МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Газопереработка и водородные технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет (ИТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Газопереработка, водородные и специальные технологии"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	396 / 11
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Самара 2024

Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических наук, доцент	А.Ю Чуркина
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)
Заведующий кафедрой	О.В. Тупицына, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	И.А Башарина, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.А. Пименов, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)
Заведующий выпускающей кафедрой	С.В. Востриков, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 8
4.1 Содержание лекционных занятий 8
4.2 Содержание лабораторных занятий 14
4.3 Содержание практических занятий 16
4.4. Содержание самостоятельной работы 18
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 20
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 22
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 22
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 23
9. Методические материалы 23
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 25

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	Владеть навыками применения основ теории переноса импульса, тепла и массы, принципов физического и математического моделирования процессов химической технологии, основных уравнений движения жидкостей, основ теории теплопередачи, основ теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз при решении теоретических и практических задач, в том числе при проектировании аппаратов типовых процессов химической технологии
			Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета

			Уметь применять основы теории переноса импульса, тепла и массы, принципы физического и математического моделирования процессов химической технологии, основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи, основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз при решении теоретических и практических задач, в том числе при проектировании аппаратов типовых процессов химической технологии
		ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	Владеть методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования
		ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	
		ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	Знать основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии
		ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса

		ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства	Уметь рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства
		ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	Уметь выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе
Универсальные компетенции			
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности	Знать технологические расчеты аппаратов химической промышленности
		УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений
		УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	Уметь решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	**Предшествующие дисциплины**	**Параллельно осваиваемые дисциплины**	**Последующие дисциплины**

ОПК-4	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Общая химическая технология и основы моделирования	Общая химическая технология и основы моделирования; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Системы управления химико-технологическими процессами
УК-2	Инженерная и компьютерная графика; Прикладная механика; Учебная практика: проектная практика	Планирование эксперимента; Практико-ориентированный проект; Прикладная механика; Системы искусственного интеллекта; Учебная практика: проектная практика	Основы проектирования газо- и нефтеперерабатывающих предприятий; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Практико-ориентированный проект

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	4 семестр часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	144	16	64	64
Лекции	80	16	32	32
Лабораторные работы	32	0	16	16
Практические занятия	32	0	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	11	3	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	151	89	31	31
подготовка к зачету	12	12	0	0
составление конспектов	90	77	7	6
выполнение курсовых работ	18	0	18	0
подготовка к участию в собеседовании	9	0	6	3
выполнение курсовых проектов	22	0	0	22
Контроль	90	0	45	45
Итого: час	396	108	144	144
Итого: з.е.	11	3	4	4

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	24	12	8	111	155
2	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	24	10	12	32	78
3	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	26	10	12	6	54
4	Теория основных механических процессов и используемое оборудование	6	0	0	2	8
	КСР	0	0	0	0	11
	Контроль	0	0	0	0	90
	Итого	80	32	32	151	396

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				
1	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.1. Гидростатика.	Представление о жидкостях как о сплошных средах. Понятие о реальной и идеальной жидкостях. Основные свойства жидкостей. Гидростатическое давление. Принципы измерения гидростатического давления. Манометры.	2
2	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.1. Гидростатика. Продолжение	Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Физический смысл каждого слагаемого основного уравнения гидростатики. Некоторые практические приложения основного уравнения гидростатики.	2
3	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.2. Гидродинамика.	Движущая сила течения жидкостей. Понятие о гидравлическом радиусе и эквивалентном диаметре. Скорость и расход жидкости. Стационарный и нестационарный потоки. Физический смысл закона внутреннего трения. Вязкость.	2

4	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.2. Гидродинамика. Продолжение	Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости. Критерий Рейнольдса как показатель режима течения. Уравнение неразрывности потока. Материальный баланс потока.	2
5	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.2. Гидродинамика. Продолжение	Дифференциальное уравнение движения Эйлера. Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей.	2
6	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.2. Гидродинамика. Продолжение	Гидродинамическое сопротивление трубопроводов. Потери давления на трение и местные сопротивления и их расчет. Расчет оптимального диаметра трубопровода.	2
7	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.3. Перемещение жидкостей.	Насосы. Классификация насосов. Основные параметры: производительность, давление (напор), мощность, КПД.	2
8	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.3. Перемещение жидкостей. Продолжение	Высота всасывания насоса. Особенности перекачивания горячих и вязких жидкостей. Графики подачи насоса. Работа насоса на сеть, рабочая точка. Конструкции насосов. Сравнительная характеристика основных типов насосов и области их применения.	2
			Итого за семестр:	**16**
5 семестр				
9	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.4. Гидродинамика неньютоновских жидкостей.	Понятие неньютоновской жидкости. Бингамовские пластичные, псевдопластичные, дилатантные, тиксотропные, реопектантные, вязкоупругие (максвелловские) жидкости. Течение неньютоновских жидкостей, кривые течения.	2
10	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.5. Гидродинамика зернистых слоев.	Основные характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность, эквивалентный диаметр каналов и частиц слоя. Характеристика псевдоожиженных зернистых слоев. Скорость псевдоожижения и скорость уноса. Пневмо- и гидротранспорт зернистых материалов. Потери давления при пневмотранспорте.	2
11	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.6. Основы теории обобщенных переменных и принципы моделирования.	Теория подобия. Подобие физических явлений и процессов. Физическое и математическое моделирование. Условия однозначности. Подобие условий однозначности. Понятие критерия подобия (обобщенной переменной). Виды критериев подобия. Обобщенные критериальные уравнения.	2

12	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Тема 1.6. Основы теории обобщенных переменных и принципы моделирования. Продолжение	Проблемы масштабного перехода в теории подобия, приближенное моделирование. Гидравлическое моделирование. Структура потока. Модели гидродинамической структуры потока: идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная, диффузионная, комбинированная. Кривые отклика.	2
13	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.1. Теплопередача в химической аппаратуре.	Тепловые процессы в химической промышленности. Основные понятия и определения (температурное поле, градиент температур, тепловой поток). Механизмы переноса тепла: теплопроводность, лучистый теплообмен, конвекция. Основные теплоносители и хладагенты, применяемые в промышленности. Принципы составления теплового баланса системы.	2
14	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.2. Теплопроводность.	Закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Поведение коэффициента теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел при изменении температуры и давления. Теплопроводность плоской одно- и многослойной стенки.	2
15	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.3. Теплоотдача.	Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Механизм теплоотдачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение теплового подобия. Особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителей. Виды конденсации и кипения. Параметры, влияющие на процесс конденсации и кипения. Критерий фазового перехода.	2
16	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.4. Теплопередача.	Основное уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентами теплоотдачи и теплопередачи. Движущая сила процесса, ее расчет. Взаимное направление движения теплоносителей, его оптимальный выбор. Применение основного уравнения теплопередачи для инженерных расчетов.	2
17	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.5. Конструкции теплообменных аппаратов.	Классификация теплообменных аппаратов. Сравнительная характеристика теплообменников разных видов, достоинства, недостатки, область применения.	2
18	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.6. Лучистый теплообмен.	Основные понятия. Законы излучения. Совместное излучение двух твердых тел.	2

