Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 04.03.2023 19:06:03
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33a0c66a946c7e99039b2b268992fb408a1b6

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

Цель дисциплины

1) знакомство студентов с основами химической технологии, с созданием новых интенсивных и высокопроизводительных процессов и аппаратов, а также с совершенствованием уже известных процессов и аппаратов;

2) 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 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:

способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);

готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);

способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

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: 13.09.2020 10:48:47
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Естественно-научного
(Наименование ф-та полностью)
_____ П .А .Ряполов
(подпись, инициалы ,фамилия)
"21" ноября 2016 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты химической технологии

(Наименование дисциплины)

направление подготовки 18.03.01
(шифр согласно ФГОС)

Химическая технология
наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

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

Курск - 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии
« 17 » ноября 2016 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой ФХиХТ _____ Л. М. Миронович

Разработчик программы,
д.х.н., профессор _____ А.М. Иванов

Директор научной библиотеки _____ В. Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 5 «30» 01 2017 г.
Зав. кафедрой _____ на каф. ФХиХТ 31.08.2017, №1

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № «26» 03 2018 г.
на заседании каф. ФХиХТ от 29.08.2018, протокол №1.
Зав. кафедрой _____ и.о. Кувардин Н.В.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 5 «20» 01 2017 г.
и на заседании кафедры ФХиХТ 24.06.2019, протокол №6

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 29.03.2019 г. на заседании кафедры ФХХТ 30.06.2021 N 15
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.О Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020 г. на заседании кафедры ФХиХТ № 14 «18» 06 2022 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.О Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения 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 совершенствованием уже известных процессов и аппаратов;

2) 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.

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 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.

1.3 Перечень планируемых результатовобучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны

<u>знать:</u>

-основные законы естественно-научных дисциплин для изучения законов ПАХТа;
-особенности работы технологического оборудования, правила эксплуатации и проведение профилактических осмотров и текущего ремонта;
-правила технической эксплуатации технологического оборудования
-технологический процесс;
- методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.

- **<u>уметь:</u>**

- используя основные законы естественно-научных дисциплин проводить расчеты процессов, изучаемых в курсе ПАХТ
- проверять техническое состояние оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт
- осуществлять оперативный контроль эксплутационных параметров и работы оборудования составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитать загрузку оборудования.
- работать с разными системами единиц, а также несистемными единицами; беспрепятственно пользовать справочные материалы прошлых периодов издания; проводить критериальные преобразования математических моделей различной степени сложности;

<u>-владеть</u>

-навыками применения основных законов естественно-научных дисциплин для реализации того или иного конкретного процесса в конструктивных особенностях предназначенного для его реализации аппарата;
- навыками подготовки к ремонту и приемки оборудования из ремонта;

- навыками ввода в эксплуатацию нового технологического оборудования, проведения профилактического осмотра и ремонта;
- навыками необходимыми для решения задач, связанных с проектированием, технологическими процессами и оборудованием, методами управления и регулирования химико - технологических процессов;

У обучающихся формируются следующие компетенции:

-способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1)

способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);

готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);

способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Процессы и аппараты химической технологии»представляет дисциплину с индексом Б1.Б.20 учебного плана направления 18.03.01 Химическая технология (на 3 курсе в 5 и 6 семестрах).

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 11 зачетных единиц (з.е.), 396академических часов.

Таблица 3.1 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	396
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	168,3 165,8
в том числе:	
лекции	72
лабораторные занятия	54
практические занятия	36
экзамен	~~0,3~~ 2,30
зачет	
курсовая работа (проект)	6
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	234
в том числе:	
лекции	72
лабораторные занятия	54
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	~~162~~ 167,2
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	~~72~~ 63

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.

1	2	3
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 идвумя 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 по-

		верхность 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.

	2	3
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 систе-	Передача массы в пределах твёрдой фазы. Массопроводность. Основной закон и его приближенный характер. Коэффициент массопровод-

	мах с твёрдой фазой	ности 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.

	2	3
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)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
5 семестр							
	Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика.	2	1		У1, У2, У3, У5,У6, МУ-1	УО	ПК-8 ОПК-1
2	Основные виды работы с математическими моделями процессов.	2		1	У1, У2, У4-У6	УО(2)	ПК-8
3	Механические процессы и их классификация.	2	2		У1, У2, У4-У6 МУ-2	ЗЛ(3)	ПК-7
4	Классификация сыпучих материалов.	2		2	У1, У2, У4-У6,	Т(4)	ПК-7
5	Гидростатика.	2	3		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(5)	ПК-8 ОПК-1
6	Гидродинамика как основы теории переноса количества движения.	2		3	У1, У2, У4-У6	УО(6)	ПК-8 ОПК-1
7	Количественная характеристика режима движения жидкости.	2	4		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(7)	ПК-8
8	Основные уравнения движения жидкостей.	2		4	У1, У2, У4-У6	Т(8)	ПК-8
9	Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования.	2	5		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(9)	ПК-23
10	Структура потока в аппарате.	2		5	У1, У4-У6	УО(10)	ПК-7,23
11	Перемешивание в жидких средах.	2	6		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(11)	
12	Гидродинамика многофазных систем.	2		6	У1, У4-У6	Т(12)	ПК-8
13	Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести.	2	7		У1, У2, У4-У6, МУ1	ЗЛ(13)	ПК-8
14	Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.	2		7	У1, У4-У6	Т(14)	ПК-8, 23
15	Коллективное или стесненное осаждение	2	8		У1, У2, У4-	ЗЛ(15)	ПК-8,

	твердых частиц.				У6, МУ1		23
16	Потерянный напор при движении через слой зернистого материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя.	2		8	У1, У4-У6	УО(16)	ПК-8, 23
17	Некоторые аспекты фильтрования.	2	9		У1, У2, У4-У6, МУ1	ЗЛ(17)	ПК-8, 23
18	Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.	2		9	У1, У4-У6	Т(18)	
6 семестр							
1	Теплопроводность.	2		1	У1, У4-У6	Т(1)	ПК-8 ОПК-1
2	Дифференциальное уравнение теплопроводности	2	1		У1, У2, У4-У6	ЗЛ	ПК-8
3	Тепловое излучение.	2		2	У1, У2	Т(3)	ПК-8
4	Теплоотдача.	2	2		У1, У4-У6	ЗЛ(4)	ПК-8 ОПК-1
5	Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня	2		3	У1, У2, У4-У6	Т(5)	ПК-23
6	Стационарная теплопередача.	2	2		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(6)	
7	Основы теории переноса количества массы.	2		4	У1, У2, У4-У6	УО(7)	ПК-23
8	Массопередача в системах без твёрдой фазы	2	2		У1-У3, М1	ЗЛ(8)	ПК-23
9	Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной).	2		5	У1, У2, У4-У6	Т(9)	ПК-23
10	Конвективная диффузия и масоотдача.	2	3		У1, У2, У4-У6	ЗЛ(10)	ПК-23
11	Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения.	2		6	У1, У2, У4-У6	УО(11)	ПК-7
12	Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой.	2	3		У1-У3, М1	ЗЛ(12)	ПК-23
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	Т(13)	ПК-23
14	Абсорбция. Распространение в природе,	2	4		У1-У3	ЗЛ(14	ПК-7

