Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряховский Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 08.09.2024 07:45:19
Уникальный программный ключ:
efb37c7b7f4f3f7f4a9f5c3e7e7f7f8f9f7a9f5b3e8f9f4a9f4f8f4f

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

Цель преподавания дисциплины: познакомить студента с научными основами химической технологии, с современными 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.

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 21.01.2022 13:35:17
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

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

Курск – 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химческая технология на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химческая технология (профиль, специализация) «Химико-технологические производства»,одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» 06 2021г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 18.03.01 Химческая технология (профиль, специализация) «Химико-технологические производства» на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии № 15 «30» 06 2021г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой _____ Кувардин Н.В.

Разработчик программы

к.х.н., доцент _____ _____ Г.В.Бурых
(ученая степень и ученое звание, ФИО)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В. Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология (профиль, специализация) «Химико-технологические производства» одобренного Ученым советом университета протокол №7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры ФХиХТ №13 «28» 06 2022г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология (профиль, специализация) «Химико-технологические производства» одобренного Ученым советом университета протокол №7 «28» 02 2023 г., на заседании кафедры ФХиХТ №13 «29» 06 2023г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химческая технология (профиль, специализация) «Химико-технологические производства» одобренного Ученым советом университета протокол №7 «28» 02 2023 г., на заседании кафедры ФХиХТ №16 «24» 06 2024 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химческая технология (профиль, специализация) «Химико-технологические производства» одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г., на заседании кафедры ФХиХТ № « » 20 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

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 ***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 ***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 ***Уметь:*** применять основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности ***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 ***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 3 курсе в 5,6 семестре.

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)	163,3
в том числе:	
лекции	64 .
лабораторные занятия	50 .
практические занятия	46
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	205,7
Контроль (подготовка к экзамену)	63
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	3,3
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрена
курсовая работа (проект)	1,0
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	2,3

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 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.	2	1		У1, У2, У3, У5, У6, МУ-1	С(1)	УК-6
2	Основные виды работы с математическими моделями процессов.	2		1	У1, У2, У4-У6	С(2)	ОПК-2
3	Механические процессы и их классификация.	2	2		У1, У2, У4-У6 МУ-2	ЗЛ(3)	УК-6
4	Классификация сыпучих материалов.	2		2	У1, У2, У4-У6,	С(4)	ОПК-2
5	Гидростатика.	2	3		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(5)	УК-6
6	Гидродинамика как основы теории переноса количества движения.	2		3	У1, У2, У4-У6	С(6)	ОПК-2
7	Количественная характеристика режима движения жидкости.	2	4		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(7)	УК-6
8	Основные уравнения движения жидкостей.	2		4	У1, У2, У4-У6	С(8)	ОПК-2
9	Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования.	2	5		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(9)	УК-6
10	Структура потока в аппарате.	2		5	У1, У4-У6	С(10)	