19	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.6. Лучистый теплообмен. Продолжение	Совместный перенос теплоты конвекцией и излучением (сложная теплоотдача). Тепловая изоляция. Требования к материалам тепловой изоляции. Примеры. Расчет толщины тепловой изоляции.	2
20	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.7. Конструкции и расчет трубчатых печей.	Устройство трубчатых печей. Классификация трубчатых печей. Особенности теплообмена в трубчатых печах. Основные показатели работы трубчатой печи.	2
21	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.7. Конструкции и расчет трубчатых печей. Продолжение	Топливо, состав топлива. Теплота сгорания топлива. Понятие условного топлива и нефтяного эквивалента. Состав продуктов сгорания. Расчет процесса горения жидкого и газообразного топлива.	2
22	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.7. Конструкции и расчет трубчатых печей. Продолжение	Тепловой баланс печи. Расход топлива. Методика Н. И. Белоконя.	2
23	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.8. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).	Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР. Способы утилизации теплоты. Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов.	2
24	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тема 2.8. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Продолжение	Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: регенеративных воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем.	2
			Итого за семестр:	**32**
6 семестр				
25	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.1. Теоретические основы массообменных процессов.	Основные понятия. Движущая сила процессов массопереноса. Способы выражения состава фаз (концентрации). Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы. Линия равновесия.	2
26	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.1. Теоретические основы массообменных процессов. Продолжение	Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процесса массопереноса. Механизм переноса массы. Виды диффузии. Закон Фика для молекулярной и турбулентной диффузии.	2

27	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.1. Теоретические основы массообменных процессов. Продолжение	Дифференциальное уравнение конвективного переноса. Второй закон Фика. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия и их физический смысл. Обобщенное критериальное уравнение. Основное уравнение массопередачи. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.	2
28	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.1. Теоретические основы массообменных процессов. Продолжение	Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Движущая сила процесса. Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Аппараты со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые). Ступень изменения концентрации. Гипотеза теоретической тарелки. Графоаналитический расчет числа теоретических тарелок.	2
29	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.2. Колонные массообменные аппараты.	Устройство насадочных колонных аппаратов. Насадки, их виды, материалы, из которых они изготавливаются. Основные характеристики насадок. Требования к насадкам. Понятие пристеночного эффекта и методы борьбы с ним. Гидродинамические режимы работы насадочных колонных аппаратов. Гидравлический расчет насадочной колонны.	2
30	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.2. Колонные массообменные аппараты. Продолжение	Устройство тарельчатых колонных аппаратов. Основные характеристики тарелок. Тарелки с переливными устройствами. Виды переливных устройств. Гидродинамические режимы работы тарелок с переливными устройствами. Тарелки без переливных устройств (провальные). Гидродинамические режимы работы провальных тарелок. Гидравлическое сопротивление тарелки.	2
31	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.3. Расчет основных размеров массообменных аппаратов. Тема 3.4. Массопередача с твердой фазой.	Определение диаметра массообменного аппарата. Определение высоты рабочей зоны колонного аппарата через число единиц переноса, число теоретических тарелок, число теоретических ступеней изменения концентрации. Особенности массопередачи с твердой фазой. Механизм процесса, понятие лимитирующей стадии. Закономерности массопередачи с твердой фазой. Диффузионные критерии подобия процессов массопередачи с твердой фазой.	2

32	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.5. Перегонка (дистилляция, ректификация).	Основные понятия: перегонка, низкокипящий компонент (НК), высококипящий компонент (ВК), дистиллят, кубовый остаток, относительная летучесть. Определение, область применения, варианты проведения простой перегонки (дистилляции) и ректификации. Фазовое равновесие в системе «жидкость – пар». Закон Дальтона. Закон Рауля.	2
33	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.5. Перегонка (дистилляция, ректификация). Продолжение	Диаграммы равновесного состояния системы «жидкость – пар». Отклонения от закона Рауля в реальных смесях. Понятие азеотропной смеси. Простая перегонка (дистилляция). Виды простой перегонки (однократное испарение, многократная и постепенная дистилляция). Изображение процесса однократного испарения на фазовых диаграммах. Материальный и тепловой баланс однократного испарения. Понятие доли отгона. Материальный и тепловой баланс периодической перегонки. Определение среднего состава дистиллята (фракции дистиллята).	2
34	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.5. Перегонка (дистилляция, ректификация). Продолжение	Непрерывная ректификация. Понятие флегмы, флегмового числа, питательной тарелки (зоны питания), укрепляющей и исчерпывающей частей колонны. Основные допущения, принимаемые для расчета процесса ректификации. Схема ректификационной колонны. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения линий изменения рабочих концентраций.	2
35	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.5. Перегонка (дистилляция, ректификация). Продолжение	Изображение процесса непрерывной ректификации на фазовых диаграммах. Понятие минимального флегмового числа. Расчет оптимального флегмового числа. Влияние на параметры процесса ректификации величины флегмового числа, изменения давления в колонне. Графическое и аналитическое определение количества тарелок в колонне. Тепловой баланс ректификационной колонны. Определение основных размеров ректификационной колонны. Способы создания орошения и подведения теплоты в колонну.	2
36	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.6. Сушка.	Определение сушки. Виды сушки. Связь влаги с твердым материалом. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Л.К. Рамзина (диаграмма I-x). Равновесие процессов сушки. Скорость сушки: кинетические кривые, время сушки.	2

37	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Тема 3.6. Сушка. Продолжение	Конвективная сушка. Материальный и тепловой баланс конвективной сушки. Варианты проведения конвективной сушки. Изображение процесса конвективной сушки на диаграмме Л.К. Рамзина.	2
38	Теория основных механических процессов и используемое оборудование	Тема 4.1. Измельчение твердых материалов.	Виды процессов измельчения. Способы проведения. Измельчающие машины. Понятия степени измельчения, ситовой классификации, фракции твердого материала. Схемы циклов измельчения. Физико-механические основы измельчения. Расход энергии на измельчение.	2
39	Теория основных механических процессов и используемое оборудование	Тема 4.2. Классификация и сортировка твердых материалов.	Виды классификации и сортировки материалов. Разделение зернистых материалов по крупности грохочением: сита и ситовой анализ, способы грохочения. Устройство грохотов.	2
40	Теория основных механических процессов и используемое оборудование	Тема 4.2. Классификация и сортировка твердых материалов. Продолжение Тема 4.3. Смешение твердых (сыпучих) и пастообразных материалов.	Разделение зернистых материалов по крупности воздушной сепарацией и гидравлической классификацией. Разделение зернистых материалов по плотности гидравлической классификацией. Основные показатели процесса смешения твердых (сыпучих) и пастообразных материалов. Принцип действия, конструкция, технические характеристики смесителей различных типов: барабанного типа, шнековых, пневмо- и вибросмесителей.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**80**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети.	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2
2	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети. Продолжение	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2

3	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети. Продолжение	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2
4	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса псевдоожижения и транспорта сыпучего материала.	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора для псевдоожиженного слоя.	2
5	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса псевдоожижения и транспорта сыпучего материала. Продолжение	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора для псевдоожиженного слоя.	2
6	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса псевдоожижения и транспорта сыпучего материала. Продолжение	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора для псевдоожиженного слоя.	2
7	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 3. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».	Тепловой баланс и определение температурного напора для прямоточного и противоточного движения теплоносителей. Скорость теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи. Расчетные и экспериментальные коэффициенты теплопередачи.	2
8	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 3. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе». Продолжение	Тепловой баланс и определение температурного напора для прямоточного и противоточного движения теплоносителей. Скорость теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи. Расчетные и экспериментальные коэффициенты теплопередачи.	2
			Итого за семестр:	**16**
6 семестр				
9	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 4. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов).	Характеристика ВЭР. Особенности теплообмена при непосредственном соприкосновении потоков. Тепловой баланс скруббера. Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2

