | | У1, У4-У6 | С(16) | ОПК-2 |
| 17 | Некоторые аспекты фильтрования. | | | | У1, У2, У4-У6, МУ1 | ЗЛ(17) | УК-6 |
| 18 | Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы. | 1 | | | У1, У4-У6 | С(18) | |
| 6 семестр | | | | | | | |
| 1 | Теплопроводность. | 1 | | | У1, У4-У6 | С(1) | УК-6 |
| 2 | Дифференциальное уравнение теплопроводности | | | | У1, У2, У4-У6 | С(2) | ОПК-2 |
| 3 | Тепловое излучение. | | | | У1, У2 | ЗЛ(3) | УК-6 |
| 4 | Теплоотдача. | | | | У1, У4-У6 | С(4) | ОПК-2 |
| 5 | Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(5) | УК-6 |
| 6 | Стационарная теплопередача. | | | | У1, У2, У4-У6 | С(6) | |
| 7 | Основы теории переноса количества массы. | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(7) | УК-6 |
| 8 | Массопередача в системах без твёрдой фазы | | | | У1-У3, М1 | С(8) | ОПК-2 |
| 9 | Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной). | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(9) | УК-6 |
| 10 | Конвективная диффузия и масооотдача. | | | | У1, У2, У4-У6 | С(10) | ОПК-2 |
| 11 | Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения. | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(11) | УК-6 |
| 12 | Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой. | 1 | | | У1-У3, М1 | С(12) | ОПК-2 |
| 13 | Массопередача в системах с твёрдой фазой и её брутто-механизм (во времени на примере омываемой с двух сторон плоской пластины в качестве твёрдой фазы). | | | | У1, У2, У4-У6 | ЗЛ(13) | УК-6 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | Абсорбция. Распространение в природе, быту и технике. | 2 | 4 | | У1-У3 | С(14) | ОПК-2 |
| 15 | Абсорбенты и абсорберы. | 2 | | 8 | У1-У3 | ЗЛ(15) | УК-6 |
| 16 | Растворение и кристаллизация. | 2 | 4 | | У1-У3 | С(16) | ОПК-2 |
| 17 | Мембранные процессы | 2 | | 9 | У1, У2, | ЗЛ(17) | УК-6 |
| 18 | Сушка как десорбция влаги из материала. | 2 | | | У1-У3 | С(18) | УК-6 ОПК-2 |

ЗЛ –защита лабораторных работ, С –собеседование

**4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия**

4.2.1 Лабораторные работы

| № | Наименование лабораторной работы | Объ-ем, час |
|---|---|---|
| 1 | Лабораторная работа №3. Тонкое измельчение в бисерной мельнице | 4 |
| 2 | Лабораторная работа №5. Экспериментальное определение количественных характеристик режима движения жидкости - | 4 |
| 3 8 | Лабораторная работа № 8. Оценка эффективности механического перемешивания в реакторах полого типа | 4 |
| 4 | Лабораторная работа№9. Количественные характеристики статей материального баланса при фильтровании | 4 |
| | Итого | 16 |

4.2.2. Практические работы

Таблица 4.2.2 – Практические работы

| № п/п | Наименование практического занятия | Объем час. |
|---|---|---|
| | Практическая работа №1. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях. | 2 |
| | Практическая работа №2. Гидродинамика. Практические аспекты основных законов гидродинамики однофазных потоков. | 2 |
| | Практическая работа №3 Практическое применение закона сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу. | 2 |
| | Практическая работа №4 Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости под действием высотного напора. Перемещение жидкостей под действием механического напора. | 2 |
| | Практическая работа№5. Практическое применение критериальных уравнений для расчета скорости псевдосжижения. | 2 |
| | Практическая работа №6. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях. | 3 |
| | Практическая работа №7.Конкретные массообменные процессы в системах с твёрдой фазой | 3 |
| | Итого, часов | 16 |