	быту и технике.					)	ОПК-1
15	Абсорбенты и абсорберы.	2		8	У1-У3	Т(15)	ПК-7
16	Растворение и кристаллизация.	2	4		У1-У3	ЗЛ(16)	ПК-7
17	Мембранные процессы	2		9	У1, У2,	Т(17)	ПК-7
18	Сушка как десорбция влаги из материала.	2	5		У1-У3	ЗЛ(18)	ПК-7

ЗЛ –защита лабораторных работ, УО-устный опрос, Т-тестирование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
	5 семестр	
1	Лабораторная работа №1.Инструктаж по технике безопасности и охране труда. Порядо бработки результатов эксперимента, оценки погрешности измерений. Оформление ла ораторных 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 резервуаре.	4
5	Лабораторная работа №5. Экспериментальное определение количественных характеристик режимадвижения 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. Знакомство 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
5	Лабораторная работа № 5. Периодическая экстракция отдельных компонентов реакционной смеси	4
	Итого за семестр, часов	**18**
	ИТОГО за год, часов	**54**

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.	2
2	Практическая работа№2. Тепловое излучение. Степень черноты тел. Коэффициенты поглощения и его практическое использование.	2
3	Практическая работа №3. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Конвективный перенос тепла в элементарном объеме движущейся среды.	2
4	Практическая работа №4. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	2
5	Практическая работа №5.Равновесие массообменных процессов. Законы фазового равновесия.	2
6	Практическая работа №6. Движущая сила и коэффициенты массопередачи в системах без твёрдой фазы.	2
7	Практическая работа №7. Конкретные массообменные процессы в системах без твёрдой фазы.	2
8	Практическая работа №8.Конкретные массообменные процессы в системах с твёрдой фазой	2
9	Практическая работа № 9. Диаграммы равновесия и методы их построения.	2
	Итого за 6 семестр, часов	18
	Итого, часов	36

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельнаяработа студентов

№	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Срок выполнения	Времы затраченное на выполнение СРС час
	5 семестр		
1	Процессы как важнейший раздел теоретических основ химической	2 неде-	6

	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.	ля	
2	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	8
3	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	6
4	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	4
5	Нагревающие и охлаждающие агенты. Способы нагревания и охлаждения и их реализация в аппаратурном оформлении.	8 неделя	4
6	Практические аспекты гидростатики: сообщающиеся сосуды (открытые, заполненные одной идвумя несмешивающимися жидкостями); расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда; пневматическое измерение количества жидкости в резервуаре; гидравлический пресс.	10 неделя	6
7	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	6
8	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.	14недел я	4
9	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	~~4~~ 19,85
10	Аппаратурное оформление для разделения систем двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.	18 неделя	6
	6 семестр		
1	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	6

2	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	6
3	Нестационарная теплопередача на примере одного из частных вариантов	6 неделя	6
4	Основные виды концентраций, используемых в рассмотрении массообменных процессов. Переходы от одних концентраций к другим.	8 неделя	6
5	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.	10неделя	6
6	Графическое изображение закона фазового равновесия (*Y*р - *X*-диаграмма). Линия равновесия и её вид. Коэффициент распределения и его смысл. Скорость массопередачи. Основное уравнение массопередачи	10 неделя	6
7	Использование рабочих линий и линий равновесных концентраций для определения локальных движущих сил процесса*Yp* , *Y,X*-диаграммам в зависимости от направления массопередачи и способа выражения движущей силы (□X или □Y).Коэффициенты массопередачи как функции коэффициентов масоотдачи и способа выражения движущей силы (□X или □*Y*). Обоснование равенства Кх□X =Ку□Y; Сколько коэффициентов массопередачи может быть для одного и того же массообменного процесса?	11неделя	6
8	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.	12неделя	6
9	Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии (величины критерия Від). 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	14неделя	6
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.	16неделя	6

	Варианты периодической ректификации.		
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 выпариваемогораствора. Многокорпусные выпарные установки, наиболее распространенные схемы; преимущества и недостатки; области использования. Устройство основных типов выпарных аппаратов. Области применения и выбор для использования	18неделя	~~6~~ 45,35 ②
	Итого за год		**~~162~~** 167,2 ②

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 литера-туры, современных программных средств.

- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной ра-боты студентов;

– тем рефератов;

– вопросов к зачету и экзамену;

–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.

Перечень примерных тем на курсовой проект:

Рассчитать теплообменник для предварительного подогрева раствора, поступающего затем на выпаривание

Рассчитать сколько элементов типа «труба в трубе» нужно для теплообменника для нагрева.

Выбор схемы направления потоков обоснуйте.

Рассчитать и адаптировать к каталожному теплообменник исопльзуя данные …..

И т.д.

6 Образовательные технологии Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 05.04.17 №301 по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология реализа-ция компентентностного подхода предусматривает широкое использование в образователь-ном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеауди-торной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистамиКомитета по тру-ду и занятости населения Курской области.