11	Перемешивание в жидких средах.	2	6		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(11)	ОПК-2 УК-6
12	Гидродинамика многофазных систем.	2		6	У1, У4-У6	С(12)	ОПК-2
13	Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести.	2	7		У1, У2, У4-У6, МУ1	ЗЛ(13)	УК-6
14	Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.	2		7	У1, У4-У6	С(14)	ОПК-2
15	Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц.	2	8		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.	2		8	У1, У4-У6	С(16)	ОПК-2
17	Некоторые аспекты фильтрования.	2	9		У1, У2, У4-У6, МУ1	ЗЛ(17)	УК-6
18	Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.	2		9	У1, У4-У6	С(18)	
6 семестр							
1	Теплопроводность.	2		1	У1, У4-У6	С(1)	УК-6
2	Дифференциальное уравнение теплопроводности	2	1		У1, У2, У4-У6	С(2)	ОПК-2
3	Тепловое излучение.	2		2	У1, У2	ЗЛ(3)	УК-6
4	Теплоотдача.	2	2		У1, У4-У6	С(4)	ОПК-2
5	Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня	2		3	У1, У2, У4-У6	ЗЛ(5)	УК-6
6	Стационарная теплопередача.	2	2		У1, У2, У4-У6	С(6)	
7	Основы теории переноса количества массы.	2		4	У1, У2, У4-У6	ЗЛ(7)	УК-6
8	Массопередача в системах без твёрдой фазы	2	2		У1-У3, М1	С(8)	ОПК-2
9	Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной).	2		5	У1, У2, У4-У6	ЗЛ(9)	УК-6
10	Конвективная диффузия и масооотдача.	2	3		У1, У2, У4-У6	С(10)	ОПК-2
11	Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения.	2		6	У1, У2, У4-У6	ЗЛ(11)	УК-6
12	Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой.	2	3		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).	2		7	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
	5 семестр	
1	Лабораторная работа №1.Инструктаж по технике безопасности и охране труда. Порядок обработки результатов эксперимента, оценки погрешности измерений. Оформление лабораторных работ	4
2	Лабораторная работа №2. Рассеивание сыпучих материалов.	4
3	Лабораторная работа №3. Тонкое измельчение в бисерной мельнице	4
4	Лабораторная работа №4.Пневматические измерения количества жидкости в резервуа ре.	4
5	Лабораторная работа №5. Экспериментальное определение количественных характеристик режима движения жидкости -	4
6	Лабораторная работа №6.Градуировка ротаметра.	4
7	Лабораторная работа № 7. Градуировка реометра.	4
8	Лабораторная работа № 8. Оценка эффективности механического перемешивания в реакторах полого типа	4
9	Лабораторная работа№9. Количественные характеристики статей материального баланса при фильтровании	4
	Итого за 5 семестр, часов	36
	6 семестр	
1	Лабораторная работа №1. Инструктаж по технике безопасности и охране труда. Зна комство с приборами, методами исследования. Порядок обработки результатов - эксперимента, оценки погрешности измерений	2
2	Лабораторная работа №2. Изучение процесса теплопередачи при непосредственном контакте теплоносителей	4
3	Лабораторная работа№ 3Оценка эффективности работы абсорберов барботажного типа в различных условиях	4

4	Лабораторная работа№ 4.Растворение солей металлов и карбоновых кислот в органических средах	4
	Итого за семестр, часов	14
	ИТОГО за год, часов	54

4.2.2. Практические работы

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№ п/п	Наименование практического занятия	Объем час.
	5 семестр	
1	Практическая работа №1. Системы единиц. Основные и производные единицы в разных системах. Способы получения производных единиц. Переходные коэффициенты и методы их нахождения. Критериальные преобразования систем дифференциальных уравнений. Нахождение общего вида критериальных уравнений методом анализа размерностей. Другие безразмерные величины и способы их нахождения.	2
2	Практическая работа №2. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях.	2
3	Практическая работа №3. Гидродинамика. Практические аспекты основных законов гидродинамики однофазных потоков.	2
4	Практическая работа№4 Практические аспекты основных законов гидродинамики многофазных потоков.	2
5	Практическая работа №5. Использование основного принципадинамики при расчёте основных характеристик процессов осаждения твёрдых частиц.	2
6	Практическая работа №6. Практическое применение закона сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.	2
7	Практическая работа №7Определение скорости стесненного осаждения во времени и интерпретация его характерных участков.	2
8	Практическая работа №8. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости под действием высотного напора. Перемещение жидкостей под действием механического напора.	2
9	Практическая работа№9. Практическое применение критериальных уравнений для расчета скорости псевдосжижения.	2
	Итого за семестр	18
	6 семестр	
1	Практическая работа №1. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях.	3
2	Практическая работа№2. Тепловое излучение. Степень черноты тел. Коэффициенты поглощения и его практическое использование.	3
3	Практическая работа №3. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Конвективный перенос тепла в элементарном объеме движущейся среды.	3
4	Практическая работа №4. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	3
5	Практическая работа №5.Равновесие массообменных процессов. Законы фазового равновесия.	3
6	Практическая работа №6. Движущая сила и коэффициенты массопередачи в системах без твёрдой фазы.	3
7	Практическая работа №7. Конкретные массообменные процессы в системах без твёр-	3

	дой фазы.	
8	Практическая работа №8.Конкретные массообменные процессы в системах с твёрдой фазой	3
9	Практическая работа № 9. Диаграммы равновесия и методы их построения.	4
	Итого за 6 семестр, часов	28
	Итого, часов	46

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
	5 семестр		
	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	9
	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	10
	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	10
	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	10
	Нагревающие и охлаждающие агенты. Способы нагревания и охлаждения и их реализация в аппаратурном оформлении.	9неделя	9
	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;	10 неделя	10