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

| | Наименование раздела (темы) учебной дисциплины | Срок выполнения | Время, затраченное на выполнение СРС, час |
|---|---|---|---|
| | Процессы как важнейший раздел теоретических основ химической технологии. Пространства протекания отдельных процессов и их учет в математическом описании. Понятия и области использования частной, полной и субстанциональной производных. Математическая модель процессов и единичные варианты их протекания. Понятие об условиях однозначности и классификация последних. | 2 неделя | 31 |
| | Метод аналогий и его возможности. Основные элементы теории подобия. Специфический способ задания условий однозначности. Безразмерные величины и инварианты подобия. Критерии подобия как безразмерные величины, имеющие четкий физический смысл. Индикатор подобия. Первая теорема подобия и её формулировка. Вторая и третья теоремы подобия. Общий и конкретный вид критериальных уравнений. Варианты проведения процесса и их классификация. | 4 неделя | 31 |
| | Периодические и непрерывные процессы (идеального смешивания, идеального вытеснения, каскадного типа). Почему один и тот же процесс приходится проводить во многих вариантах. Аппарат как место протекания процесса. Аппарат как фактор управления процессом. Процессы в природе; специфические особенности их аппаратурного оформления. Воздействие человека на такие процессы и их последствия. | 6 неделя | 31 |
| | Аппараты для реализации крупного, среднего и мелкого дробления. Основные типы аппаратурного оформления этих процессов. Аппаратурное оформление процесса смешения твёрдых сыпучих материалов. Наиболее распространенные типы механических мешалок и области их применения на практике | 8 неделя | 31 |
| | Нагревающие и охлаждающие агенты. Способы нагревания и охлаждения и их реализация в аппаратурном оформлении. | 9неделя | 31 |
| | Практические аспекты гидростатики: сообщающиеся сосуды (открытые, заполненные одной и двумя несмешивающимися жидкостями); расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда; пневматическое измерение количества жидкости в резервуаре; гидравлический пресс. | 10 неделя | 31 |
| | Практические аспекты применения уравнений Бернулли и Навье-Стокса (истечение жидкости, перемещение жидкости в трубопроводе под действием создаваемого механическим путем напора, измерение скорости и расхода жидкости): истечение жидкости через круглое сечение в тонком днище из ёмкости с постоянным и переменным уровнем жидкости. Перемещение жидкости в трубопроводе под действием создаваемого механическим путем напора. Напор и его смысл. Напор полный, | 12 неделя | 31 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | пьезометрический и скоростной. Нивелирная высота. Высота подъема жидкости. Высота всасывания и ее предельное значение. | | |
| | Понятие о кавитации. Насосы и их основные типы. Сжатие и перемещение газов. Особенности этого процесса. Компрессионные машины и их классификация. Измерение скорости движения жидкости. Трубки Пито-Прандтля. Измерение расхода жидкости. Дроссельные устройства. | 14 неделя | 31 |
| | Понятие об аппаратурном оформлении отстаивания твердых и жидких частиц и осаждения под действием центробежных и инерционных сил. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои. Учет направления движения потока в отношении силы тяжести. Практические аспекты данного вопроса: фильтрование, кипящий (псевдоожиженный) слой, пневмотранспорт. | 16 неделя | 31 |
| | Аппаратурное оформление для разделения систем двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы. | 18 неделя | 31 |
| | Решение дифференциального уравнения теплопроводности для частных случаев установившегося режима (теплопроводность плоской; цилиндрической и сферической однослойной и многослойной стенок). Теплопроводность при неустановившемся тепловом режиме. | 2 неделя | 31 |
| | Лучистый теплообмен между телами (параллельно расположенными пластинами;' одно из которых полностью охватывается другим и произвольно расположенными в пространстве). Приведенные коэффициенты лучеиспускания для перечисленных систем тел.Специфика теплового излучения газов. | 4 неделя | 31 |
| | Нестационарная теплопередача на примере одного из частных вариантов | 6 неделя | 31 |
