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

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 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	2026
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет
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 2026

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, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	М.С Гречухина, кандидат технических наук
	(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) 21
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 23
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 23
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 24
9. Методические материалы 24
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 26

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	Владеть 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 коллоквиуму	36	12	12	12
составление конспектов	90	77	7	6
выполнение расчетно-графических работ	6	0	6	0
подготовка к участию в собеседовании	9	0	6	3
выполнение курсовых проектов	10	0	0	10
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	103	147
2	Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	24	10	12	28	74
3	Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	26	10	12	16	64
4	Теория основных механических процессов и используемое оборудование	6	0	0	4	10
	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. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети. Центробежный насос. Законы пропорциональности	2
2	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос. Продолжение	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети. Центробежный насос. Законы пропорциональности	2

3	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос. Продолжение	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети. Центробежный насос. Законы пропорциональности	2
4	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта.	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора при пневмотранспорте.	2
5	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта. Продолжение	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора при пневмотранспорте.	2
6	Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта. Продолжение	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора при пневмотранспорте.	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. Утилизация вторичных энергетических ресурсов низкого потенциала в насадочном скруббере.	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. Утилизация вторичных энергетических ресурсов низкого потенциала в насадочном скруббере. 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. Утилизация вторичных энергетических ресурсов низкого потенциала в насадочном скруббере. 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 коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 4 семестре.	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 РГР	Гидравлические сопротивления трубопроводов и аппаратов. Подбор насоса для работы на данную сеть.	6
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
Теория основных гидромеханических процессов и используемое оборудование	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 5 семестре по данному разделу.	4
Теория основных тепловых процессов и используемое оборудование	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 5 семестре по данному разделу.	8
		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.	10
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

Теория основных массообменных процессов и используемое оборудование	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 6 семестре по данному разделу.	10
Теория основных механических процессов и используемое оборудование	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 6 семестре по данному разделу.	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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
7	Чуркина, А.Ю. Основы гидравлики, процессов тепло- и массообмена : учебное пособие / А. Ю. Чуркина, А. А. Чуркин; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2025.- 268 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||6498	Электронный ресурс
Дополнительная литература		

8	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
9	Журавлева, Л.М. Расчет конденсатора : Учеб.-метод.пособие / Л. М. Журавлева, А. М. Чемерисова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 1999.- 57 с.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
12	Филиппов, В.В. Процессы и аппараты химической технологии : справочник / В. В. Филиппов, В. Д. Измайлов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2021.- 54 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5338	Электронный ресурс
13	Филиппов, В.В. Теплообмен в химической технологии. Теория. Примеры расчета. Основы проектирования : учебное пособие / В. В. Филиппов, О. А. Филиппова; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2023.- 218 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5775	Электронный ресурс
14	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.	Книжный фонд
Учебно-методическое обеспечение		
15	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
16	Утилизация вторичных энергетических ресурсов низкого потенциала в насадочном скруббере : методические указания к лабораторной работе / А. Ю. Чуркина [и др.]; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2024.- 34 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||6190	Электронный ресурс
17	Филиппов, В.В. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов, А. Ю. Чуркина; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2023.- 19 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5734	Электронный ресурс
18	Филиппов, В.В. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике «труба в трубе» : методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химических производств» / В. В. Филиппов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2023.- 20 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5733	Электронный ресурс

19	Филиппов, В.В. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2023.- 20 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5732	Электронный ресурс
20	Филиппов, В.В. Ректификации бинарной смеси : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов, А. Ю. Чуркина; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2026.- 36 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||6483	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	2026
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет
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	Владеть 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, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ХОДЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Конспект по самостоятельно изученному материалу (текущая аттестация, 4 семестр)

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

- **Задания (вопросы) для составления конспекта:**

- 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 1.3 – 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).