	гидравлический пресс.		
	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, пьезометрический и скоростной. Нивелирная высота. Высота подъема жидкости. Высота всасывания и ее предельное значение.	12 неделя	9,85
	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	10
	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	10
	Аппаратурное оформление для разделения систем двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.	18 неделя	10
	6 семестр		
	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	10
	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	9
	Нестационарная теплопередача на примере одного из частных вариантов	6 неделя	9
	Основные виды концентраций, используемых в рассмотрении массообменных процессов. Переходы от одних концентраций к другим.	8 неделя	9
	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	10
	Графическое изображение закона фазового равновесия ($Y_р$ - X-диаграмма). Линия равновесия и её вид. Коэффициент	10 неделя	9

	распределения и его смысл. Скорость массопередачи. Основное уравнение массопередачи		
	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 (ΔX или ΔY).Коэффициенты массопередачи как функции коэффициентов масоотдачи и способа выражения движущей силы (ΔX или ΔY). Обоснование равенства $K_x\Delta X = K_y\Delta Y$; Сколько коэффициентов массопередачи может быть для одного и того же массообменного процесса?	11 неделя	10
	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.	12 неделя	10
	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	14 неделя	10
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. Варианты периодической ректификации.	16 неделя	10
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	18 неделя	11,85

	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		
	Итого за год		205,7

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
2	Механические процессы и их классификация.	Лекция-дискуссия	2
3	Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования	Лекция-дискуссия	2
4	Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести.	Лекция-дискуссия	2
	Итого лекционных занятий		8
5	Лабораторная работа №2. Рассеивание сыпучих материалов.	Задания по отработке техники лабораторных работ	4
6	Лабораторная работа №3. Тонкое измельчение в бисерной мельнице	Задания по отработке техники лабораторных работ	4
	Итого лабораторных работ		8
7	Практическая работа №2. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях.	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
8	Практическая работа №3. Гидродинамика. Практические аспекты основных законов гидродинамики однофазных потоков.	Семинар-конференция. Решени практических задач	2
	Итого практических работ		4
	6 семестр		
1	Теплопроводность.	Лекция-дискуссия	2
2	Тепловое излучение.	Лекция-дискуссия	2
3	Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня	Лекция-дискуссия	2
4	Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения.	Лекция-дискуссия	2
	Итого лекционных занятий		8
5	Лабораторная работа№ 4.Растворение солей металлов и карбоновых кислот в органических средах	Задания по отработке техники лабораторных работ	2
	Итого лабораторных работ		2
6	Практическая работа №4. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
7	Практическая работа №5.Равновесие массообменных процессов. Законы фазового равновесия.	Семинар-конференция. Решени практических задач	2
	Итого практических работ		4

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 Информатика Физика УИРС Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры	ПАХТ	Психология Преддипломная практика
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Высшая математика Информатика	Физическая химия Коллоидная химия 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: - основные инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов Уметь: - использовать инструменты и методы управления временем при выполнении	Знать: - основные инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, но не проектов . Уметь: - использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении	Знать: - инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей Уметь: самостоятельно использовать инструменты и методы управления

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
		конкретных задач Владеть (или Иметь опыт деятельности) основами использования инструментов и методов управления временем при выполнении конкретных задач	поставленных целей Владеть (или Иметь опыт деятельности): Навыками использования инструментов и методов управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей Владеть (или Иметь опыт деятельности): Самостоятельно использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении 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	Знать: основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности Уметь: Применяет основные математические методы для решения	Знать: физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации Уметь: Применяет основные математические методы для решения	Знать: физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала Уметь: Применяет основные математические методы для решения прикладных

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
	гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов ОПК-2.3 Придерживается физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала	прикладных задач профессиональной деятельности Владеть (или Иметь опыт деятельности основными математическими методами для решения прикладных задач профессиональной деятельности	прикладных задач профессиональной деятельности Применять физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов Владеть (или Иметь опыт деятельности): основными математическими методами для решения прикладных задач профессиональной деятельности физико-химическими инструментами и основами физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов	задач профессиональной деятельности Применять физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа и способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала Владеть (или Иметь опыт деятельности): основными математическими методами для решения прикладных задач профессиональной деятельности физико-химическими инструментами и основами физико-химического анализа гомогенных и способов

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
				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 материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя.	ОПК-2	Лекции Практ СРС	С(16)	Вопросы 25-30	Согласно табл. 7.2
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	УК-6	Лекции Лаб СРС	ЗЛ(15)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2