10	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 4. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов). Продолжение	Характеристика ВЭР. Особенности теплообмена при непосредственном соприкосновении потоков. Тепловой баланс скруббера. Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2
11	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 4. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов). Продолжение	Характеристика ВЭР. Особенности теплообмена при непосредственном соприкосновении потоков. Тепловой баланс скруббера. Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2
12	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 5. Изучение массоотдачи в жидкой фазе.	Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи, его экспериментальное определение. Расчет коэффициента массоотдачи с использованием критериев диффузионного подобия.	2
13	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 5. Изучение массоотдачи в жидкой фазе. Продолжение	Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи, его экспериментальное определение. Расчет коэффициента массоотдачи с использованием критериев диффузионного подобия.	2
14	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 6. Ректификация бинарной смеси.	Равновесие в системе жидкость-пар. Флегмовое число. Число теоретических тарелок. Конструкции контактных устройств.	2
15	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 6. Ректификация Ректификация бинарной смеси. Продолжение	Равновесие в системе жидкость-пар. Флегмовое число. Число теоретических тарелок. Конструкции контактных устройств.	2
16	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 6. Ректификация бинарной смеси. Продолжение	Равновесие в системе жидкость-пар. Флегмовое число. Число теоретических тарелок. Конструкции контактных устройств.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**32**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				

1	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Системы единиц измерения.	Системы единиц измерения СИ, СГС, МКГСС. Переводные множители в систему СИ для основных расчетных величин. Внесистемные единицы измерения основных расчетных величин.	2
2	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Основы гидростатики.	Гидростатическое давление. Практические приложения основного уравнения гидростатики.	2
3	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Основы гидродинамики.	Определение режима течения жидкости. Критерий Рейнольдса. Понятие эквивалентного диаметра для поперечных сечений потока некруглой формы. Объемный и массовый расход жидкости. Скорость потока Потери напора на трение.	2
4	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Расчет гидравлических сопротивлений сети (продолжение).	Полное сопротивление гидравлической сети. Подбор насоса для работы на данную сеть	2
5	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Тепловые балансы процессов теплообмена.	Тепловые балансы процессов теплообмена без фазовых превращений. Теплота процессов нагрева и охлаждения. Средние температуры теплоносителей. Тепловые балансы процессов теплообмена с фазовыми превращениями. Теплота процессов испарения и конденсации. Удельная теплота фазового перехода.	2
6	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Теплопроводность.	Теплопроводность плоской одно- и многослойной стенки. Теплопроводность одно- и многослойной цилиндрической стенки.	2
7	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Расчет кожухотрубчатого теплообменника.	Определение среднего температурного напора для различных схем взаимного движения теплоносителей. Ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи. Расчет поверхности теплообмена.	2
8	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Расчет кожухотрубчатого теплообменника. Продолжение	Расчет коэффициентов теплоотдачи. Влияние числа перегородок в трубном и межтрубном пространстве теплообменника на скорость теплоотдачи.	2
Итого за семестр:				**16**
6 семестр				
9	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Расчет кожухотрубчатого теплообменника. Продолжение	Расчет коэффициентов теплопередачи. Термическое сопротивление стенки, теплопроводность металла. Лимитирующий коэффициент теплоотдачи. Ориентировочный и поверочный расчет теплообменника (алгоритм).	2

10	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Расчет процесса горения топлива.	Сгорание жидкого и газообразного топлива. Расчет состава продуктов сгорания. Теоретическое количество воздуха, подаваемого на горение.	2
11	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Способы выражения состава фаз.	Виды концентраций. Пересчет из одного вида концентрации в другой.	2
12	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Перегонка и ректификация.	Закон Рауля. Расчет и построение кривой равновесия для бинарной смеси на диаграмме y-x. Определение фазового состояния системы.	2
13	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Перегонка и ректификация. Продолжение	Материальный баланс непрерывной ректификации.	2
14	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Перегонка и ректификация. Продолжение	Тепловой баланс непрерывной ректификации.	2
15	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Перегонка и ректификация. Продолжение	Ректификация, расчет оптимального флегмового числа, диаметра и высоты ректификационной колонны.	2
16	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Сушка.	Определение свойств влажного воздуха с использованием диаграммы I-x (диаграммы Рамзина). Влажность материала. Расчет процесса конвективной сушки с использованием диаграммы I-x (диаграммы Рамзина).	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
4 семестр			
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение практических применений основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Определение высоты гидрозатвора. Принцип измерения уровня жидкости в резервуаре. Устройство и принцип действия гидравлического пресса.	16

Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций приборов для измерения скорости и расхода жидкости. Устройство, принцип действия, правила установки, достоинства, недостатки, диапазон применения приборов для измерения скорости и расхода жидкости.	16
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций запорных и регулирующих устройств. Устройство, принцип действия, правила установки, достоинства, недостатки, диапазон применения запорных и регулирующих устройств.	15
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций насосов. Устройство, принцип действия, управление подачей, правила пуска, достоинства, недостатки, диапазон применения насосов различных конструкций.	30
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Подготовка к зачету	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы.	12
		Итого за семестр:	**89**
5 семестр			
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Подготовка к собеседованию (отчету) по лабораторной работе № 1	Гидравлические сопротивления трубопроводов. Характеристика гидравлической сети.	2
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Подготовка к собеседованию (отчету) по лабораторной работе № 2	Гидродинамика зернистых слоев в условиях псевдоожижения и пневмотранспорта.	2
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Выполнение курсовой работы	Гидравлические сопротивления трубопроводов и аппаратов. Подбор насоса для работы на данную сеть.	18
Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций теплообменных аппаратов и технологических печей. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения теплообменников различных конструкций и печей с различным размещением камеры конвекции.	7

Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Подготовка к собеседованию (отчету) по лабораторной работе № 3	Процесс теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Методика расчета коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.	2
		Итого за семестр:	**31**
6 семестр			
Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Подготовка к собеседованию (отчету) по лабораторной работе № 4	Утилизация низкотемпературных вторичных энергетических ресурсов. Скрубберный процесс.	1
Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Выполнение курсового проекта	Методика проектных расчетов теплообменных аппаратов.	22
Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций массообменных аппаратов и технологических схем. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения массообменных аппаратов для осуществления процессов перегонки, сушки. Технологические схемы процессов.	4
Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Подготовка к собеседованию (отчету) по лабораторной работе № 5	Массоотдача. Критерии диффузионного подобия. Методика расчета коэффициента массоотдачи в жидкой фазе.	1
Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Подготовка к собеседованию (отчету) по лабораторной работе № 6	Периодическая ректификация в аппаратах насадочного и тарельчатого типа. Методика расчета периодической ректификации.	1
Теория основных механических процессов и используемое оборудование	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций аппаратов механических процессов. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения дробилок, мельниц, грохотов, смесителей сыпучих материалов.	2
		Итого за семестр:	**31**
		Итого:	**151**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)