Перечень вопросов для собеседования – отчета по лабораторным работам (текущая аттестация, 5, 6 семестр)

Лабораторная работа № 1. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок выполнения работы.
2. Гидравлическая сеть, её состав. Арматура и её виды. Детали трубопровода.
3. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса и его физический смысл.
4. Геометрическая характеристика потоков некруглого сечения. Понятие эквивалентного диаметра, его расчёт для различных профилей.
5. Слагаемые потери энергии при движении жидкости по сети. Причины потерь энергии.
6. Потери энергии на трение. Параметры, влияющие на величину потерь на трение.
7. Влияние диаметра подводящего трубопровода на давление на приёме насоса. Кавитация. Кавитационный запас.
8. Характеристика гидравлической сети.
9. Основные параметры насосов.
10. Влияние числа оборотов рабочего колеса центробежного насоса на подачу, напор и потребляемую мощность. Законы пропорциональности.
11. Достоинства и недостатки центробежных насосов.
12. Правила пуска центробежного насоса.
13. Единицы измерения плотности, удельного веса, вязкости, расхода, давления. Соотношение между единицами измерения физических величин в различных системах.

Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта

1. Виды пневмотранспорта. Применение пневмотранспорта в различных отраслях промышленности. Достоинства и недостатки пневмотранспорта.
2. Порозность слоя: понятие, расчет, предельные значения.
3. Влияние скорости воздуха на высоту и порозность слоя.
4. Критическая скорость псевдоожижения и уноса: понятие, расчет. Влияние физических свойств транспортирующей среды (транспортирующего агента) и частиц на скорость псевдоожижения.
5. Расчет общего гидравлического сопротивления пневмоствола. Как зависит потеря давления в пневмостволе от скорости транспортирующей среды?
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.
10. От каких факторов зависит производительность установок пневмотранспорта?
11. Физический смысл критериев гидродинамического подобия.

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

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Способы распространения теплоты 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. Утилизация вторичных энергетических ресурсов низкого потенциала в насадочном скруббере

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Определение вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).
3. Классификация ВЭР.
4. Особенности процесса теплообмена при непосредственном соприкосновении потоков.
5. Уравнение теплового баланса скруббера.
6. Основное уравнение теплопередачи.
7. Физический смысл коэффициента теплопередачи, расчет коэффициента теплопередачи.
8. Определение среднего температурного напора при различном взаимном движении теплоносителей.
9. Основные параметры влажного воздуха (относительная влажность, влагосодержание, температура мокрого термометра, энтальпия, удельная теплоемкость).
10. Алгоритм расчета теоретического коэффициента теплопередачи.
11. Устройство колонных скрубберов (тарельчатых, насадочных, полых).

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. Устройство и принцип работы лабораторной ректификационной установки. Управление процессом.
2. Закон Рауля. Изображение зависимости давления пара в бинарной смеси от состава раствора при изотермических условиях. Реальные (неидеальные) смеси.
3. Азеотропия и азеотропные смеси.
4. Коэффициент относительной летучести компонентов разделяемой смеси α. Влияние величины α на положение линии равновесия. Изменение положения линии равновесия при изменении давления.
5. Схема промышленной ректификационной установки. Назначение конденсатора и кипятильника.
6. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий и их изображение на графике в координатах состав пара – состав жидкости.
7. Флегма, флегмовое число. Минимальное флегмовое число и его расчет. Действительное флегмовое число.
8. Определение числа теоретических ступеней контакта фаз (теоретических тарелок).

Движущая сила процесса переноса компонентов в паровой и жидкой фазах на теоретической тарелке.

9. Коэффициент полезного действия реальной тарелки. Определение числа действительных ступеней контакта, необходимого для проведения процесса ректификации.

10. В куб колонны подводится теплота. Куда эта теплота девается?

11. Температура верха колонны начала повышаться. Почему? Назовите все возможные причины.

12. Температура воды на выходе из конденсатора начала увеличиваться. Почему? Назовите все возможные причины.

13. Тепловая нагрузка на конденсатор начала возрастать. Почему? Назовите все возможные причины.

14. Если увеличить отбор дистиллята, то к чему это приведет?

Расчетно-графическая работа (РГР) (текущая аттестация, 5 семестр)

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

Студентам выдается индивидуальное задание, 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).

Варианты заданий и пример расчета представлены в [Чуркина А.Ю., Чуркин А.А. Основы гидравлики, процессов тепло- и массообмена: учеб. пособие. Самара, 2025. 268 с.], источник включен в список рекомендуемой литературы (раздел 5 РПД).

Выполненная РГР предъявляется на коллоквиуме. Допустимо работу сдать на проверку и оценку раньше.