	абсорберы.					
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
5 семестр				
Лабораторная работа №1.Инструктаж по технике безопасности и охране труда. Порядок обработки результатов эксперимента, оценки погрешности измерений. Оформление лабораторных работ.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №2. Рассеивание сыпучих материалов.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №3. Тонкое измельчение в бисерной мельнице	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №4.Пневматические измерения	1	Выполнил, не		

количества жидкости в резервуаре.		защитил	2	Выполнил, защитил
аборaторная работа №5. Экспериментальное определение количественных характеристик режимадвижения жидкости	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №6.Градуировка ротаметра.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа № 7. Градуировка реометра.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа № 8. Оценка эффективности механического перемешивания в реакторах полого типа	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Лабораторная работа№9. Количественные характеристики статей материального баланса при фильтровании	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №1. Системы единиц. Основные и производные единицы в разных системах. Способы получения производных единиц. Переходные коэффициенты и методы их нахождения. Критериальные преобразования систем дифференциальных уравнений. Нахождение общего вида критериальных уравнений методом анализа размерностей. Другие безразмерные величины и способы их нахождения.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №2. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №3. Гидродинамика. Практические аспекты основных законов гидродинамики однофазных потоков.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа№4 Практические аспекты основных законов гидродинамики многофазных потоков.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №5. Использование основного принципадинамики при расчёте основных характеристик процессов осаждения твёрдых частиц.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №6. Практическое применение закона сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №7Определение скорости стесненного осаждения во времени и интерпретация его характерных участков.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №8. Гидравлические сопротив-	1			

ления. Истечение жидкости под действием высотного напора. Перемещение жидкостей под действием механического напора.		Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа№9. Практическое применение критериальных уравнений для расчета скорости псевдосжижения.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
СРС	6		12	
Итого	24		48	
6 семестр				
Лабораторная работа №1. Инструктаж по технике безопасности и охране труда. Знакомство с приборами, методами исследования. Порядок обработки результатов эксперимента, оценки погрешности измерений.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за щитил
Лабораторная работа №2. Изучение процесса теплопередачи при непосредственном контакте теплоносителей	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, за щитил
Лабораторная работа№ 3Оценка эффективности работы абсорберов барботажного типа в различных условиях	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, за-щитил
Лабораторная работа№ 4.Растворение солей металлов и карбоновых кислот в органических средах	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №1. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа№2. Тепловое излучение. Степень черноты тел. Коэффициенты поглощения и его практическое использование.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №3. Практическое применение основных законов теплоотдачи. Конвективный перенос тепла в элементарном объеме движущейся среды.	2	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №4. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №5.Равновесие массообменных процессов. Законы фазового равновесия.	2	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №6. Движущая сила и коэффициенты массопередачи в системах без твёрдой фазы.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №7. Конкретные массообменные процессы в системах без твёрдой фазы.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
Практическая работа №8.Конкретные массообмен-	1	Выполнил, не	2	Выполнил, за-

ные процессы в системах с твёрдой фазой		защитил		щитил
Практическая работа № 9. Диаграммы равновесия и методы их построения.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, за-щитил
СРС Итого	12 24		24 48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		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
	изме-ненных	замененных	аннулированных	новых			

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:
efd3ecdbc[illegible]

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

Цель преподавания дисциплины: познакомить студента с научными основами химической технологии, с новыми 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» _____ 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. N14
(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 2022 г. на заседании кафедры ФХиХТ 29.06.2023г, пр N13
(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 20 22 г. на заседании кафедры ФХиХТ 21.06.2024г, N16
(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)

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 ***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 ***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 ***Уметь:*** применять основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности ***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 ***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 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_p - 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 (ΔX или ΔY).Коэффициенты массопередачи как функции коэффициентов масоотдачи и способа выражения движущей силы (ΔX или ΔY). 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. 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 Информатика Физика УИРС Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры	ПАХТ	Психология Преддипломная практика
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Высшая математика Информатика	Физическая химия Коллоидная химия 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: - основные инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов Уметь: - использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач Владеть (или Иметь опыт деятельности) основами использования инструментов и методов управления временем при выполнении конкретных задач	Знать: - основные инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, но не проектов . Уметь: - использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей Владеть (или Иметь опыт деятельности): Навыками использования инструментов и методов 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 Уметь: самостоятельно использовать инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей Владеть (или Иметь опыт деятельности): 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 Уметь: Применяет основные математические методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности 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 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 Владеть (или Иметь опыт деятельности): основными математическими методами для решения прикладных задач	Знать: физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала 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 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
	изме-ненных	замененных	аннулированных	новых			