Основная литература		
1	Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : Учеб. / А. Г. Касаткин .- 13-е изд.,стер.-Перепеч.с 9-го изд.1973 г..- М., Альянс, 2006.- 750 с.	Электронный ресурс
2	Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию: учеб. пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского .- 5-е изд., стер.; Перепеч. с изд.1991 г..- М., АльянС, 2010.- 493 с.	Электронный ресурс
3	Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : Учеб.пособие / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков .- 14-е изд.,стер.-Перепеч.с изд.1987 г..- М., Альянс, 2007.- 575 с.	Электронный ресурс
4	Процессы и аппараты химической технологии. . Ч. 1. // Дытнерский, Юрий Иосифович Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты : учеб. для вузов: в 2 кн. [Текст] .- 3-е изд..- Москва, Химия, 2002.- 400 с.	Электронный ресурс
5	Процессы и аппараты химической технологии. . Ч. 2. // Дытнерский, Юрий Иосифович Массообменные процессы и аппараты : учеб. для вузов: в 2 кн. [Текст] .- 3-е изд..- Москва, Химия, 2002.- 368 с.	Электронный ресурс
6	Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии(примеры и задачи) : Учеб.пособие / П.Г.Романков,В.Ф.Фролов,О.М.Флисюк.- СПб., ХИМИЗДАТ, 2009.- 543 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
7	Журавлева, Л.М. Гидравлические сопротивления трубопроводов и теплообменных аппаратов : учебное пособие / Л. М. Журавлева; Самар.гос.техн.ун-т, Иностранные языки.- Самара, 2013.- 80 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1089	Электронный ресурс
8	Журавлева, Л.М. Расчет конденсатора : Учеб.-метод.пособие / Л. М. Журавлева, А. М. Чемерисова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 1999.- 57 с.	Электронный ресурс
9	Измайлов, В.Д. Процессы и аппараты химической технологии : Справ.пособие / В. Д. Измайлов, В. В. Филиппов; Гос.образоват.учреждение высш.проф.образования Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2006.- 43 с.	Электронный ресурс
10	Расчет кипятильника ректификационной колонны : учеб.пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. Л. М. Журавлева.- Самара, 2014.- 70 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||965	Электронный ресурс
11	Скобло, А.И. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности : Учеб.пособие / А. И. Скобло, И. А. Трегубова, Ю. К. Молоканов .- 2-е изд., перераб.и доп..- М., Химия, 1982.- 584 с.	Электронный ресурс
12	Филиппов, В.В. Теплообмен в химической технологии. Теория. Основы проектирования : учеб.пособие / В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2014.- 197 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1922	Электронный ресурс
13	Филиппов, В.В. Технологические трубопроводы и трубопроводная арматура : Учеб.пособие / Гос.образоват.учреждение высш.проф.образования Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, Самар.гос.техн.ун-т, 2007.- 69 с.	Электронный ресурс

14	Чуркина, А.Ю. Основы гидравлики, процессов тепло- и массообмена : учеб. пособие / А. Ю. Чуркина; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2012.- 196 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||194	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
15	Гидравлическое сопротивление сети : метод. указания к лабораторной работе по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2018.- 22 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3397	Электронный ресурс
16	Изучение массоотдачи в жидкой фазе : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2014.- 23 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2216	Электронный ресурс
17	Изучение процесса теплообмена в теплообменнике «труба в трубе» : метод.указания к лаб. работе по дисциплине«Процессы и аппараты химич. технологии» / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2013.- 23 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1917	Электронный ресурс
18	Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2018.- 29 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3399	Электронный ресурс
19	Филиппов, В.В. Ректификации бинарной смеси : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2019.- 39 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3749	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа
2	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru	Ресурсы открытого доступа
3	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
4	Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина	http://elib.gubkin.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций/слайдов;

- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук).

- раздаточный материал «Конструкции насосов», «Конструкции теплообменников», «Конструкции массообменных аппаратов и контактных устройств», «Технологические схемы процессов перегонки».

Практические занятия

- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);

- пакеты ПО общего назначения.

Лабораторные занятия

- комплексная учебная лаборатория кафедры «Химическая технология и промышленная экология», оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, столы, стулья для преподавателя), оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными стендами (установками) «Ректификация бинарной смеси», «Ректификационная колонна», «Гидравлические сопротивления сети», «Гидросопротивление насадочной колонны», "Скруббер", «Массоотдача в жидкой фазе», «Пневмотранспорт», агрегатом отопительным (теплообменник типа «труба в трубе»), компьютерами, электронными приборами для фиксации экспериментальных данных.

Самостоятельная работа

- помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их

адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Газопереработка и водородные технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет (ИТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Газопереработка, водородные и специальные технологии"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	396 / 11
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	Владеть навыками применения основ теории переноса импульса, тепла и массы, принципов физического и математического моделирования процессов химической технологии, основных уравнений движения жидкостей, основ теории теплопередачи, основ теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз при решении теоретических и практических задач, в том числе при проектировании аппаратов типовых процессов химической технологии
			Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета

			Уметь применять основы теории переноса импульса, тепла и массы, принципы физического и математического моделирования процессов химической технологии, основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи, основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз при решении теоретических и практических задач, в том числе при проектировании аппаратов типовых процессов химической технологии
		ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	Владеть методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования
		ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	
		ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	Знать основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии
		ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса

		ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства	Уметь рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства
		ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	Уметь выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе
Универсальные компетенции			
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности	Знать технологические расчеты аппаратов химической промышленности
		УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений
		УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	Уметь решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Перечень компетенций по дисциплине	**Оценочные средства**	
	Текущая аттестация	**Промежуточная аттестация**
	Пояснительная записка к курсовой работе, вопросы к защите курсовой работы, Отчет по лабораторной работе (собеседование)	**Промежуточный контроль-зачет, экзамен**
ОПК-4	З (ПК-4)-4.1,4.5,4.7,4.8,4.9,4.12,4.14 У (ПК-4)-4.1,4.5,4.7,4.8,4.9,4.12,4.14 В (ПК-4)-4.14.1,4.5,4.7,4.8,4.9,4.12,4.14	З (ПК-4)-4.1,4.5,4.7,4.8,4.9,4.12,4.14 У (ПК-4)-4.1,4.5,4.7,4.8,4.9,4.12,4.14 В (ПК-4)-4.14.1,4.5,4.7,4.8,4.9,4.12,4.14
УК-2	З (УК-2)-2.3,2.5,2.6 У (УК-2)-2.3,2.5,2.6 В (УК-2)-2.3,2.5,2.6	З (УК-2)-2.3,2.5,2.6 У (УК-2)-2.3,2.5,2.6 В (УК-2)-2.3,2.5,2.6

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Конспект по самостоятельно изученному материалу

Особых требований к оформлению конспекта нет, кроме соответствия представленного материала заданиям (вопросам) для самостоятельного изучения. Рекомендуемая литература представлена в соответствующем разделе рабочей программы.

- **Задания (вопросы) для самостоятельного изучения конструкций аппаратов и технологических схем:**

- по теме 1.1 – некоторые практические применения основного уравнения гидростатики (сообщающиеся сосуды, определение высоты гидрозатвора, принцип измерения уровня жидкости в резервуаре, устройство и принцип действия гидравлического пресса);

- по теме 1.2 – приборы для измерения скорости и расхода жидкости: пьезометрические трубки, пневмометрические трубки, дроссельные приборы (мерная диафрагма, труба Вентури);

- по теме 1.2 – запорные и регулирующие устройства (краны, вентили, задвижки, клапаны);

- по теме 1.3 – поршневые насосы простого и многократного действия, плунжерные, диафрагменные, шестеренные, винтовые, пластинчатые насосы, монтежю; центробежные (в том числе погружные и герметичные), осевые, вихревые, струйные насосы, эрлифт (газлифт);

- по теме 2.5 – кожухотрубчатые теплообменники (многоходовые и одноходовые по трубному и межтрубному пространству, жесткого типа, с компенсацией температурных напряжений – с линзовым компенсатором, «плавающей головкой», U-образными трубами), теплообменники типа «труба в трубе», погружные, оросительные, пластинчатые, спиральные, теплообменники, аппараты «с рубашкой», градирни, аппараты воздушного охлаждения;

- по теме 2.7 – нагревательные трубчатые печи, гарнитура печей, горелочные устройства;

- по теме 3.2 – колонные массообменные аппараты с различными контактными устройствами (насадочные, тарельчатые, полые), конструкция контактных устройств, назначение и конструкция переливных устройств;

- по теме 3.5 – технологические схемы простой фракционной перегонки, простой перегонки с водяным паром, простой перегонки с дистилляцией, ректификационной установки непрерывного действия; ректификационные колонные аппараты с различными контактными устройствами (насадочные, тарельчатые);

- по теме 3.7 – конвективные сушилки (камерные, туннельные, ленточные, петлевые, барабанные, с взвешенным слоем материала (одно- и многокамерные, непрерывного и периодического действия, распылительные), с пневмотранспортом материала); контактные сушилки (вакуум-сушильные шкафы, вальцовые сушилки, гребковые вакуум-сушилки);

- по теме 4.1 – щековая, конусная, валковая, молотковая дробилки; барабанная, кольцевая, вибрационная, струйная, коллоидная мельницы;

- по теме 4.2 – устройство грохотов;

- по теме 4.3 – смесители барабанного типа, шнековые смесители, пневмо- и вибросмесители.