| | Основные виды концентраций, используемых в рассмотрении массообменных процессов. Переходы от одних концентраций к другим. | 8 неделя | 31 |
| | Критерии подобия процессов переноса массы и их смысл. Определяемый критерий подобия и уравнение для его нахождения. Общий вид критериального уравнения для данного случая. Изменение концентраций фаз по поверхности контакта при массопере-даче. Объединённый график функций X;Y= f(F). Дифференциальное уравнение материального баланса при массопередаче и его интегральные формы. | 10 неделя | 31 |
| | Графическое изображение закона фазового равновесия ($Y_р$ - $X$-диаграмма). Линия равновесия и её вид. Коэффициент распределения и его смысл. Скорость массопередачи. Основное уравнение массопередачи | 10 неделя | 31 |
| | Использование рабочих линий и линий равновесных концентраций для определения локальных движущих сил процесса $Y_p$ , $Y$, $X$-диаграммам в зависимости от направления массопередачи и способа выражения движущей силы ($\Delta X$ или $\Delta Y$).Коэффициенты массопередачи как функции коэффициентов масоотдачи и способа выражения движущей силы ($\Delta X$ или $\Delta Y$). Обоснование равенства $K_x\Delta X = K_y\Delta Y$; Сколько коэффициентов массопередачи может быть для одного и того же массообменного процесса? | 11 неделя | 31 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Ступень изменения рабочей концентрации, её смысл и связь с числом единиц переноса. Определение числа ступеней изменения рабочих концентраций аналитическим и графическим методами как один из приёмов определения числа единиц переноса в массообменном аппарате. Понятие о модифицированных уравнениях массопередачи. Цели и смысл указанной модификации. | | 31 |
| | Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии (величины критерия $Bi_д$). Нестационарный характер адсорбции как её главная особенность. Материальный баланс адсорбции в конкретном аппарате или его элементе. Схемы адсорбции и их описание. Динамика работы неподвижного слоя адсорбента (перемещение фронта адсорбции во времени, период параллельного переноса стационарного слоя адсорбции; момент выхода фронта из слоя как завершение защитного действия слоя адсорбента). Понятие о динамической активности слоя. Методы определения времени работы слоя до момента проскока. Адсорбенты и их характеристики. Адсорберы (с неподвижным слоем поглотителя, с движущимся слоем поглотителя и с кипящем слоем). Десорбция как составная часть адсорбционного процесса (регенерация адсорбента). Благоприятствующие и препятствующие факторы. Схемы десорбции и наиболее распространенные десорбенты | | 31 |
| 10 | Простая перегонка и ректификация. Законы фазового равновесия и кривые равновесия для правильных (идеальных) растворов и взаимно нерастворимых жидкостей. Простая перегонка. Сущность процесса, основные принципы и разновидности осуществления. Простая перегонка с дефлегмацией. Ректификация. Сущность ректификации и основной принцип её реализации в виде противоточного взаимодействия жидкости с парами. Расположение ректификационного аппарата в пространстве. Материальные балансы аппарата по потокам и содержанию легкокипящего компонента в них. Основные аппараты для проведения ректификации. Устройство, принцип действия, преимущества и недостатки.<br>Варианты периодической ректификации. | | 31 |
| 11 | Выпаривание. Сущность процесса и области преимущественного использования. Выпаривание и испарение. Тепло для выпаривания. Варианты проведения процесса, их преимущества и недостатки. Брутто-схема процесса и материальный баланс его проведения в конкретном аппарате (по потокам и по нелетучему компоненту). Количество выпариваемого летучего компонента и тепловой баланс. Расход тепла (греющего пара) на единицу массы выпариваемой воды. Полезная разность температур, коэффициент теплопередачи и поверхность выпарного аппарата. Температура кипения раствора как функция температуры вторичного пара. Температурная, гидростатическая и гидравлическая депрессии и оценка их величин. Использование депрессий в расчете температуры кипения выпариваемого раствора. Многокорпусные выпарные установки, наиболее распространенные схемы; преимущества и недостатки; области использования. Устройство основных типов выпарных аппаратов. Области применения и выбор для использования | | 31.76 |
| | Итого за год | | 372,76 |