Перечень вопросов для подготовки к коллоквиуму (текущая аттестация, 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. Некоторые практические приложения уравнения Бернулли.
15. Гидродинамическое сопротивление трубопроводов. Потери давления на трение и местные сопротивления и их расчет.
16. Расчет оптимального диаметра трубопровода.
17. Перемещение жидкостей. Насосы. Классификация насосов. Основные параметры: производительность, давление, мощность, КПД.
18. Высота всасывания насоса. Особенности перекачивания горячих и вязких жидкостей.
19. Графики подачи насоса. Работа насоса на сеть, рабочая точка.
20. Конструкции насосов. Сравнительные характеристики основных типов насосов и области их применения.

Во время коллоквиума студент должен ответить на один теоретический вопрос (вопросы 1 – 19) и на один вопрос по конструкции насоса определенного вида (вопрос 20).

Перечень вопросов для подготовки к коллоквиуму (текущая аттестация, 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.

Во время коллоквиума студент должен ответить на два теоретических вопроса и на один вопрос по конструкции теплообменника определенного вида (вопросы 25 и 37), а также предъявить выполненную РГР.

Перечень вопросов для подготовки к коллоквиуму (текущая аттестация, 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 массопере-

носа.

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 ко-

лонны.

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.

Во время коллоквиума студент должен ответить на два теоретических вопроса: первый по теоретическим основам массообменных процессов (вопросы 1 – 20), второй – из остальных вопросов.

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.

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. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления: межгосударственный стандарт: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2018. – 27 с.

2. ГОСТ 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2021. – 33 с.

3. Р 50-77-88. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм: рекомендации. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 10 с.

4. ГОСТ 2.321-84. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные: межгосударственный стандарт: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2007. – 2 с.

5. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.

Контроль выполнения курсовой работы осуществляется в форме консультаций, в том числе и с использованием дистанционных технологий, а также 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 (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 кожухотрубчатого теплообменника, его достоинства, недостатки, диапазон применения.

Составитель _____ «____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой _____ «____» _____ _____ 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 _____ «____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой _____ «____» _____ _____ 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 _____ «____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой _____ «____» _____ _____ 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.

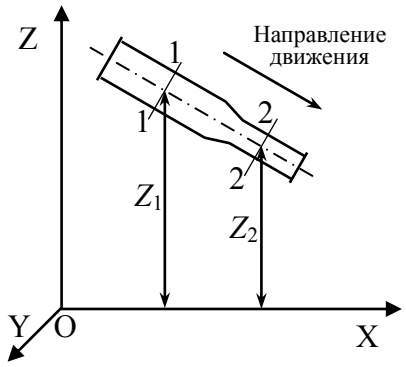
Составитель _____ «____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой _____ «____» _____ _____ года

Тесты по компетенциям

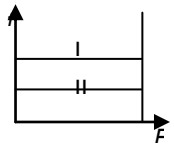
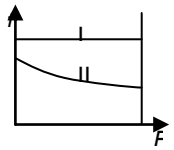
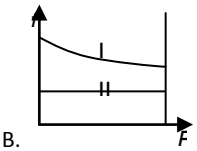
по дисциплине Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»
(шифр и наименование дисциплины**)**

<table>
<tr><th>№ задания</th><th>Содержание задания</th><th>Ключ к ответу</th><th>Наименование темы РПД</th><th>Семестр</th></tr>
<tr><td colspan="5">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</td></tr>
<tr><td>1.</td><td>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца
<table><tr><th>Параметр</th><th>Единица измерения</th></tr><tr><td>А. динамическая вязкость
Б. плотность
В. кинематическая вязкость</td><td>1. Па·с
2. Па
3. $м^2/с$
4. $кг/м^3$
5. $м^3/с$</td></tr></table>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr><tr><td>1</td><td>4</td><td>3</td></tr></table></td><td>Физические свойства жидкостей и газов, их расчет</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца
<table><tr><th>Параметр</th><th>Единица измерения</th></tr><tr><td>А. скорость движения
Б. массовый расход
В. объемный расход
Г. давление</td><td>1. кг
2. Па
3. м/с
4. кг/с
5. $м^3/с$</td></tr></table>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>2</td></tr></table></td><td>Гидродинамика</td><td>4</td></tr>
</table>