В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистамиКомите-та по труду и занятости населения Курской области.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при прове-дении 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

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. 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, экономическому, профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

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), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, экономики и производства, а также примеры 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 обу-чающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в про-цессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности	Б1.Б.11 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа Б1.Б.16 Прикладная механика Б1.В.07 Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры Б1.В.ДВ.04.01 Балансовые расчеты в химической практике Б1.В.ДВ.04.02 Основы научных исследований в химической практике	Б1.Б.11 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа Б2.В.04(П) Педагогическая практика	Б1.Б.19 Общая химическая технология Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии
ПК-7: способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии Б2.В.02(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности		
ПК-8: готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии Б2.В.02(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности		
ПК-23: способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии	Б1.В.15 Системы управления химико-технологическими процессами Б2.В.06(П) Преддипломная практика	

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/	Показатели оценивания	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень	Продвинутый уро-	Высокий уровень («отлич-

этап *(указывается название этапа из п.7.1)*	компетенций	(«удовлетворительно)	вень (хорошо»)	но»)
1	2	3	4	5
ОПК-1/завершающий	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыко от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3РПД* *2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков* *3.Умение применять знания,умения,* навыки *втиповых и нестандартных ситуациях*	Знать: частично знает, как применять основные законы естественно-научных дисциплин для изучения законов дисциплин, изучающих химические технологии Уметь: частично умеет использовать основные законы естественно-научных дисциплин для контроля технологического процесса	Знать: как применять основные законы естественно-научных дисциплин для изучения законов дисциплин, изучающих химические технологии Уметь: использовать основные законы естественно-научных дисциплин для контроля технологического процесса и проведения расчетов процессов	Знать: знает, как применять основные законы естественно-научных дисциплин для изучения законов ПАХТ, выполнения экспериментальных работ по химической технологии Уметь: использовать основныезаконы естественно-научных дисциплин для разработки плана экспериментальных работ; контроля технологического процесса и проведения расчетов процессов.
		Владеть: частичноВладеть: навыками применение основные зако-ны естественно-научных дисциплиндляосуществленияконтроля;	Владеть: навыкамиприменения основ-ные законов есте-ственно-научных дисциплин для реа-лизации иного конкретногопроцесса и осу-	Владеть: навыками применения основных законов естественно-научных дисциплин для разработки методик работы на лабораторных экспериментальных установках, реализации того или иного конкретного

			ществления контроля;	процесса и осуществления контроля;
ПК-7/ начальный, основной, завершающий	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3РПД* *2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков* *3.Умение применять знания,умения,* навыки *втиповых и нестандартных ситуациях*	Знать: определенный минимум знаний в области основных направлений развития научных основ изучаемых в ПАХПе процессов. Уметь: частичное умение проверять техническое состояние Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний припроверке техническое состояния оборудования	Знать: базовые основы конкретныхосновных законов передачи количеств движения, теплоты и массы, а также вытекающие из них следствия и практические приложения. Уметь:грамотно использовать знания при проверкетехническое состояния оборудования. Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проверке техническое состояния оборудования, организации текущего ремонта	Знать: базовые основы конкретных основные законы передачи количеств движения, теплоты и массы, а также вытекающие из них следствия и практические приложения; основные направлениях развития научных основ изучаемых в ПАХПе процессов в настоящее время и в ближайшей перспективе. Уметь: проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта. Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проверке техническое состояния оборудования, организации текущего ремонта и подготовке оборудование к ремонту
ПК-8/ начальный, основной, завершающий	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН,*	Знать: определенный минимум знаний в области основныхпроцессов, изучаемых в ПАХПеи оборудования для их ор-	Знать: базовые основы конкретныхосновные законов и практические приложения Уметь: граммотное	Знать: базовые основы конкретныхосновных законов ПАХП, принципы работы технологического оборудования. Уметь: граммотное уме-

	установ- *ленных в* *п.1.3РПД* *2.Качество освоенных обу-чающимся зна-* *ний, умений,* *навыков* *3.Умение при-* *менять зна-ния,умения,* навыки *втипо-вых и нестан-дартных ситу-ациях*	ганизации Уметь:частичное умение использовать справочные материа-лы для эксплуатации оборудования Владеть навыками эксплуатации обору-дования	умение использо- вать справочные материалы для экс- плуатации оборудо-вания. Владеть навыками для освоения вновь вводимого оборудо-вания	ние использовать спра- вочные материалы для освоения и эксплуатации вновь вводимого обору-дования. Владеть навыками для освоения и эксплуатации вновь вводимого обору-дования.

ПК-23/ начальный, основной	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыко от общего объема ЗУН, установ-ленных в п.1.3РПД* *2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков* *3.Умение применять знания,умения,* навыки *втиповых и нестандартных ситуациях*	Знать: определенный минимум знаний в области основных направлений развития научных основ изучаемых в ПАХПе процессов. Уметь: частичное умение работать с разными системами единиц, а также несистемными единицами; Владеть: частичное владение навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проектировании технологических процессов	Знать: базовые основы конкретных-основных законов передачи количеств движения, теплоты и массы, а также вытекающиеиз них следствия и практические приложения. Уметь: граммотное умение использовать разныесистемамы единиц, а также несистемными единицами; беспрепятственно пользовать справочные материалы прошлых периодов издания при проектировании технологических процессов Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проектировании технологических процессов	Знать: базовые основы конкретныхосновные законы передачи количеств движения, теплоты и массы, а также вытекающие из них следствия и практические приложения; основные направлениях развития научных основизучаемых в ПАХПе процессов в настоящее время и в ближайшей перспективе. Уметь: граммотное умение использовать разныесистемамы единиц, а также несистемными единицами; беспрепятственно пользовать справочные материалы прошлых периодов издания, проводить критериальные преобразования математических моделей различной степени сложности при проектировании технологических процессов. Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проектировании технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оцен-ки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

N п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или и 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.	ПК-8 ОПК-1	Лекции ЛабСРС	УО(1)	Вопросы 1-6	Согласно табл. 7.2
2	Основные виды работы с математическими моделями процессов.	ПК-8	Лекции Практ СРС	УО(2)	Вопросы 1-6	
3	Механические процессы и их классификация.	ПК-7	Лекции ЛабСРС	ЗЛ(3)	Вопросы 1-5	
4	Классификация сыпучих материалов.	ПК-7	Лекции Практ СРС	Т(4)	Вопросы 6-10	Согласно табл. 7.2
5	Гидростатика.	ПК-8 ОПК-1	Лекции ЛабСРС	ЗЛ(5)	Вопросы 1-6	
6	Гидродинамика как основы теории переноса количества движения.	ПК-8 ОПК-1	Лекции Практ СРС	УО(6)	Вопросы 6-14	
7	Количественная характеристика режима движения жидкости.	ПК-8	Лекции ЛабСРС	ЗЛ(7)	Вопросы 1-9	
8	Основные уравнения движения жидкостей.	ПК-8	Лекции Практ СРС	Т(8)	Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
9	Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования.	ПК-23	Лекции ЛабСРС	ЗЛ(9)	Вопросы 1-5	Согласно табл. 7.2
10	Структура потока в аппарате.	ПК-7,23	Лекции Практ СРС	С(10)	Вопросы 15-20	Согласно табл. 7.2