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– тем рефератов;

– вопросов к зачету;

–методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

–удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

| № | Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Объем, час. |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 | Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика. | Лекция-дискуссия | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | Лабораторная работа №3. Тонкое измельчение в бисерной мельнице | Задания по отработке техники лабораторных работ | 4 |
| | Практическая работа №6. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях. | Семинар-конференция. Решение практических задач | 2 |
| | Практическая работа №7. Конкретные массообменные процессы в системах с твёрдой фазой | Семинар-конференция. Решени практических задач | 2 |

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины осуществляется путем проведения практических / лабораторных занятий *(указать нужное)*, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по направленности (профилю, специализации) программы бакалавриата (специалитета). Практическая подготовка включает в себя отдельные занятия лекционного типа, которые проводятся в профильных организациях и предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный социокультурный и (или) научный опыт человечества *(указать только то, что реально соответствует данной дисциплине)*. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и (или) профессиональной культуры обучающихся *(указать только то, что реально соответствует данной дисциплине)*. Содержание дисциплины способствует духовно-нравственному, гражданскому, патриотическому, правовому, экономическому, профессионально-трудовому, культурно-творческому, физическому, экологическому воспитанию обучающихся *(из перечисленного следует указать только то, что реально соответствует данной дисциплине)*.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства, экономики, культуры), высокого профессионализма ученых (представителей производства, деятелей культуры), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, культуры, экономики и производства, а также примеры высокой духовной культуры, патриотизма, гражданственности, гуманизма, творческого мышления *(из перечисленного следует указать только то, что реально соответствует данной дисциплине);*

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, деловые игры, разбор конкретных ситуаций,

решение кейсов, мастер-классы, круглые столы, диспуты и др.) *(из перечисленного следует указать только то, что реально соответствует данной дисциплине);*

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

| Код и наименование компетенции | Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули)и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция | | |
|---|---|---|---|
| | начальный | основной | завершающий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | Высшая математика<br>Информатика<br>Физика<br>УИРС<br>Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры | ПАХТ | Психология<br>Преддипломная практика |
| ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности | Высшая математика<br>Информатика | Физическая химия<br>Коллоидная химия<br>ПАХТ** | |

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

| Код компетенции/ этап | Показатели оценивания компетенций | Критерии и шкала оценивания компетенций | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Пороговый уровень («удовлетворительно) | Продвинутый уровень (хорошо») | Высокий уровень («отлично») |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| УК-6/ начальный, основной | ... УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей | Знать:<br>- основные инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов<br>Уметь:<br>- использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач<br>Владеть (или Иметь опыт деятельности) основами использования инструментов и методов управления временем при выполнении конкретных задач | Знать:<br>- основные инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, но не проектов<br>.<br>Уметь:<br>- использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей<br>Владеть (или Иметь опыт деятельности):<br>Навыками использования инструментов и методов управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей | Знать:<br>- инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей<br>Уметь:<br>самостоятельно использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей<br>Владеть (или Иметь опыт деятельности):<br>Самостоятельно использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении |

| Код компетенции/ этап | Показатели оценивания компетенций | Критерии и шкала оценивания компетенций | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Пороговый уровень («удовлетворительно) | Продвинутый уровень (хорошо») | Высокий уровень («отлично») |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | поставленных целей |
| ОПК-2/ основной, завершающий | ОПК-2.1 Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности ... ОПК-2.2 Применяет физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов ОПК-2.3 Придерживается физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала | Знать: основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности<br><br>Уметь: Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности<br><br>Владеть (или Иметь опыт деятельности основными математическими методами для решения прикладных задач профессиональной деятельности | Знать: физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации<br>Уметь: Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности Применять физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов<br>Владеть (или Иметь опыт деятельности): основными математическими методами для решения прикладных задач | Знать: физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала<br>Уметь: Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности Применять физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа и способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала<br><br>Владеть (или Иметь |

| Код компетенции/ этап | Показатели оценивания компетенций | Критерии и шкала оценивания компетенций | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Пороговый уровень («удовлетворительно) | Продвинутый уровень (хорошо») | Высокий уровень («отлично») |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | профессиональной деятельности физико-химическими инструментами и основами физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов | опыт деятельности): основными математическими методами для решения прикладных задач профессиональной деятельности физико-химическими инструментами и основами физико-химического анализа гомогенных и способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала |