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
3.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** По трубопроводу движется реальная жидкость. Укажите верно записанное уравнение Бернулли для сечений 1-1 и 2-2. Плоскость сравнения XOY.  1. $\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}$ 2. $Z_1+\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}+h_{пот}$ 3. $Z_1+\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}$ 4. $Z_1+\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}\quad h_{пот}$	2	Материальный и энергетический баланс потока	4
4.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите, каким образом желательно установить насос при перекачивании горячих и вязких жидкостей (перекачивание производится из приемной емкости в напорную). 1. Выше уровня приемной емкости 2. Ниже уровня приемной емкости 3. На уровне приемной емкости 4. Установка насоса может быть любой	2	Транспорт жидкостей	5

<table>
<tr><th>№ задания</th><th>Содержание задания</th><th>Ключ к ответу</th><th>Наименование темы РПД</th><th>Семестр</th></tr>
<tr>
<td>5.</td>
<td>
Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите две позиции из правого столбца

В процессах теплопередачи теплоносители могут нагреваться, охлаждаться, конденсироваться, испаряться. Установите соответствие графика изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена (на рисунках) и описания процесса (две позиции).

<table>
<tr><th>Графики</th><th>Описание процесса</th></tr>
<tr>
<td>А.
 
Б.
 
 
В.</td>
<td>1. Первый теплоноситель нагревается
2. Первый теплоноситель охлаждается
3. Первый теплоноситель конденсируется
4. Первый теплоноситель испаряется
5. Второй теплоноситель нагревается
6. Второй теплоноситель охлаждается
7. Второй теплоноситель конденсируется
8. Второй теплоноситель испаряется</td>
</tr>
</table>

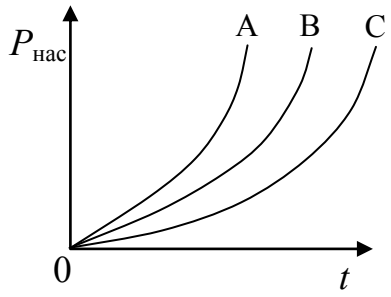
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr>
<tr><td>3, 8</td><td>3, 5</td><td>2, 8</td></tr>
</table>
</td>
<td>Тепловые балансы</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>6.</td>
<td>
Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца

<table>
<tr><th>Параметр</th><th>Единица измерения</th></tr>
<tr>
<td>А. тепловой поток
Б. количество теплоты
В. удельная теплота фазового перехода
Г. удельная (массовая) теплоемкость
Д. температурный градиент</td>
<td>1. Дж/(кг · К)
2. Дж/кг
3. Вт
4. К/м
5. Дж
6. Па·с</td>
</tr>
</table>

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th><th>Д</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th><th>Д</th></tr>
<tr><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td></tr>
</table>
</td>
<td>Основы теплопередачи</td>
<td>5</td>
</tr>
</table>

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
7.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** В ректификационной колонне разделяется смесь воды и уксусной кислоты при среднем давлении близком к атмосферному. Укажите хладагент, который в этих условиях целесообразно использовать в дефлегматоре колонны. 1. Жидкий аммиак 2. Рассол (водный раствор хлорида натрия) 3. Жидкий пропан 4. Промышленная оборотная вода	4	Перегонка и ректификация	6
8.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите уравнение, которое позволяет рассчитать количество (расход) продуктов непрерывной ректификации бинарной смеси. 1. Уравнение теплового баланса 2. Основное уравнение массопередачи 3. Уравнение материального баланса 4. Основное уравнение массоотдачи 5. Основное уравнение молекулярной диффузии	3	Перегонка и ректификация	6
9.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** На рисунке приведены зависимости давления насыщенного пара $P_{нас}$ от температуры ($P_{общ}$ = const) для индивидуальных компонентов A, B, C. Укажите компонент, который имеет наименьшую температуру кипения  1. Компонент A 2. Компонент B 3. Компонент C	1	Перегонка и ректификация	6
10.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите причину, в соответствие с которой обычной ректификацией смеси этанол-вода нельзя получить этиловый спирт с концентрацией более 95,6 % (мас.) или 89,4 % (мол.). 1. Смесь этанол-вода образует азеотроп 2. Для смеси этанол-вода характерно положительное отклонение от закона Рауля 3. Для смеси этанол-вода характерно отрицательное отклонение от закона Рауля	1	Перегонка и ректификация	6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
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				
11.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите уравнение, по которому рассчитывается объемный расход потока *V*, движущегося по кольцевому каналу сечением *f*, с наружным диаметром $d_{нар}$ и внутренним диаметром $d_{вн}$? Длина канала *L*. Скорость потока *w*. 1. $V = L \cdot (d_{нар} + d_{вн}) \cdot w$ 2. $V = L \cdot f$ 3. $V = f \cdot w$ 4. $V = f \cdot (d_{нар} + d_{вн})$	3	Гидродинамика	4
12.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите формулу, по которой рассчитываются потери напора на преодоление сил трения $h_{тр}$ (P_1 и P_2 – давления в двух точках трубопровода) 1. $h_{тр} = \lambda \frac{L}{d} \frac{w^2}{2g}$ 2. $h_{тр} = \frac{w^2}{2g}$ 3. $h_{тр} = \sum \xi_{м.с.i} \frac{w^2}{2g}$ 4. $h_{тр} = P_2 - P_1$	1	Материальный и энергетический баланс потока	4
13.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа** Укажите устройства, использующиеся для определения объемного расхода потока, движущегося по трубопроводу. 1. Ротаметр 2. Манометр 3. Труба Вентури 4. Пьезометр	1, 3	Материальный и энергетический баланс потока	4
14.	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ** Манометр, установленный на линии нагнетания насосной установки, показывает давление $P_м$ = 2,1 кгс/см^2. Атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст. Укажите абсолютное давление на линии нагнетания $P_н$, выраженное в единице измерения системы СИ. 1. $P_н$ = 210000 Па 2. $P_н$ = 1,1 кгс/см^2 3. $P_н$ = 3,133 кгс/см^2 4. $P_н$ = 307347,3 Па	4	Транспорт жидкостей	5