11	Перемешивание в жидких средах.		Лекции ЛабСРС	ЗЛ(11)	Вопросы 1-8	Согласно табл. 7.2
12	Гидродинамика многофазных систем.	ПК-8	Лекции Практ СРС	Т(12)	Вопросы 18-24	Согласно табл. 7.2
13	Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести.		Лекции ЛабСРС	ЗЛ(13)	Вопросы 1-5	Согласно табл. 7.2
14	Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.	ПК-8, 23	Лекции Практ СРС	Т(14)	Вопросы 18-28	Согласно табл. 7.2
15	Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц.	ПК-8, 23	Лекции ЛабСРС	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.	ПК-8, 23	Лекции Практ СРС	УО(16)	Вопросы 25-30	Согласно табл. 7.2
17	Некоторые аспекты фильтрования.	ПК-8, 23	Лекции ЛабСРС	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	Т(18)	Вопросы 1-36	Согласно табл. 7.2
6 семестр						
1	Теплопроводность.	ПК-8 ОПК-1	Лекции ЛабСРС	Т(1)	Вопросы 1-10	Согласно табл. 7.2
2	Дифференциальное уравнение теплопроводности	ПК-8	Лекции Практ СРС	УО(2)	Вопросы 1-10	Согласно табл. 7.2
3	Тепловое излучение.	ПК-8	Лекции	Т(3)	Вопросы 1-10	Согласно

			ЛабСРС			табл. 7.2
4	Теплоотдача.	ПК-8 ОПК-1	Лекции Практ СРС	УО(4)	Вопросы 1-10	Согласно табл. 7.2
5	Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня	ПК-23	Лекции Практ СРС	Т(5)	Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
6	Стационарная теплопередача.		Лекции Лаб СРС	УО(6)	Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
7	Основы теории переноса количества массы.	ПК-23	Лекции Лаб СРС	ЗЛ(7)	Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
8	Массопередача в системах без твёрдой фазы	ПК-23	Лекции лаб СРС	ЗЛ(8)	Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
9	Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной).	ПК-23	Лекции Практ СРС	Т (9)	Вопросы 15-25	Согласно табл. 7.2
10	Конвективная диффузия и масооотдача.	ПК-23	Лекции Лаб СРС	ЗЛ (10)	Вопросы 15-25	Согласно табл. 7.2
11	Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения.	ПК-7	Лекции Лаб СРС	ЗЛ(11)	Вопросы 15-25	Согласно табл. 7.2
12	Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой.	ПК-23	Лекции Практ СРС	УО(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).	ПК-23	Лекции Прак СРС	УО(13)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2
14	Абсорбция. Распространение в природе, быту и технике.	ПК-7 ОПК-1	Лекции Лаб СРС	ЗЛ(14)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2
15	Абсорбенты и абсорберы.	ПК-7	Лекции Практ СРС	Т (15)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2
16	Растворение и кристаллизация.	ПК-7	Лекции ЛабСРС	ЗЛ (16)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2
17	Мембранные процессы	ПК-7	Лекции Практ СРС	Т (17)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2
18	Сушка как десорбция вла-	ПК-7	Лекции	ЗЛ (18)	Вопросы	Согласно

	ги из материала.		Лаб СРС		20-29	табл. 7.2

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

№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 критериальногоуравнения 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 математических моделях процессов
3.2 Единичные варианты протекания процесса и математическая модель последнего
3.3. Условия однозначности и их классификация.

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

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

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания явля-ются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дис-циплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

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 и компетенции проверяются с помощью 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.

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. 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 балльнорейтинговой 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 количества жидкости в резервуаре.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
абораторная 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 сопротивления. Истечение жидкости под действием высотного напора. Перемещение жидкостей под действием механического напора.	1	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	
Посещаемость	0		16	
экзамен	0		36	
Итого	24		100	
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, защитил
Лабораторная работа №2. Изучение процесса теплопередачи при непосредственном контакте теплоносителей	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
раторная работа№ 3Оценка эффективности работы абсорберов барботажного типа в различных условиях	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Лабораторная работа№ 4.Растворение солей металлов и карбоновых кислот в органических средах	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Лабораторная работа № 5. Периодическая экстракция отдельных компонентов реакционной смеси	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Практическая работа №1. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа№2. Тепловое излучение. Степень черноты тел. Коэффициенты поглощения и его практическое использование.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №3. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Конвективный перенос тепла в элементарном объеме движущейся среды.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №4. Практическоеприменение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №5.Равновесие массообменных процессов. Законы фазового равновесия.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №6. Движущая сила и коэффициенты массопередачи в системах без твёрдой фазы.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
Практическая работа №7. Конкретные массообменные процессы в системах без твёрдой фазы.	1	Выполнил, не защитил	2	Выполнил, защитил
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, защитил
СРС	6		12	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
экзамен	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в форме тестирования, исполь-зуется 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 –2балла,
- 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. - М.: Альянс, 2014.
- 752 с.

8.2 Дополнительная учебная литература

2. Химическая техника. Процессы и аппараты/ Э. Игнатович. М.: Техносфера. 2007. - 656 с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химических технологии. 9-е изд. -М.: Химия, 1973. - 750 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппара-тов химической технологии. 9-е изд. - Л.: Химия, 1981. - 560 с.

5. Айнштейн В.Г. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Кн.1. М.: Логос - Высшая школа, 2002.- 912с.

6. Айнштейн В.Г. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Кн.2. М.: Логос - Высшая школа, 2002. - 872с.

7.Новый справочник химика и технолога. [Текст] в 2 томах. Том I. Химическое равновесие. Свойства растворов. СПб.: Профессионал. 2004. 998 с

8.3 Перечень методических указаний

1 Растворение и растворимость твердых веществ и их смесей в жидкостях [электр. ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам ПАХП, УИРС и

НИРС, физическая химия /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.М. Иванов, С.Д. Пожидаева, Т.А. Маякова. Курск, 2010.31 с.
2. Механические процессы [электр. ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине ПАХП /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.Ю. Елисеева, А.М. Иванов. Курск, 2014.10 с.

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. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
3. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/

4. 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/.