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

| N п/п | Раздел (тема) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Технология формирования | Оценочные средства | | Описание шкал оценивания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | наименование | №№ заданий | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 семестр | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | С(1) | Вопросы 1-6 | Согласно табл. 7.2 |
| 2 | Основные виды работы с математическими моделями процессов. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(2) | Вопросы 1-6 | |
| 3 | Механические процессы и их классификация. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(3) | Вопросы 1-5 | |
| 4 | Классификация сыпучих материалов. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(4) | Вопросы 6-10 | Согласно табл. 7.2 |
| 5 | Гидростатика. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(5) | Вопросы 1-6 | |
| 6 | Гидродинамика как основы теории переноса количества движения. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(6) | Вопросы 6-14 | |
| 7 | Количественная характеристика режима движения жидкости. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(7) | Вопросы 1-9 | |
| 8 | Основные уравнения движения жидкостей. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(8) | Вопросы 10-18 | Согласно табл. 7.2 |
| 9 | Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(9) | Вопросы 1-5 | Согласно табл. 7.2 |
| 10 | Структура потока в аппарате. | ОПК-2 УК-6 | Лекции Практ СРС | С(10) | Вопросы 15-20 | Согласно табл. 7.2 |
| 11 | Перемешивание в жидких средах. | | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(11) | Вопросы 1-8 | Согласно табл. 7.2 |
| 12 | Гидродинамика многофазных систем. | ОПК-2 УК-6 | Лекции Практ СРС | С(12) | Вопросы 18-24 | Согласно табл. 7.2 |
| 13 | Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести. | | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(13) | Вопросы 1-5 | Согласно табл. 7.2 |
| 14 | Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(14) | Вопросы 18-28 | Согласно табл. 7.2 |
| 15 | Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(15) | Вопросы 1-8 | Согласно табл. 7.2 |
| 16 | Потерянный напор при движении через слой зернистого | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(16) | Вопросы 25-30 | Согласно табл. 7.2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя. | | | | | |
| 17 | Некоторые аспекты фильтрования. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(17) | Вопросы 30-35 | Согласно табл. 7.2 |
| 18 | Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы. | | Лекции Практ СРС | С(18) | Вопросы 1-36 | Согласно табл. 7.2 |
| 6 семестр | | | | | | |
| 1 | Теплопроводность. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | С(1) | Вопросы 1-10 | Согласно табл. 7.2 |
| 2 | Дифференциальное уравнение теплопроводности | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(2) | Вопросы 1-10 | Согласно табл. 7.2 |
| 3 | Тепловое излучение. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(3) | Вопросы 1-10 | Согласно табл. 7.2 |
| 4 | Теплоотдача. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(4) | Вопросы 1-10 | Согласно табл. 7.2 |
| 5 | Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(5) | Вопросы 10-18 | Согласно табл. 7.2 |
| 6 | Стационарная теплопередача. | | Лекции Практ СРС | С(6) | Вопросы 10-18 | Согласно табл. 7.2 |
| 7 | Основы теории переноса количества массы. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(7) | Вопросы 10-18 | Согласно табл. 7.2 |
| 8 | Массопередача в системах без твёрдой фазы | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(8) | Вопросы 10-18 | Согласно табл. 7.2 |
| 9 | Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной). | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(9) | Вопросы 15-25 | Согласно табл. 7.2 |
| 10 | Конвективная диффузия и масооотдача. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(10) | Вопросы 15-25 | Согласно табл. 7.2 |
| 11 | Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(11) | Вопросы 15-25 | Согласно табл. 7.2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(12) | Вопросы 15-25 | Согласно табл. 7.2 |
| 13 | Массопередача в системах с твёрдой фазой и её брутто-механизм (во времени на примере омываемой с двух сторон плоской пластины в качестве твёрдой фазы). | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(13) | Вопросы 20-29 | Согласно табл. 7.2 |
| 14 | Абсорбция. Распространение в природе, быту и технике. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(14) | Вопросы 20-29 | Согласно табл. 7.2 |
| 15 | Абсорбенты и абсорберы. | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(15) | Вопросы 20-29 | Согласно табл. 7.2 |
| 16 | Растворение и кристаллизация. | ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(16) | Вопросы 20-29 | Согласно табл. 7.2 |
| 17 | Мембранные процессы | УК-6 | Лекции Лаб СРС | ЗЛ(17) | Вопросы 20-29 | Согласно табл. 7.2 |
| 18 | Сушка как десорбция влаги из материала. | УК-6 ОПК-2 | Лекции Практ СРС | С(18) | Вопросы 20-29 | Согласно табл. 7.2 |

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

**№1 Гидростатика.**

1.1. Основной принцип гидростатики
1.2. Уравнение равновесия Эйлера (вывод)
1.3. Основной закон гидростатики
1.4. Закон Паскаля и его математическое выражение

**№2. Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.**

2.1. Связь коэффициента сопротивления среды с критерием Эйлера
2.2. Коллективное (стеснённое) осаждение твёрдых частиц. Общий вид критериальногоурав-нения процесса
2.3. Временная функция скорости стеснённого осаждения и интерпретация его характерных участков

**№ 3. Математическая модель процесса**

3.1. Понятие об использовании частной, полной и субстанциональной производных в мате-
матических моделях процессов
3.2 Единичные варианты протекания процесса и математическая модель последнего
3.3. Условия однозначности и их
классификация.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Темы курсовых работ (проектов).