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
15.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите верное соотношение между давлением на входе жидкости в насос $P_{вс}$ и давлением насыщенного пара перекачиваемой жидкости P_t при температуре перекачки для нормальной работы насоса. 1. $P_{вс} = P_t$ 2. $P_{вс} > P_t$ 3. $P_{вс} < P_t$ 4. $P_{вс} << P_t$	2	Транспорт жидкостей	5
16.	**Прочитайте текст вопроса и запишите развернутый ответ (решение)** Рассчитайте среднюю разность температур между теплоносителями для их противоточного движения вдоль поверхности теплообмена. Горячий теплоноситель охлаждается от начальной температуры $t_{н1}$ = 110 °С до конечной $t_{к1}$ = 60 °С. Холодный теплоноситель нагревается от начальной температуры $t_{н2}$ = 10 °С до конечной $t_{к2}$ = 40 °С.	Большая разность температур между теплоносителями $\Delta t_б = t_{н1} – t_{к2} =$ $= 110 – 40 = 70$ °С; меньшая разность температур между теплоносителями $\Delta t_м = t_{к1} – t_{н2} =$ $= 60 – 10 = 50$ °С Средняя разность температур между теплоносителями $\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}} =$ $= \frac{70 - 50}{\ln\frac{70}{50}} = 59{,}4$ °С или Поскольку $\Delta t_б / \Delta t_м < 2$, $\Delta t_{ср} = (\Delta t_б + \Delta t_м) / 2 =$ $= (70 + 50) / 2 = 60$ °С	Расчет средней разности температур	5
17.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Значения коэффициентов теплоотдачи для первого и второго теплоносителей составляют α_1 = 2000 Вт/(м^2·К) и α_2 = 10000 Вт/(м^2·К) соответственно. Укажите неравенство, определяющее значение коэффициента теплопередачи K, если все другие термические сопротивления можно считать равными нулю 1. K > 2000 Вт/(м^2·К) 2. 2000 < K < 10000 Вт/(м^2·К) 3. K > 10000 Вт/(м^2·К) 4. K < 2000 Вт/(м^2·К)	4	Теплопередача	5
18.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите, как влияет на рабочую высоту абсорбера уменьшение удельного расхода абсорбента (при прочих равных условиях). 1. Увеличивает 2. Уменьшает 3. Не влияет	1	Абсорбция газов и паров	6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
19.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** В процессах абсорбции идеального газа равновесие описывается уравнением: $y^* = m \cdot x$, где y, x – молярные доли абсорбтива в газе и жидкости (абсорбенте) соответственно; m – коэффициент распределения (константа фазового равновесия). Укажите, как изменяется растворимость газа в жидкости при увеличении коэффициента распределения 1. Не изменяется 2. Уменьшается 3. Увеличивается	2	Абсорбция газов и паров	6
20.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** В сырье, поступающем в ректификационную колонну, уменьшилось содержание низкокипящего компонента. Укажите, как изменится состав дистиллята, если все остальные параметры процесса останутся без изменения. 1. Концентрация низкокипящего компонента в дистилляте увеличится 2. Концентрация низкокипящего компонента в дистилляте останется без изменений 3. Концентрация низкокипящего компонента в дистилляте уменьшится	3	Перегонка и ректификация	6