Перечень вопросов для собеседования (отчета по лабораторным работам)

Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Уравнение Бернулли для движущегося потока реальной жидкости. Название каждого слагаемого и его единица измерения.
3. Понятие эквивалентного диаметра канала. Режимы движения жидкости. Физический смысл критерия Рейнольдса.
4. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода.
5. Расчет потери энергии на преодоление сил трения. Определение коэффициента гидравлического трения для различных режимов движения потока.
6. Характеристика зон трения: гладкого и смешанного трения, автомодельной зоны.
7. Зависимость потери энергии на преодоление сил трения от скорости в турбулентном потоке жидкости для зон гладкого и смешанного трения, для автомодельной зоны.
8. Местные сопротивления: понятие, расчет потерянной энергии на преодоление местных сопротивлений. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
9. Основные характеристики турбулентного потока: истинная и осредненная локальные скорости, турбулентная вязкость и масштаб турбулентности. Модель структуры потока при движении реальной жидкости.
10. Уравнение объемного расхода и неразрывности потока. Расчет средней скорости потока. Соотношение средней и максимальной скоростей жидкости в зависимости от режима движения потока.
11. Построение характеристики сети.
12. Единицы измерения плотности, удельного веса, вязкости, расхода, давления. Соотношение между единицами измерения физических величин в различных системах.

Лабораторная работа № 2. Исследование процесса псевдоожижения и транспорта сыпучего материала

1. Применение пневмотранспотра в промышленности. Достоинства и недостатки пневмотранспорта.
2. Порозность слоя: понятие, расчет, предельные значения.
3. Влияние скорости воздуха на высоту и порозность слоя.
4. Скорость псевдоожижения и скорость уноса: понятие, расчет. Влияние физических свойств транспортирующей среды (транспортирующего агента) и частиц на скорость псевдоожижения.
5. Расчет общего гидравлического сопротивления пневмоствола.
6. Зависимость гидравлического сопротивления слоя зернистого материала от скорости газа.
7. Гидравлические методы измерения скорости и расхода жидкостей и газов в трубопроводах.
8. Абсолютное и избыточное давление. Приборы для измерения давления. Единицы давления. Соотношения между различными единицами давления.
9. Вязкость. Единицы измерения вязкости. Соотношение между единицами измерения вязкости в различных системах.

Лабораторная работа № 3. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба и трубе»

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Способы распространения тепла в пространстве, их механизм.
3. Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Физический смысл коэффициента теплопроводности и ориентировочные значения для газов, жидкостей, твердых тел.
4. Понятие удельной теплоемкости и энтальпии (удельного количества теплоты). Уравнение теплового баланса: с изменением агрегатного состояния теплоносителей; без изменения агрегатного состояния теплоносителей.
5. Определение средней разности температур между теплоносителями (средней движущей силы процесса теплопередачи) при различных схемах движения теплоносителей.
6. Определение средней температуры теплоносителя.
7. Закон теплоотдачи Ньютона. Физический смысл коэффициента теплоотдачи. Расчет коэффициента теплоотдачи.
8. Критерий Нуссельта. Физический смысл и расчет критерия Нуссельта для случая теплоотдачи при турбулентном движении теплоносителя в прямых трубах и каналах.
9. Обобщенные (критериальные) уравнения теплоотдачи для стационарного и нестационарного процесса в условиях естественной и вынужденной конвекции. Критерии теплового подобия, их расчет и физический смысл.
10. Коэффициент теплопередачи: физический смысл, расчет для плоской стенки, ориентировочные значения для различных случаев теплопередачи.
11. Основное уравнение теплопередачи и его использование в инженерных расчетах.
12. Единицы измерения удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, вязкости, теплового потока, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи в системе СИ. Соотношения между единицами измерения указанных физических величин в различных системах.
13. Конструкции теплообменных аппаратов: кожухотрубчатых (одно- и многоходовых; жесткого типа и с компенсацией температурных напряжений), типа «труба в трубе», пластинчатых, спиральных, аппаратов воздушного охлаждения.
14. Интенсификация процессов теплопередачи.
15. Со стороны какого теплоносителя и с какой целью производится оребрение теплообменной поверхности?

Лабораторная работа № 4. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Особенности теплообмена при смешении теплоносителей.
3. Уравнение теплового баланса скруббера.
4. Основные характеристики насадки: свободный объем и удельная поверхность.
5. Коэффициент смачиваемости насадки.
6. Энтальпия (удельное количество теплоты) и плотность влажного воздуха.
7. Основное уравнение теплопередачи и его использование в инженерных расчетах.
8. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи (средней разности температур между теплоносителями) для различных схем движения теплоносителей.
9. Физический смысл и расчет коэффициента теплопередачи (экспериментального и теоретического) в условиях скрубберного процесса.
10. Влияние расхода жидкости и газа на коэффициент теплопередачи в скруббере.
11. Критерии теплового подобия: их расчет и физический смысл.

Лабораторная работа № 5. Исследование массоотдачи в жидкой фазе

1. Цель и порядок проведения работы, схема установки.
2. Растворимость газов в жидкостях. Влияние температуры и давления на растворимость газов.
3. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. Параметры, влияющие на процесс массоотдачи.
4. Критерии диффузионного подобия.
5. Коэффициент молекулярной диффузии: физический смысл, единицы измерения, ориентировочные значения для систем «газ – газ» и «газ – жидкость».

Лабораторная работа № 6. Ректификация бинарной смеси

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Способы выражения состава фаз.
3. Равновесие в системе «жидкость – пар»: закон Рауля, закон Дальтона, закон Рауля – Дальтона. Способы построения линии равновесия на диаграмме «состав пара – состав жидкости» (в мольных долях). Влияние давления на положение линии равновесия.
4. Физические основы разделения жидких смесей ректификацией. Понятие коэффициента относительной летучести.
5. Периодическая и непрерывная ректификация.
6. Уравнение материального баланса ректификационных колонн непрерывного и периодического действия. Уравнения рабочих линий колонн непрерывного и периодического действия и их изображение на диаграмме «состав пара – состав жидкости».
7. Понятие флегмового числа. Расчет минимального и реального флегмового числа. Влияние флегмового числа на положение рабочих линий колонны непрерывного действия.
8. Определение числа теоретических ступеней изменения концентраций (числа теоретических тарелок) для колонны непрерывного действия. Движущая сила в паровой и жидкой фазах на теоретической тарелке. Влияние давления и флегмового числа на число теоретических тарелок в колонне непрерывного действия.
9. Определение числа реальных тарелок.
10. Определение числа единиц переноса в процессе ректификации.
11. Устройство и работа периодической насадочной ректификационной колонны. Назначение конденсатора-холодильника.
12. Конструкция контактных устройств насадочных и тарельчатых ректификационных аппаратов: назначение насадки и требования к ней; типы насадок; характеристики насадки; распределительные и опорные устройства насадочных колонн; конструкция провальных, клапанных, колпачковых тарелок; конструкция ситчатой и струйной тарелок; крепление тарелок по высоте колонны.