1. Для разделения $2{,}5\cdot10^{-4}$ $м^3$суспензии диоксида титана с содержанием твердой фазы 3,2% выбрать и рассчитать фильтрующее устройство. Температура поступающей суспензии 297 К. Конечная влажность осадка 10%.
2. Выбрать и рассчитать устройство для разделения $2{,}1\cdot10^{-4}$ $м^3$ водной суспензии раствора бикарбоната натрия с содержанием твердой фазы 15%. Температура поступающей суспензии 343 К. Конечная влажность осадка 1%.
3. Спроектировать фильтр для разделения $3{,}1\cdot10^{-4}$ $м^3$ суспензии антрацита с содержанием твердой фазы 11%. Температура поступающей суспензии 301 К. Конечная влажность осадка 31%.
4. Провести расчет сушилки кипящего слоя для сушки хлорида натрия с содержанием влаги 10% и производительностью 10 т/ч
5. Для сушки хлорида бария, содержащим 15% влаги, провести расчет сушилки кипящего слоя производительностью 15т/ч
6. Определить основные параметры барабанного вакуум-фильтра производительностью 1,2 т/сутки для 3% раствора бензойной кислоты

«Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 04.02.030-2017 «Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;
- положении П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методических указаниях по выполнению курсовой работы (курсового проекта)».

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде компьютерного и/или бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения
промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:
Процесс сушки это-
Задание в открытой форме:
Сушилки барабанного типа применяются для
- сушки истинных водных растворов
- сушки коллоидных растворов
- обезвоживания истинных водных растворов
- обезвоживания коллоидных растворов

Задание на установление правильной последовательности,
При работе сушильной барабанной машины надо соблюдать следующую последовательность операция
- взвешивание, загрузка, отжим, промывка, удаление влаги, выгрузка
- загрузка, взвешивание, отжим, удаление влаги, выгрузка
- загрузка, отжим, промывка, удаление влаги, выгрузка
- загрузка, отжим, удаление влаги, промывка, выгрузка

Компетентностно-ориентированная задача:

При проведении процесса сушки, в случае сбоя работы оборудования, необходимо проводить контроль производства. Укажите какие виды контроля оборудования и свойств веществ надо при этом контролировать.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

| Форма контроля | Минимальный балл | | Максимальный балл | |
|---|---|---|---|---|
| | балл | примечание | балл | примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Лабораторная работа №3. Тонкое измельчение в бисерной мельнице | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Лабораторная работа № 8. Оценка эффективности механического перемешивания в реакторах полого типа | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Лабораторная работа№9. Количественные характеристики статей материального баланса при фильтровании | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Практическая работа №1. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях. | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Практическая работа №2. Гидродинамика. Практические аспекты основных законов гидродинамики однофазных потоков. | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Практическая работа№3 Практические аспекты основных законов гидродинамики многофазных потоков. | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| | | | | |
| Практическая работа №4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости под действием высотного напора. Перемещение жидкостей под действием механического напора. | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Практическая работа№5. Практическое применение критериальных уравнений для расчета скорости псевдосжижения. | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Практическая работа №6. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях. | | Выполнил, не защитил | 1 | Выполнил, защитил |
| Практическая работа №7.Конкретные массообменные процессы в системах с твёрдой фазой | | Выполнил, не защитил | 2 | Выполнил, защитил |
| СРС | | | 24 | |
| Итого | | | 36 | |
| Посещаемость | | | 14 | |
| Зачет | | | 60 | |
| Итого | | | 100 | |

*Для промежуточной аттестации обучающихся*, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

## 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1.Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / А. Г. Касаткин. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2014. - 753 с. - Текст : непосредственный.

2.Фролов, В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : учебное пособие / В. Ф. Фролов. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 608 с. : ил. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98347 (дата обращения: 18.01.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

3. Фролов, В. Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии : примеры и задачи : учебное пособие / В. Ф. Фролов, П. Г. Романков, О. М. Флисюк. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 544 с. : ил. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345 (дата обращения: 18.01.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

1. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. - М. : Химия, 1987. - 496 с. - Текст : непосредственный.