Доступ к книгам абонемента, статьям периодической печати, базе данных трудов ученых ЮЗГУ (Известия ЮЗГУ).

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вся методическая литература и методические указания, необходимые для самостоятельного изучения дисциплины перечислены в пунктах 8.1 и 8.2.

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 учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В роцессе 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 за-нятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами 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 осуществле-нии образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программ-ного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Антивирус Kaspersky Лицензия 156A-160809-093725-387-506. Libreoffice(Бесплатная, GNU General Public License); операционная система Windows (Договор IT000012385)

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществ-ления 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.)
Набор реактивов по каждой лабораторной работе.
Стационарная установка для изучения различных режимов движения жидкостей.
Установка для изучения процессов измельчения твёрдых сыпучих материалов.

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).

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			
1		4, 15			2	31.08.2017	Протокол № 1 заседания кафедры ХиХТ
2	2, 12, 14	—	—	—	3	15.10.19	
3	4	–	–	–	1	08.09.20	

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 03.03.2023 19:48:54
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3[illegible]

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

Цель дисциплины

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

2) 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 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:

способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);

готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);

способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

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.

подписан

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Естественно-научного
(Наименование ф-та полностью)
_____ П .А .Ряполов
(подпись, инициалы ,фамилия)
"23" 11 2016 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты химической технологии

(Наименование дисциплины)

направление подготовки 18.03.01
(шифр согласно ФГОС

Химическая технология
наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

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

Курск -2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая техноло-

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом № 1005 от 11.08.2016 г. и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета «26» 09 2016 г, протокол № 1.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в учебном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии
« 17 » 11 2016г., протокол № .7

Зав. кафедрой ФХиХТ _____ Л. М. Миронович
д.х.н., профессор

Разработчик программы,
д.х.н., профессор _____ Л.М.Миронович

Директор научной библиотеки _____ В. Г. Макаровская

Рабочая программа 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 «30» 01 2017 г, протокол № 5 . на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «31 »08 2017г., протокол № 1

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа 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 « 9 »26.02.2018 г, протокол № 9 на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «29.08 2018г., протокол № 1.

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа 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» 0 201 г, протокол № 7 на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «24.06. 2019г., протокол № 16 .

и.о. Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Органич. хим

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 5 «30» 01 2017, на заседании кафедры ФХиХТ, 26.06.2020г. Пр №13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 9 «26» 09 2018, на заседании кафедры ФХиХТ, 30.06.2021г, Пр №15
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 7 «29» 03 2019, на заседании кафедры ФХиХТ, 18.06.2022г., пр №14
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 7 «25» 02 2020, на заседании кафедры ФХиХТ, 29.06.2023г, пр №13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В Кувардин

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения об-разовательной 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 совершенствованием уже известных процессов и аппаратов;

2) 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.

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 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.

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

Обучающиеся должны **знать:** основные законы передачи количеств движения, теплоты и массы, а также вытекающие из них следствия и практические приложения; основные направлениях развития научных основ изучаемых в ПАХПе процессов в настоящее время и в ближайшей перспективе; знать обрудование, технологические процессы и авоматизированные системы технологической подготовки производства;

- **уметь** работать с разными системами единиц, а также несистемными единицами; беспрепятственно пользовать справочные материалы прошлых периодов издания; проводить критериальные преобразования математических моделей различной степени сложности; проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта

-владеть навыками использования полученных в ПАХПе знаний при изучении химических процессов, в том числе и их обязательных промежуточных стадий, навыками проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);

готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);

способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Процессы и аппараты химической технологии» представляет дисциплину с индексом Б1.Б.20 учебного плана специальности 18.03.01 Химическая технология (на 3 и 4 курсах).

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 11 зачетных единиц (з.е.), 396 академических часов.

Таблица 3.1 – Объём дисциплины

Таблица 3.1 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	396
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	~~40,6~~ 40,24 (1)
в том числе:	
лекции	16
лабораторные занятия	8
практические занятия	16
экзамен	~~0,6~~ 0,24 (1)
зачет	
курсовая работа (проект)	4
расчетно-графическая (контрольная) работа	Не предусмотрено
Аудиторная работа (всего):	40
в том числе:	
лекции	16
лабораторные занятия	8
практические занятия	16
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	338
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	18

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
		3 курс
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.

1	2	3
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.

1	2	3
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.
4 курс		
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

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)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
3 курс							
1	Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика.	2	1	1	У1, У2, У3, У5, У6, МУ-1	С ЗЛ (1-4)	ПК-8
2	Основные виды работы с математическими моделями процессов.						ПК-8
3	Механические процессы и их классификация.				У1, У2, У4-У6 МУ-2		ПК-7
4	Классификация сыпучих материалов.						ПК-7
5	Гидростатика.	2		2	У1, У2, У4-У6	С ЗЛ (5-10)	ПК-8
6	Гидродинамика как основы теории переноса количества движения.						ПК-8
7	Количественная характеристика режима движения жидкости.						ПК-8
8	Основные уравнения движения жидкостей.				У1, У2, У4-У6		ПК-8
9	Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования.						ПК-23
10	Структура потока в аппарате.						ПК-7,23
11	Перемешивание в жидких средах.	2	2	3		С ЗЛ (11-15)	
12	Гидродинамика многофазных систем.				У1, У4-У6		ПК-8
13	Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести.				У1, У2, У4-У6, МУ1		
14	Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.				У1, У4-У6		ПК-8, 23
15	Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц.				У1, У2, У4-У6, МУ1		ПК-8, 23
16	Потерянный напор при движении через слой зернистого материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого слоя.	2		4	У1, У4-У6	С, ЗЛ(16-18)	ПК-8, 23
17	Некоторые аспекты фильтрования.				У1, У4-У6		ПК-8, 23
18	Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.						
4 курс							
1	Теплопроводность.	2	1	1	У1, У4-У6	С ЗЛ (1-4)	ПК-8
2	Дифференциальное уравнение теплопроводности				У1, У2, У4-У6		ПК-8
3	Тепловое излучение.						ПК-8
4	Теплоотдача.						ПК-8
5	Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня	2		2	У1, У2, У4-У6	С ЗЛ (5-10)	ПК-23
6	Стационарная теплопередача.				У1, У2, У4-У6		
7	Основы теории переноса количества массы.				У1, У2, У4-У6		ПК-23