Курсовая работа
(промежуточная аттестация, 5 семестр)

Тематика курсовой работы: расчет характеристики гидравлической сети и подбор насоса для работы на заданную сеть.

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовую работу, в котором предлагается выполнить расчет характеристики гидравлической сети и подобрать центробежный насос для работы на данную сеть. Варианты заданий отличаются производительностью установки, условиями перекачивания (вещество, температура, давления в приемной и напорной емкостях), параметрами гидравлической сети (геометрическая высота подъема, виды и количество местных сопротивлений, длина трубопровода).

Обязательным элементом курсовой работы является расчетно-пояснительная записка, включающая следующие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- заключение (выводы);
- список использованных источников.

Графическая часть курсовой работы включает в себя характеристику заданной сети, принципиальную схему насосной установки, эскиз (схему) центробежного насоса.

Введение должно содержать оценку актуальности выполнения курсовой работы на заданную тему, а также сформулированные цели и задачи курсовой работы.

Основная часть записки должна быть разделена на разделы, подразделы, пункты. Данная часть курсовой работы включает в себя результаты выполненных расчетов, подбора оборудования.

Заключение должно содержать короткие обобщения (выводы) по работе в целом, которые подтверждают выполнения цели и решение задач курсовой работы конкретными данными.

В ***список использованных источников*** должна включаться техническая литература, справочники, нормативно-правовые материалы, Интернет-ресурсы, на которые в тексте есть ссылка.

Оформление пояснительной записки к курсовой работе производится в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. СТП СамГТУ 021.205.2-2003. Комплексная система управления эффективностью и качеством деятельности ВУЗа. Выпускные квалификационные работы. Составление и оформление пояснительной записки. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2003. – 18 с.
2. СТП СамГТУ 021.205.3-2002. Комплексная система управления эффективностью и качеством деятельности ВУЗа. Выпускные квалификационные работы. Выполнение графических документов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2002. – 27 с.
3. ГОСТ 7.32-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
4. ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам (с изменением № 1).
5. Р 50-77-88. Рекомендации. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм. Введены в действие 01.01.1989 года.
6. ГОСТ 2.321-84. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные.
7. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Контроль выполнения курсовой работы осуществляется в форме консультаций, в том числе и посредством общения по электронной почте.

Руководитель курсовой работы проверяет расчетно-пояснительную записку к курсовой работе, а именно, правильность выполненных расчетов и соответствие ее оформления нормативным требованиям. По результату проверки студент допускается к защите курсовой работы или не допускается, а расчетно-пояснительная записка ему возвращается на доработку.

Защита курсовой работы является одной из форм промежуточной аттестации по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» в 4 семестре. Она осуществляется руководителем курсовой работы в форме собеседования (устного опроса) по результатам выполнения курсовой работы.

Примерные вопросы к защите курсовой работы:

1. Чем обусловлены потери энергии в трубопроводе, аппарате?
2. Дать определение потерь на трение.
3. Что такое местные сопротивления?
4. Дать определение вязкости. Понятие динамической и кинематической вязкости, их размерности в системе СИ.
5. Закон внутреннего трения Ньютона. Понятие касательных напряжений в потоке жидкости.
6. Критерий Рейнольдса как показатель режима течения жидкости.
7. Понятие эквивалентного диаметра. Эквивалентный диаметр межтрубного пространства кожухотрубчатого теплообменника без перегородок, кольцевого сечения.
8. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Физический смысл каждого слагаемого.
9. Устройство центробежного насоса. Правила пуска, управление подачей. Энергетическая и универсальная характеристики центробежного насоса. Законы пропорциональности.
10. Основные характеристики насоса: подача, напор, мощность, КПД.
11. Алгоритм подбора насоса для работы на данную сеть.

Курсовой проект
(промежуточная аттестация, 6 семестр)

Примерная тематика курсового проекта:

- расчет конденсатора паров дистиллята ректификационной колонны;
- расчет кипятильника кубовой жидкости ректификационной колонны;
- расчет подогревателя сырья ректификационной колонны;
- расчет холодильника дистиллята ректификационной колонны.

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовой проект, в котором предлагается выполнить проектный расчет теплообменного аппарата, позволяющего провести процесс теплопередачи в заданных условиях.

Обязательным элементом курсового проекта является расчетно-пояснительная записка, включающая следующие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;
- содержание;
- введение;
- технологический расчет теплообменника;
- гидравлический расчет теплообменника;
- заключение (выводы);

- список использованных источников.

Графическая часть работы включает в себя выполненные на листах белой бумаги или «миллиметровки» формата А1 чертежи технологической схемы ректификационной установки и проектируемого теплообменника.

Введение должно содержать оценку актуальности выполнения курсового проекта на заданную тему, а также сформулированные цели и задачи курсового проекта.

Основная часть записки (технологический расчет, гидравлический расчет) должна быть разделена на разделы, подразделы, пункты. Данная часть курсового проекта включает в себя результаты выполненных расчетов, подбора оборудования.

Заключение должно содержать короткие обобщения (выводы) по работе в целом, которые подтверждают выполнения цели и решение задач курсового проекта конкретными данными.

В ***список использованных источников*** должна включаться техническая литература, справочники, нормативно-правовые материалы, Интернет-ресурсы, на которые в тексте есть ссылка.

Оформление пояснительной записки к курсовому проекту производится в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. СТП СамГТУ 021.205.2-2003. Комплексная система управления эффективностью и качеством деятельности ВУЗа. Выпускные квалификационные работы. Составление и оформление пояснительной записки. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2003. – 18 с.
2. СТП СамГТУ 021.205.3-2002. Комплексная система управления эффективностью и качеством деятельности ВУЗа. Выпускные квалификационные работы. Выполнение графических документов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2002. – 27 с.
3. ГОСТ 7.32-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
4. ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам (с изменением № 1).
5. Р 50-77-88. Рекомендации. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм. Введены в действие 01.01.1989 года.
6. ГОСТ 2.321-84. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные.
7. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Контроль выполнения курсового проекта осуществляется в форме консультаций, в том числе и посредством общения по электронной почте.

Руководитель курсового проекта проверяет расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту, а именно, правильность выполненных расчетов и соответствие ее оформления нормативным требованиям. По результату проверки студент допускается к защите курсового проекта или не допускается, а расчетно-пояснительная записка ему возвращается на доработку.

Защита курсового проекта является одной из форм промежуточной аттестации по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» в 6 семестре. Она осуществляется руководителем курсового проекта в форме собеседования (устного опроса) по результатам выполнения курсового проекта.

Примерные вопросы к защите курсового проекта:

1. Назначение проектируемого аппарата (в контексте технологической схемы).
2. Дать определение теплопередачи.
3. Основное уравнение теплопередачи, его использование для инженерных расчетов.
4. Особенности определения среднего температурного напора в проектируемом аппарате.
5. От чего зависит гидравлическое сопротивление трубного и межтрубного пространства кожухотрубчатого теплообменника?

6. Чем обусловлен выбор горизонтального или вертикального расположения проектируемого аппарата?

7. Устройство, достоинства и недостатки кожухотрубчатого теплообменника.