2. Кудрявцев В. А. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / В. А. Кудрявцев. - Курск : КурскГТУ, 2006. Ч. 1 / Курский государственный технический университет. - 271 с. - Текст : электронный.

3.Кудрявцев В. А. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / В. А. Кудрявцев. - Курск : КурскГТУ, 2006. Ч. 2 / Курский государственный технический университет. - 514 с. - Текст : электронный

4. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / под ред. П. Г. Романкова. - 9-е изд., доп. и перераб. - Л. : Химия, 1981. - 560 с. - Текст : непосредственный.

5. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / под ред. А. А. Захаровой. - М. : Академия, 2006. - 528 с. - (Высшее профессиональное образование: Химические технологии). - Текст : непосредственный.

8.3 Перечень методических указаний

2. Растворение и растворимость твердых веществ и их смесей в жидкостях : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам ПАХП, УИРС и НИРС, физическая химия / Юго-Западный государственный университет, Кафедра

физической химии и химической технологии ; сост.: А. М. Иванов, С. Д. Пожидаева, Т. А. Маякова. - Курск : ЮЗГУ, 2010. - 31 с. : табл. - Текст : электронный.

3. Механические процессы : методические указания к лабораторным работам по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для бакалавров направления 240100.62 «Химическая технология» / ЮЗГУ ; сост.: А. Ю. Елисеева, А. М. Иванов. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 10 с. : табл. - Текст : электронный.

4. Тепловые процессы химической технологии : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов направления 240100.62 «Химическая технология» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. М. Иванов. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 20 с. - Текст : электронный.

5. Гидромеханические процессы. Приборы для измерения основных характеристик потока : методические указания к лабораторным работам по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов направления 240100.62 «Химическая технология» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. Ю. Елисеева, А. М. Иванов. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 15 с. : рис., табл. - Текст : электронный.

6. Процессы и аппараты химической технологии : методические указания по оформлению курсового проекта по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии», для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Г. В. Бурых. - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 14 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

7. Процессы и аппараты химической технологии : методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии», для студентов направления 18.03.01- Химическая технология очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Г. В. Бурых. - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 16 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

### 8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета, отраслевыенаучно-технические журналы в библиотеке университета: **Х**имическая технология

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. http://biblioclub.ru – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
2. http://www.consultant.ru – Официальный сайт компании «Консультант Плюс».
3. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
5. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
6. Химические сайты: http://www.xumuk.ru/,http://www.alximik.ru/,http://anchem.ru/, http://www.chemistry.ru/,http://www.rusanalytchem.org/, http://window.edu.ru/resource/664/50664/.

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Важнейшим фактором успешного усвоения материала по дисциплине является систематическая и целенаправленная самостоятельная работа студентов. Она включает в себя работу по освоению и закреплению теоретического материала курса, выполнению текущих заданий по практическим занятиям, написание отчетов в соответствии с индивидуальным заданием.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам и во многом определяется ее ритмичностью (для чего эту работу необходимо планировать или придерживаться рекомендуемым графикам) и учебно-методическим обеспечением дисциплины.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учеб-ной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п. процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими раздела-ми учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

Отчеты по практическим занятиям оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях.

**11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice операционная система Windows
Антивирус Касперского *(или ESETNOD)*

**12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры фундаментальной химии и химической технологии, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Лабораторная посуда (пробирки, колбы, пипетки, бюретки, бюксы и др.).

шкаф вытяжной лабораторный, в/сушильный шкаф Р-6925 тр.376, муфельная печь типа «РЕМ»2/87, весы электронные ВСТ 150/5-0, весы торсионные ВТ-500, грохот лабораторный КП-109/2, комплект сит для песка КСИ исполнение 4, криостат (охлаждающий термостат) перемешивающее устройство ПЭ-0034, баня водяная шестиместная UT-4300E, бисерная мельница, мешалка магнитная, приспособление титровальное ТПР-М Москва Главснаб ПО-617, эл.плитка ЭПТ конф.1кВт, Вспомогательное оборудование (штативы, холодильники, термометры и др.)

**13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур

текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

| Номер изменения | Номера страниц | | | | Всего страниц | Дата | Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | измененных | замененных | аннулированных | новых | | | |
| | | | | | | | |