8	Массопередача в системах без твёрдой фазы				У1-У3, М1		ПК-23
9	Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной).				У1, У2, У4-У6		ПК-23
10	Конвективная диффузия и масооотдача.				У1, У2, У4-У6		ПК-23
11	Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения.				У1, У2, У4-У6		ПК-7
12	Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой.				У1-У3, М1		ПК-23
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	2	3	У1, У2, У4-У6	С ЗЛ (11-14)	ПК-23
14	Абсорбция. Распространение в природе, быту и технике.				У1-У3		ПК-7
15	Абсорбенты и абсорберы.				У1-У3		ПК-7
16	Растворение и кристаллизация.	2		4	У1-У3	С ЗЛ (15-18)	ПК-7
17	Мембранные процессы				У1, У2,		ПК-7
18	Сушка как десорбция влаги из материала.				У1-У3		ПК-7

ЗЛ –защита лабораторных работ, С –собеседование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
	3 курс	
1	Лабораторная работа №1. Рассеивание сыпучих материалов.	2
2	Лабораторная работа №2. Пневматические измерения количества жидкости в резервуаре.	2
	Итого за 5 семестр, часов	**4**
	4 курс	
1	Лабораторная работа №1. Изучение процесса теплопередачи при непосредственном контакте теплоносителей	2
2	Лабораторная работа №2. Оценка эффективности работы абсорберов барботажного типа в различных условиях	2
	Итого за семестр, часов	**4**
	ИТОГО за год, часов	**8**

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№ п/п	Наименование практического занятия	Объем, час.
	3 курс	
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
	Итого за семестр	**8**
	4 курс	

1	Практическая работа №1. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях.	2
2	Практическая работа№2. Тепловое излучение. Степень черноты тел. Коэффициенты поглощения и его практическое использование.	2
3	Практическая работа №3. Практическое применение основных законов теплоотдачи. Конвективный перенос тепла в элементарном объеме движущейся среды.	2
4	Практическая работа №4. Практическое применение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	2
	Итого за 6 семестр, часов	8
	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
	3курс		
1	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	15
2	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	15
3	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	15
4	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	15
5	Нагревающие и охлаждающие агенты. Способы нагревания и охлаждения и их реализация в аппаратурном оформлении.	8 неделя	15
6	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	15
7	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	15
8	Понятие о кавитации. Насосы и их основные типы. Сжатие и	14	15

	перемещение газов. Особенности этого процесса. Компрессионные машины и их классификация. Измерение скорости движения жидкости. Трубки Пито-Прандтля. Измерение расхода жидкости. Дроссельные устройства.	неделя	
9	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	15
10	Аппаратурное оформление для разделения систем двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.	18 неделя	16
	4 курс		
1	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	17
2	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	17
3	Нестационарная теплопередача на примере одного из частных вариантов	6 неделя	17
4	Основные виды концентраций, используемых в рассмотрении массообменных процессов. Переходы от одних концентраций к другим.	8 неделя	17
5	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	17
6	Графическое изображение закона фазового равновесия ($Y_р$ - X-диаграмма). Линия равновесия и её вид. Коэффициент распределения и его смысл. Скорость массопередачи. Основное уравнение массопередачи	10 неделя	17
7	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	17
8	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	17
9	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	14 неделя	17

	как составная часть адсорбционного процесса (регенерация адсорбента). Благоприятствующие и препятствующие факторы. Схемы десорбции и наиболее распространенные десорбенты		
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	17
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	18 неделя	17
	Итого за год		**338**

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 литера-туры, современных программных средств.

- путем разработки:

–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.

Перечень примерных тем на курсовую работу:

Определить тип растворимости предложенного соединения в указанном растворителе (растворе) в диапазоне 15-90ºС (положительная, отрицательная, иная растворимость)

Оценить водопоглощение (сорбцию растворителя) предложенной твердой фазой в указанных диапазонах температуры и интенсивности перемешивания (в отсутствие и в присутствиеперетирающего агента)

Оценить сорбцию предложенного вещества твердой фазой в указанном растворителе и условиях проведения

Собрать установку и отработать методику проведения лабораторной работы по одному из разделов ПАХТ, включая и калибровку задействованных в ней измерительных приборов (реометров, ротаметров и т.д.)

Расчет и экспериментальная оценка уноса легколетучего компонента жидкой фазы с протоком газа при его барботаже при разных температурах

Выбор, обоснование и изготовление аппарата для заданных условий его работы.

Получение количесвтенных характеристик адсорбции в предложенном модельном объекте.

Рассчитать средний состав дистиллята при перегонке предложенной бинарной смеси и выявить, что нужно сделать, чтобы он совпадал с экспериментально найденным на практике

Оценка величины водопоглощения гидроксида меди (II) в водных растворах сульфата меди (II) разной концентрации в диапазоне температур 15-75°С

Оценка величины водопоглощения и растворимости гидроксида меди (II) в водных растворах сульфата аммония, натрия и цинка в зависимости от концентрации сульфата и температуры

Оценка величины водопоглощения и растворимости основного хлорида меди в водных растворах солей аммония в зависимости от концентрации сульфата и температуры

Отработка условий дробной кристаллизации продуктов окисления меди из фильтратов реакционных смесей

Изучение процесса испарения растворителя из фильтратов процессов получения основных солей меди (II) в разных условиях

Изучения динамики растворения смесей $Cu(OH)Cl$ и $CuA_2{\cdot}3Cu(OH)_2$ в завсисмости от соотношения этих компонентов и содержания солей в растворах

Изучение кристаллизации фторида меди (II) и продуктов его щелочного гидролиза из реакционных смесей

Изучение кристаллизации основных солей меди (II) из кислых реакционных смесей

Оценка величины водопоглощения и температурного хода растворимости основных солей меди $CuA_2{\cdot}3Cu(OH)_2$

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от ~~11 августа 2016 г. №1005~~ 05.04.17 №301 по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология реализация компентентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области. (1)

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.
	3 курс		
1	Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика.	Лекция-дискуссия	2

7	Практическая работа №2. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях.	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
	Итого практических работ		**2**
	4 курс		

1	Теплопроводность.	Лекция-дискуссия	2
	Итого лекционных занятий		**2**
6	Практическая работа №4. Практическое применение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
	Итого практических работ		**2**

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в про-цессе освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7)	Процессы и аппараты химической технологии Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности		
готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8)	Процессы и аппараты химической технологии Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности		
способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23)	Процессы и аппараты химической технологии		Системы управления химико-технологическими процессами Преддипломная практика