8. Основные критерии ориентировочного подбора кожухотрубчатого теплообменника.

9. Поток какого вещества обычно подается в трубное пространство кожухотрубчатого теплообменника и почему?

10. Почему выбран аппарат без компенсации температурных напряжений?

11. Алгоритм расчета кожухотрубчатого теплообменника.

13. Для чего устанавливаются перегородки в трубном и межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника?

14. Чем ограничивается увеличение количества ходов в трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника?

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет)
4 семестр

1. Гидростатика. Представление о жидкостях как о сплошных средах. Понятие о реальной и идеальной жидкостях.
2. Гидростатическое давление. Принципы измерения гидростатического давления. Манометры.
3. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера.
4. Основное уравнение гидростатики. Физический смысл каждого слагаемого основного уравнения гидростатики.
5. Некоторые практические приложения основного уравнения гидростатики.
6. Гидродинамика. Движущая сила течения жидкостей. Понятие о гидравлическом радиусе и эквивалентном диаметре. Скорость и расход жидкости.
7. Стационарный и нестационарный потоки жидкости.
8. Физический смысл закона внутреннего трения. Вязкость.
9. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости. Критерий Рейнольдса как показатель режима течения.
10. Уравнение неразрывности потока. Материальный баланс потока.
11. Дифференциальное уравнение движения Эйлера.
12. Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса).
13. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей.
14. Гидродинамическое сопротивление трубопроводов. Потери давления на трение и местные сопротивления и их расчет.
15. Расчет оптимального диаметра трубопровода.
16. Перемещение жидкостей. Насосы. Классификация насосов. Основные параметры: производительность, давление, мощность, КПД.
17. Высота всасывания насоса. Особенности перекачивания горячих и вязких жидкостей.
18. Графики подачи насоса. Работа насоса на сеть, рабочая точка.
19. Конструкции насосов. Сравнительные характеристики основных типов насосов и области их применения.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)
5 семестр

1. Гидродинамика неньютоновских жидкостей. Понятие неньютоновской жидкости. Течение неньютоновских жидкостей, кривые течения. Бингамовские пластичные жидкости.
2. Гидродинамика неньютоновских жидкостей. Понятие неньютоновской жидкости. Течение неньютоновских жидкостей, кривые течения. Псевдопластичные жидкости.
3. Гидродинамика неньютоновских жидкостей. Понятие неньютоновской жидкости. Течение неньютоновских жидкостей, кривые течения. Дилатантные жидкости.
4. Гидродинамика неньютоновских жидкостей. Понятие неньютоновской жидкости. Течение неньютоновских жидкостей, кривые течения. Тиксотропные, реопектантные, вязкоупругие (максвелловские) жидкости.
5. Гидродинамика зернистых слоев. Основные характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность, эквивалентный диаметр каналов и частиц слоя.
6. Характеристика псевдоожиженных зернистых слоев. Скорость псевдоожижения и скорость уноса.
7. Пневмо- и гидротранспорт зернистых материалов. Потери давления при пневмотранспорте.
8. Основы теории обобщенных переменных и принципы моделирования. Теория подобия. Подобие физических явлений и процессов. Физическое и математическое моделирование. Условия однозначности.
9. Подобие условий однозначности. Понятие критерия подобия (обобщенной переменной). Виды критериев подобия. Обобщенные критериальные уравнения.
10. Проблемы масштабного перехода в теории подобия, приближенное моделирование. Гидравлическое моделирование. Структура потока.
11. Модели гидродинамической структуры потока: идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная, диффузионная, комбинированная. Кривые отклика.
12. Тепловые процессы в химической промышленности. Основные понятия и определения (температурное поле, градиент температур, тепловой поток). Механизмы переноса тепла: теплопроводность, лучистый теплообмен, конвекция.
13. Основные теплоносители и хладагенты, применяемые в промышленности.
14. Принципы составления теплового баланса системы.
15. Закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Поведение коэффициента теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел при изменении температуры и давления.
16. Теплопроводность плоской одно- и многослойной стенки.
17. Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Механизм теплоотдачи.
18. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
19. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение теплового подобия. Определение коэффициента теплоотдачи.
20. Особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителей. Виды конденсации. Параметры, влияющие на процесс конденсации. Критерий фазового перехода.
21. Особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителей. Виды кипения. Параметры, влияющие на процесс кипения. Критерий фазового перехода.
22. Основное уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентами теплоотдачи и теплопередачи.
23. Движущая сила процесса теплопередачи, ее расчет. Взаимное направление движения теплоносителей, его оптимальный выбор.
24. Применение основного уравнения теплопередачи для инженерных расчетов.
25. Классификация теплообменных аппаратов. Сравнительная характеристика теплообменников разных видов, достоинства, недостатки, область применения.

26. Лучистый теплообмен. Основные понятия.
27. Законы излучения.
28. Совместное излучение двух твердых тел.
29. Совместный перенос теплоты конвекцией и излучением.
30. Тепловая изоляция. Требования к материалам тепловой изоляции. Примеры. Расчет толщины тепловой изоляции.
31. Устройство трубчатых печей. Классификация трубчатых печей. Особенности теплообмена в трубчатых печах.
32. Основные показатели работы трубчатой печи.
33. Топливо, состав топлива. Теплота сгорания топлива. Понятие условного топлива и нефтяного эквивалента.
34. Состав продуктов сгорания. Расчет процесса горения жидкого и газообразного топлива.
35. Тепловой баланс печи. Расход топлива. Методика Н.И. Белоконя.
36. Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР. Способы утилизации теплоты.
37. Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов, регенеративных воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем.

Далее представлены примерные варианты экзаменационных билетов 5 семестра.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр *5* (номер)

Профиль подготовки _____

1. Критерии подобия или обобщенные переменные. Обобщенные критериальные уравнения. Критерии гидродинамического подобия (гомохронности, Рейнольдса, Фруда, Эйлера).
2. Дать определение теплопроводности. Закон Фурье. Физический смысл и размерность в системе СИ коэффициента теплопроводности. Зависимость коэффициента теплопроводности от природы вещества и температуры.
3. Дать определение поверхностных теплообменников. Устройство и принцип работы многоходового

Составитель

_____ доцент А.Ю. Чуркина
«____» _____ 2020 года

Заведующий кафедрой

_____ доцент О.В. Тупицына
«____» _____ 2020 года

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр *5* (номер)

Профиль подготовки _____

1. Теория подобия и принципы моделирования. Условия однозначности. Подобие условий однозначности.
2. Назначение тепловой изоляции. Требования к теплоизоляционным материалам. Расчет толщины тепловой изоляции.
3. Дать определение поверхностных теплообменников. Устройство и принцип работы погружного теплообменника, его достоинства, недостатки, диапазон применения.