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

При использовании накопительной системы оценки учебных достижений обучающихся преподаватель обязан учитывать результаты текущей успеваемости, отраженные в накопительной системе, при проведении промежуточной аттестации, а обучающиеся обязаны проходить все контрольные точки и выполнять в полном объеме рабочую программу дисциплины.

В накопительной системе используются оценки «неудовлетворительно» («2»), «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5»). Успешному прохождению контрольной точки соответствуют оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»; неуспешному – оценка «неудовлетворительно». Обучающиеся, прошедшие все обозначенные в накопительной системе контрольные точки, имеют право на зачет результатов накопительной системы в качестве результатов промежуточной аттестации. Оценке «зачтено» соответствуют оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», оценке «не зачтено» – «неудовлетворительно».

Оценка, полученная по результатам накопительной системы, может являться итоговой оценкой за экзамен, если обучающийся согласен с данной оценкой.

Критерии оценивания результатов текущей (собеседование, РГР, коллоквиум) и промежуточной аттестации (экзамен, курсовой проект):

1. оценку «отлично» получает обучающийся

- показавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала;
- умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные РПД;
- умеющий оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями
- имеющий развитый навык защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение).

2. оценку «хорошо» заслуживает обучающийся

- обнаруживший полное знание учебного материала;
- успешно выполняющий предусмотренные РПД задания;
- умеющий оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями
- имеющий навык защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение);
- допускающий несущественные ошибки и недочеты при изложении материала и решении задач.

3. оценку «удовлетворительно» получает обучающийся

- обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения или предстоящей работы по профессии;
- справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных РПД;
- умеющий оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями
- имеющий навык защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение);
- допускающий грубые ошибки и недочеты при изложении материала и решении задач.

4. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся

- обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала;

- допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных РПД;

- не умеющему оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями;

- не имеющему навыка защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение).

Схема и особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – **Текущая аттестация по дисциплине**

Номер контрольной точки	Вид и номер занятия	Оценочное средство	Удельный вес контрольной точки, %	Примечание
4 семестр				
1	Лекция № 3	Конспект	15	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие – отражение в конспекте всех вопросов задания
2	Лекция № 6	Конспект	15	
3	Лекция № 8	Конспект	15	
4	Лекция № 8	Коллоквиум	55	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично»
Итого за семестр			**100**	
5 семестр				
1	Лабораторное занятие № 2	Собеседование	15	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие (допуск к собеседованию) – присутствие на занятии и выполнение лабораторной работы, корректно и в полном объеме проведенная обработка результатов эксперимента, наличие письменного отчета по лабораторной работе
2	Лабораторное занятие № 4	Собеседование	15	
3	Лабораторное занятие № 4	Собеседование	15	
4	Лекция № 24	Коллоквиум, РГР	55	Выставляемые оценки: «неудовлетворительно» («2»), «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5»)
Итого за семестр			**100**	
6 семестр				
1	Лабораторное занятие № 5	Собеседование	15	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие (допуск к собеседованию) – присутствие на занятии и выполнение лабораторной работы, корректно и в полном объеме проведенная обработка результатов эксперимента, наличие письменного отчета по лабораторной работе
2	Лабораторное занятие № 7	Собеседование	15	
3	Лабораторное занятие № 8	Собеседование	15	
4	Лекция № 40	Коллоквиум	55	Выставляемые оценки: «неудовлетворительно» («2»), «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5»)
Итого за семестр			**100**	