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

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.7.1)*	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-7/ начальный, основной, завершающий	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН,*	Знать: определенный минимум знаний в области изучаемых в ПАХПе процессов.	Знать: базовые основы конкретных технологических процессов.	Знать: основные законы, а также вытекающие из них следствия и практические приложения;
ПК-7/ начальный, основной, завершающий	*установ-ленных в п.1.3РПД 2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков 3.Умение применять знания, умения,* навыки *в типовых и нестандартных ситуациях*	Уметь: частичное умение проверять техническое состояние Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проверкетехническое состояния оборудования	Уметь: грамотно использовать знания при проверкетехническое состояния оборудования. Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проверке техническое состояния оборудования, организации текущего ремонта	обрудование, технологические процессы и авоматизированные системы технологической подготовки производства; Уметь: проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта. Владеть: навыками использования полученных в ПАХПе знаний при проверке техническое состояния оборудования, организации текущего ремонта и подготовке оборудование к ремонту
ПК-8/ начальный, основной, завершающий	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установ-ленных в п.1.3РПД 2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков 3.Умение применять знания, умения,* навыки *в типовых и нестандартных ситуациях*	Знать: определенный минимум знаний в области основных процессов, изучаемых в ПАХПе и оборудования для их организации Уметь: частичное умение использовать справочные материалы для эксплуатации оборудования Владеть навыками эксплуатации оборудования	Знать: базовые основы конкретных основные законов и практические приложения Уметь: граммотное умение использовать справочные материалы для эксплуатации оборудования. Владеть навыками для освоения вновь вводимого оборудования	Знать: принципы работы технологического оборудования. Уметь: граммотное умение использовать справочные материалы для освоения и эксплуатации вновь вводимого оборудования. Владеть навыками для освоения и эксплуатации вновь вводимого оборудования.
ПК-23/ начальный, основной	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема*	Знать: определенный минимум знаний в области технологических	Знать: базовые основы технологических процессов Уметь:	Знать: технологические процессы, методы проектирования Уметь: проектировать технологические

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 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 оценивая
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
3 курс						
1	Основные процессы в химической технологии (в порядке усложнения) и их краткая характеристика.	ПК-8	Лекции Лаб Практ СРС	С ЗЛ (1-4)	Вопросы 1-10	Согласно табл. 7.2
2	Основные виды работы с математическими моделями процессов.	ПК-8				
3	Механические процессы и их классификация.	ПК-7				
4	Классификация сыпучих материалов.	ПК-7				
5	Гидростатика.	ПК-8		С ЗЛ (5-10)	Вопросы 1-20	Согласно табл. 7.2
6	Гидродинамика как основы теории переноса количества движения.	ПК-8	Лекции Лаб Практ СРС			
7	Количественная характеристика режима движения жидкости.	ПК-8				
8	Основные уравнения движения жидкостей.	ПК-8				
9	Уравнения Навье-Стокса (вывод) и их критериальные преобразования.	ПК-23				
10	Структура потока в аппарате.	ПК-7,23				
11	Перемешивание в жидких средах.		Лекции Лаб Практ СРС	С ЗЛ (11-15)	Вопросы 1-28	Согласно табл. 7.2
12	Гидродинамика многофазных систем.	ПК-8				
13	Осаждение твердой частицы под действием силы тяжести.					
14	Закон сопротивления среды движущемуся в ней твёрдому телу.	ПК-8, 23				
15	Коллективное или стесненное осаждение твердых частиц.	ПК-8, 23				
16	Потерянный напор при движении через слой зернистого материала и перепад давлений на преодоление сопротивления такого	ПК-8, 23	Лекции Лаб Практ СРС	С, ЗЛ(16-18)	Вопросы 1-36	Согласно табл. 7.2

	слоя.					
17	Некоторые аспекты фильтрования.	ПК-8, 23				
18	Некоторые особенности гидродинамики двухфазных систем с жидкостью или газом в качестве дисперсной фазы.					
4 курс						
1	Теплопроводность.	ПК-8	Лекции Лаб Практ СРС	С ЗЛ (1-4)	Вопросы 1-10	Согласно табл. 7.2
2	Дифференциальное уравнение теплопроводности	ПК-8				
3	Тепловое излучение.	ПК-8				
4	Теплоотдача.	ПК-8				
5	Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня	ПК-23	Лекции Лаб Практ СРС	С ЗЛ (5-10)	Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
6	Стационарная теплопередача.				Вопросы 10-18	
7	Основы теории переноса количества массы.	ПК-23			Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
8	Массопередача в системах без твёрдой фазы	ПК-23			Вопросы 10-18	Согласно табл. 7.2
9	Перенос массы в пределах одной фазы (жидкой и газообразной).	ПК-23			Вопросы 15-25	
10	Конвективная диффузия и масооотдача.	ПК-23			Вопросы 15-25	
11	Средняя движущая сила массообменного аппарата и способы её нахождения.	ПК-7	Лекции Лаб Практ СРС	С ЗЛ (11-14)	Вопросы 15-29	Согласно табл. 7.2
12	Особенности массопредачи в системах с твёрдой фазой.	ПК-23				
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).	ПК-23				
14	Абсорбция. Распространение в природе, быту и технике.	ПК-7				
15	Абсорбенты и абсорберы.	ПК-7	Лекции Лаб Практ СРС	С ЗЛ (15-18)	Вопросы 20-29	Согласно табл. 7.2
16	Растворение и кристаллизация.	ПК-7				
17	Мембранные процессы	ПК-7				
18	Сушка как десорбция влаги из материала.	ПК-7				

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

№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 критериального уравнения процесса

2.3. Временная функция скорости стеснённого осаждения и интерпретация его характерных участков

Перечень примерных тем на курсовую работу:

Определить тип растворимости предложенного соединения в указанном растворителе (растворе) в диапазоне 15-90ºС (положительная, отрицательная, иная растворимость)
Оценить водопоглощение (сорбцию растворителя) предложенной твердой фазой в указанных диапазонах температуры и интенсивности перемешивания (в отсутствие и в присутствии перетирающего агента)
Оценить сорбцию предложенного вещества твердой фазой в указанном растворителе и условиях проведения
Собрать установку и отработать методику проведения лабораторной работы по одному из разделов ПАХТ, включая и калибровку задействованных в ней измерительных приборов (реометров, ротаметров и т.д.)
Расчет и экспериментальная оценка уноса легколетучего компонента жидкой фазы с протоком газа при его барботаже при разных температурах
Выбор, обоснование и изготовление аппарата для заданных условий его работы.
Получение количественных характеристик адсорбции в предложенном модельном объекте.
Рассчитать средний состав дистиллята при перегонке предложенной бинарной смеси и выявить, что нужно сделать, чтобы он совпадал с экспериментально найденным на практике
Оценка величины водопоглощения гидроксида меди (II) в водных растворах сульфата меди (II) разной концентрации в диапазоне температур 15-75°С
Оценка величины водопоглощения и растворимости гидроксида меди (II) в водных растворах сульфата аммония, натрия и цинка в зависимости от концентрации сульфата и температуры
Оценка величины водопоглощения и растворимости основного хлорида меди в водных растворах солей аммония в зависимости от концентрации сульфата и температуры
Отработка условий дробной кристаллизации продуктов окисления меди из фильтратов реакционных смесей
Изучение процесса испарения растворителя из фильтратов процессов получения основных солей меди (II) в разных условиях
Изучения динамики растворения смесей $Cu(OH)Cl$ и $CuA_2 \cdot 3Cu(OH)_2$ в зависимости от соотношения этих компонентов и содержания солей в растворах
Изучение кристаллизации фторида меди (II) и продуктов его щелочного гидролиза из реакционных смесей
Изучение кристаллизации основных солей меди (II) из кислых реакционных смесей
Оценка величины водопоглощения и температурного хода растворимости основных солей меди $CuA_2 \cdot 3Cu(OH)_2$
Рассчитать и адаптировать к каталожному теплообменник для охлаждения теплоносителяс учетом потерь в окружающую среду.
Рассчитать и адаптировать к каталожному теплообменник для нагревания теплоносителяс учетом потерь в окружающую среду.
Рассчитать теплообменник с теплообменной поверхностью из металла и адаптировать его к каталожному варианту с учетом его длины и потерь в окружающую среду
Рассчитать и адаптировать к каталожному кожухотрубный теплообменник для нагревания теплоносителяс обоснованием направлений потоков.
Рассчитать поверхность теплообмена и выбрать наиболее подходящий из стандартных вариантов

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 02.016-2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;
- методических рекомендациях по выполнению курсовой работы (курсового проекта).

Типовые задания для промежуточной аттестации

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

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

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания явля-ются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дис-циплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

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 и компетенции проверяются с помощью 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.

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 02.016–2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указан-ные в списке литературы.

Для *текущего контроля* 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
3 курс				
Лабораторная работа №1. Рассеивание сыпучих материалов.	0	Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №2. Пневматические измерения количества жидкости в резервуаре.	0	Выполнил, не защитил	6	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.	0	Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа №2. Гидростатика. Законы гидростатики в практических приложениях.	0	Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа №3. Гидродинамика. Практические аспекты основных законов гидродинамики однофазных потоков.	0	Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа№4 Практические аспекты основных законов гидродинамики многофазных потоков.	0	Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Итого	0		36	
Посещаемость	0		14	
экзамен	0		60	
Итого	0		100	
4 курс				
Лабораторная работа №1. Изучение процесса теплопередачи при непосредственном контакте теплоносителей		Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №2. Оценка эффективности работы абсорберов барботажного типа в различных условиях		Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа №1. Элементарные виды переноса тепла в практических приложениях.		Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа№2. Тепловое излучение. Степень черноты тел. Коэффициенты поглощения и его практическое использование.		Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа №3. Практическое применение основных законов теплоотдачи. Конвективный перенос тепла в элементарном объеме движущейся среды.		Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Практическая работа №4. Практическое применение основных законов теплоотдачи. Основные критерии теплового подобия, их смысл и практическое применение.		Выполнил, не защитил	6	Выполнил, защитил
Итого			36	
Посещаемость			14	
экзамен			60	
Итого			100	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, исполь-зуется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта дея-тельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:
- задание в закрытой форме –2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 60 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 [Текст]: учебник / А. Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. - 752 с.

2. Фролов В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Фролов. - СПб. : Химиздат, 2008. - 608 с. // Режим доступа - http://biblioclub.ru/

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Фролов В. Ф. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов, П. Романков, О. Флисюк. - СПб.: Химиздат, 2010. - 544 с. // Режим доступа - http://biblioclub.ru.

4. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст]: учебник / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - 9-е изд. - Л.: Химия, 1981. - 560 с.

5. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии [Текст] : учебник для студ. вуз. / под ред. В. Г. Айнштейна. - М. : Высшая школа, 2002. - Кн. 1. - 912 с.

6. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии [Текст] : учебник для студ. вуз. / под ред. В. Г. Айнштейна. - М. : Высшая школа, 2002. - Кн. 2. - 872 с.

7. Новый справочник химика и технолога. Химическое равновесие. Свойства растворов [Текст] . - СПб. : Профессионал, 2004. - 998 с

8.3 Перечень методических указаний

1 Растворение и растворимость твердых веществ и их смесей в жидкостях [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам ПАХП, УИРС и НИРС, физическая химия /Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. М. Иванов, С. Д. Пожидаева, Т. А. Маякова. - Курск, ЮЗГУ, 2010. - 31 с.

2. Механические процессы [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам ПАХП /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.Ю. Елисеева, А.М. Иванов. - Курск, ЮЗГУ, 2014. - 10 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета,

отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Химическая технология

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

1. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)

3. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/

4. 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/.

Доступ к книгам абонемента, статьям периодической печати, базе данных трудов ученых ЮЗГУ (Известия ЮЗГУ).

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вся методическая литература и методические указания, необходимые для самостоятельного изучения дисциплины перечислены в пунктах 8.1 и 8.2.

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 учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В 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 за-нятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами 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 осуществле-нии образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программ-ного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществ-ления 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.).

Лабораторное оборудование: аналитические весы, техно-химические весы, мешалки, магнитные мешалки, термостаты, сушильный шкаф, электрическая плитка, водяная баня, масляная баня, песчаная баня, вытяжные шкафы, вакуумный насос, pH-метр, кондуктометр

Вспомогательное оборудование (штативы, холодильники, термометры и др.)

Набор реактивов по каждой лабораторной работе.

Стационарная установка для изучения различных режимов движения жидкостей.

Установка для изучения процессов измельчения твёрдых сыпучих матриалов.

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			
1	4, 13	-	-	-	2	31.08.17	Протокол 1 заседания кафедры ФХиКТ от 31.08.17