Составитель

_____ доцент А.Ю. Чуркина
«____» _____ 2020 года

Заведующий кафедрой

_____ доцент О.В. Тупицына
«____» _____ 2020 года

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)
6 семестр

1. Теоретические основы массообменных процессов. Основные понятия. Движущая сила процессов массопереноса.
2. Способы выражения состава фаз (концентрации).
3. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы.
4. Линия равновесия.
5. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процесса массопереноса.
6. Механизм переноса массы. Виды диффузии. Закон Фика для молекулярной и турбулентной диффузии.
7. Дифференциальное уравнение конвективного переноса. Второй закон Фика.
8. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
9. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия и их физический смысл. Обобщенное критериальное уравнение.
10. Основное уравнение массопередачи. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.
11. Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Движущая сила процесса.
12. Число единиц переноса. Высота единицы переноса.
13. Ступень изменения концентрации. Гипотеза теоретической тарелки. Графоаналитический расчет числа теоретических тарелок.
14. Колонные массообменные аппараты. Устройство насадочных колонных аппаратов. Насадки, их виды, материалы, из которых они изготавливаются. Основные характеристики насадок. Требования к насадкам. Понятие пристеночного эффекта и методы борьбы с ним.
15. Гидродинамические режимы работы насадочных колонных аппаратов. Гидравлический расчет насадочной колонны.
16. Устройство тарельчатых колонных аппаратов. Основные характеристики тарелок. Тарелки с переливными устройствами. Виды переливных устройств.
17. Гидродинамические режимы работы тарелок с переливными устройствами. Гидравлическое сопротивление тарелки.
18. Тарелки без переливных устройств (провальные). Гидродинамические режимы работы провальных тарелок. Гидравлическое сопротивление тарелки.
19. Расчет основных размеров массообменных аппаратов. Определение диаметра массообменного аппарата. Определение высоты рабочей зоны колонного аппарата через число единиц переноса, число теоретических тарелок, число теоретических ступеней изменения концентрации.
20. Массопередача с твердой фазой. Особенности массопередачи с твердой фазой. Механизм процесса, понятие лимитирующей стадии. Закономерности массопередачи с твердой фазой. Диффузионные критерии подобия процессов массопередачи с твердой фазой.
21. Перегонка (дистилляция, ректификация). Основные понятия: перегонка, низкокипящий компонент (НК), высококипящий компонент (ВК), дистиллят, кубовый остаток, относительная летучесть. Определение, область применения, варианты проведения простой перегонки (дистилляции) и ректификации.
22. Фазовое равновесие в системе «жидкость – пар». Закон Дальтона. Закон Рауля.
23. Диаграммы равновесного состояния системы «жидкость – пар». Отклонения от закона Рауля в реальных смесях. Понятие азеотропной смеси.
24. Простая перегонка (дистилляция). Виды простой перегонки (однократное испарение, многократная и постепенная дистилляция). Изображение процесса однократного испарения на фазовых диаграммах.

25. Материальный и тепловой баланс однократного испарения. Понятие доли отгона.
26. Материальный и тепловой баланс периодической перегонки. Определение среднего состава дистиллята (фракции дистиллята).
27. Непрерывная ректификация. Понятие флегмы, флегмового числа, питательной тарелки (зоны питания), укрепляющей и исчерпывающей частей колонны. Основные допущения, принимаемые для расчета процесса ректификации. Схема ректификационной колонны.
28. Материальный баланс ректификационной колонны.
29. Уравнения линий изменения рабочих концентраций.
30. Изображение процесса непрерывной ректификации на фазовых диаграммах.
31. Понятие минимального флегмового числа. Расчет оптимального флегмового числа.
32. Влияние на параметры процесса ректификации величины флегмового числа, изменения давления в колонне. Графическое и аналитическое определение количества тарелок в колонне.
33. Тепловой баланс ректификационной колонны.
34. Определение основных размеров ректификационной колонны.
35. Способы создания орошения и подведения теплоты в колонну.
36. Сушка. Определение сушки. Виды сушки. Связь влаги с твердым материалом.
37. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Л.К. Рамзина (диаграмма I-x).
38. Равновесие процессов сушки.
39. Скорость сушки: кинетические кривые, время сушки.
40. Конвективная сушка. Материальный и тепловой баланс конвективной сушки.
41. Варианты проведения конвективной сушки. Изображение процесса конвективной сушки на диаграмме Л.К. Рамзина.
42. Измельчение твердых материалов. Виды процессов измельчения. Способы проведения. Измельчающие машины. Понятия степени измельчения, ситовой классификации, фракции твердого материала. Схемы циклов измельчения.
43. Физико-механические основы измельчения. Расход энергии на измельчение.
44. Классификация и сортировка твердых материалов. Виды классификации и сортировки материалов.
45. Разделение зернистых материалов по крупности грохочением: сита и ситовой анализ, способы грохочения. Устройство грохотов.
46. Разделение зернистых материалов по крупности воздушной сепарацией и гидравлической классификацией.
47. Разделение зернистых материалов по плотности гидравлической классификацией.
48. Смешение твердых (сыпучих) и пастообразных материалов. Основные показатели процесса смешения твердых (сыпучих) и пастообразных материалов.
49. Принцип действия, конструкция, технические характеристики смесителей различных типов: барабанного типа, шнековых, пневмо- и вибросмесителей.

Далее представлены примерные варианты экзаменационных билетов 6 семестра.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр *6* (номер)

Профиль подготовки _____

1. Механизм переноса массы. Виды диффузии. Закон Фика для молекулярной и турбулентной диффузии.
2. Сушка. Определение сушки. Виды сушки. Связь влаги с твердым материалом.
3. Принцип действия, конструкция, технические характеристики смесителей различных типов.

Составитель

_____ доцент А.Ю. Чуркина
«____» _____ 2020 года

Заведующий кафедрой

_____ доцент О.В. Тупицына
«____» _____ 2020 года

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр *6* (номер)

Профиль подготовки _____

1. Колонные массообменные аппараты. Устройство насадочных колонных аппаратов. Насадки, их виды, материалы, из которых они изготавливаются. Основные характеристики насадок. Требования к насадкам. Понятие пристеночного эффекта и методы борьбы с ним.
2. Законы равновесия в системе «жидкость – пар». Фазовое равновесие в системе «жидкость – пар». Закон Дальтона. Закон Рауля. Диаграммы равновесного состояния.
3. Устройство грохотов.

Составитель

_____ доцент А.Ю. Чуркина
«____» _____ 2020 года

Заведующий кафедрой

_____ доцент О.В. Тупицына
«____» _____ 2020 года

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ. ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Процедура оценивания представлена в таблице и реализуется поэтапно.

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся
1	Конспект по самостоятельно изученному материалу	Систематически на лекционных занятиях (письменно)	Экспертный	Зачет / незачет	Рабочая книжка преподавателя
2	Собеседование (отчет по лабораторной работе)	Систематически на лабораторных работах (устно)	Экспертный	Зачет / незачет	Рабочая книжка преподавателя
3	Курсовая работа	В конце 5 семестра	Экспертный	По пятибальной шкале	Рабочая книжка преподавателя, зачетная книжка, ведомость по курсовой работе, учебная карточка, портфолио
4	Курсовой проект	В конце 6 семестра	Экспертный	По пятибальной шкале	Рабочая книжка преподавателя, зачетная книжка, ведомость по курсовому проекту, учебная карточка, портфолио
5	Зачет	В конце 4 семестра	Экспертный	Зачет / незачет	Рабочая книжка преподавателя, зачетная книжка, зачетная ведомость, учебная карточка, портфолио
6	Экзамен	Во время сессии (5, 6 семестры)	Экспертный	По пятибальной шкале	Рабочая книжка преподавателя, зачетная книжка, экзаменационная ведомость, учебная карточка, портфолио

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний:

- экзамен, курсовая работа и курсовой проект оцениваются по пятибальной системе (оценка) – 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно»;

- зачет, конспект по самостоятельно изученному материалу, собеседование (отчет по лабораторным работам) оцениваются «зачет / незачет».

Шкала оценивания (интегральная оценка)

«Зачет» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на **65 % и более** оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций **85 % и более** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично» при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций.

«Хорошо» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на **75 % и более** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций.

«Удовлетворительно» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций **65 % и более** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Выставляется, когда обучающийся показывает знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем **65 %** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Выставляется в том случае, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.