Таблица 2 – **Промежуточная аттестация по дисциплине**

Семестр	Вид испытания	Срок проведения	Примечание
4	Зачет	Последнее учебное занятие	Выставляется при успешном прохождении всех контрольных точек
	Защита курсовой работы	До конца сессии в дни защиты, установленные руководителем работы	Обязательное условие (допуск к защите) – наличие пояснительной записки, предварительно проверенной руководителем работы на соответствие заданию и требованиям к оформлению, на корректность выполненных расчетов и подбора аппаратов. Защиту работы принимает ее руководитель, комиссия не формируется
5	Экзамен	В сессию в соответствии с расписанием	При успешном прохождении всех контрольных точек оценка, полученная по результатам накопительной системы, может являться итоговой оценкой за экзамен, если обучающийся согласен с данной оценкой
6	Экзамен	В сессию в соответствии с расписанием	При успешном прохождении всех контрольных точек оценка, полученная по результатам накопительной системы, может являться итоговой оценкой за экзамен, если обучающийся согласен с данной оценкой
	Защита курсового проекта	До конца сессии в дни защиты, установленные руководителем проекта	Обязательное условие (допуск к защите) – наличие пояснительной записки и графической части, предварительно проверенной руководителем проекта на соответствие заданию и требованиям к оформлению, на корректность выполненных расчетов и подбора аппаратов. Защиту проекта принимает его руководитель, комиссия не формируется

В случае использования балльно-рейтинговой системы применяется следующая система проставления баллов и оценок (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – **Условия использования балльно-рейтинговой системы в текущей аттестации по дисциплине**

Номер контрольной точки	Вид и номер занятия	Оценочное средство	Количество баллов при успешном прохождении контрольной точки	Перевод баллов в оценки текущей аттестации
4 семестр				
1	Лекция № 3	Конспект	15	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие – отражение в конспекте всех вопросов задания
2	Лекция № 6	Конспект	15	
3	Лекция № 8	Конспект	15	
4	Лекция № 8	Коллоквиум	55	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично»
Максимальное количество баллов			**100**	

Номер контрольной точки	Вид и номер занятия	Оценочное средство	Количество баллов при успешном прохождении контрольной точки	Перевод баллов в оценки текущей аттестации
5 семестр				
1	Лабораторное занятие № 2	Собеседование	15	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие (допуск к собеседованию) – присутствие на занятии и выполнение лабораторной работы, корректно и в полном объеме проведенная обработка результатов эксперимента, наличие письменного отчета по лабораторной работе
2	Лабораторное занятие № 3	Собеседование	15	
3	Лабораторное занятие № 4	Собеседование	15	
4	Лекция № 24	Коллоквиум, РГР	50-55	отлично («5»)
			40-49	хорошо («4»)
			25-39	удовлетворительно («3»)
			0-24	неудовлетворительно («2»)
Максимальное количество баллов			**100**	
6 семестр				
1	Лабораторное занятие № 5	Собеседование	15	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие (допуск к собеседованию) – присутствие на занятии и выполнение лабораторной работы, корректно и в полном объеме проведенная обработка результатов эксперимента, наличие письменного отчета по лабораторной работе
2	Лабораторное занятие № 7	Собеседование	15	
3	Лабораторное занятие № 8	Собеседование	15	
4	Лекция № 40	Коллоквиум	50-55	отлично («5»)
			40-49	хорошо («4»)
			25-39	удовлетворительно («3»)
			0-24	неудовлетворительно («2»)
Максимальное количество баллов			**100**	

Таблица 4 – **Условия использования балльно-рейтинговой системы в промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр	Вид испытания	Срок проведения	Количество набранных баллов	Перевод баллов в оценки промежуточной аттестации
4	Зачет	Последнее учебное занятие	100	зачтено
			0-99	не зачтено
5, 6	Экзамен	В сессию по расписанию	95-100	отлично («5»)
			85-94	хорошо («4»)
			70-84	удовлетворительно («3»)
			0-69	неудовлетворительно («2»)

Для проверки достижения планируемых результатов обучения по дисциплине (освоения компетенций) проводится тестирование (тестовые задания представлены в соответствующем разделе рабочей программы). Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 5 баллов. В таблице 5 представлен перевод баллов, полученных обучающимися при тестировании, в оценки.

Таблица 5 – **Перевод баллов, полученных обучающимися при тестировании по компетенциям, в оценки**

Количество набранных баллов	Перевод баллов в оценки при тестировании
90-100	отлично («5»)
75-89	хорошо («4»)
55-74	удовлетворительно («3»)
0-54	неудовлетворительно («2»)