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.В.04 «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль)	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2025

Б1.В.04 «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 923 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических наук, доцент	А.Ю Копнина
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	О.В. Тупицына, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	А.Ю Чуркина, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Б.Ю. Смирнов, 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 5
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 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 10
4.3 Содержание практических занятий 13
4.4. Содержание самостоятельной работы 16
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 16
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 17
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 17
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 18
9. Методические материалы 18
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 20

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)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования	ПК-4.1 Обосновывает проектные решения	Владеть навыками разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями
			Знать нормативнотехническую документацию, различные технические, технологические и экологические требования к отдельным стадиям технологических процессов
			Уметь применять в проектировании отдельных стадий технологических процессов различные технические, технологические и экологические требования
		ПК-4.2 Проектирует отдельные узлы (аппараты)	Владеть навыками расчета основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от загрязнителей
			Знать Устройство основных аппаратов защиты окружающей среды
			Уметь составлять материальный баланс процесса
		ПК-4.3 Выбирает эффективный алгоритм решения задач проектирования отдельных стадий техноло-гических процессов	Владеть навыками проектирования технологических процессов

			Знать технологические процессы в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования
			Уметь выбирать эффективный алгоритм решения задач проектирования отдельных стадий технологических процессов
		ПК-4.4 Применяет актуальную нормативную документацию при оформлении законченных проектных работ	Знать нормативную документацию при оформлении законченных проектных работ
			Уметь применять в проектировании нормативную документацию
		ПК-4.5 Выбирает современные компьютерные технологии для целей оформления результатов про-ектных работ	
Универсальные компетенции			
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	Владеть Навыками сбора и обработки научно-технической информации по тематике исследований
			Уметь Формулировать цели и задачи изучения информации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

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

ПК-4	Практико-ориентированный проект; Прикладная механика; Процессы и аппараты химической технологии; Учебная практика: проектная практика	Защита воздушной среды; Очистка газов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; Практико-ориентированный проект; Процессы и аппараты химической технологии; Техногенный и экологический риск	Водообеспечение и водоотведение в производственных процессах; Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Охрана недр и земель; Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза; Очистка сточных вод; Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: преддипломная практика; Системы автоматизированного проектирования и информационные технологии в промышленной экологии; Техника защиты окружающей среды; Экологический менеджмент и экологическое аудирование
УК-1	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Введение в информационные технологии; Математика; Системы искусственного интеллекта; Социология и право; Учебная практика: ознакомительная практика; Учебная практика: проектная практика; Физика	Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Техника защиты окружающей среды; Хемометрика

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	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	80	80
Лабораторные работы	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	15	15
выполнение курсовых проектов	15	15
Контроль	45	45

Итого: час	144	144
Итого: з.е.	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	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	2	16	8	0	26
2	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	6	16	8	0	30
3	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	8	0	16	0	24
4	Курсовая работа	0	0	0	15	15
	КСР	0	0	0	0	4
	Контроль	0	0	0	0	45
	Итого	16	32	32	15	144

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Тема 1.1. 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, воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, реакторов каталитического дожига, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем. Технологические схемы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания.	2

2	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 2.1. Абсорбция.	Основные понятия. Виды абсорбции. Равновесие в системах «газ – жидкость». Закон Генри. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции. Уравнения материального баланса и рабочей линии процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расход абсорбента. Тепловой баланс неизотермической абсорбции. Скорость физической абсорбции и хемосорбции.	2
3	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 2.1. Продолжение.	Устройство абсорбционных аппаратов. Классификация абсорберов по способу образования поверхности раздела фаз. Определение диаметра и высоты абсорбера. Конструкция, сравнительная характеристика и области применения абсорберов различных типов: поверхностные, пленочные, насадочные, барботажные, вибрационные. Гидродинамические режимы работы насадок, тарелок со сливными устройствами, тарелок провального типа. Сравни-тельная характеристика и области применения различных схем проведения абсорбции. Противоточная и прямоточная схема. Схемы с рециркуляцией абсорбента. Методы отвода тепла абсорбции. Понятие десорбции. Методы проведения десорбции и их аппаратурное оформление. Схема абсорбционно-десорбционной установки с рециркуляцией жидкости.	2
4	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 2.2. Адсорбция.	Основные понятия. Виды адсорбции, область применения. Классификация и характеристики промышленных адсорбентов. Изо-термы адсорбции. Адсорбция в неподвижном слое адсорбента. Механизм процесса адсорбции в зернистом слое адсорбента. Уравнение Шилова. Сравнительная характеристика и область применения адсорберов различных типов: с неподвижным слоем адсорбента, с псевдоожиженным и плотно движущимся слоем адсорбента. Методы проведения десорбции.	2

5	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 3.1. Неоднородные системы и методы их разделения. Тема 3.2. Разделение жидких гетерогенных систем.	Основные понятия. Классификация неоднородных систем. Классификация методов разделения неоднородных систем. Материальный баланс процесса разделения. Отстаивание. Закономерности осаждения под действием силы тяжести в неограниченном объеме и стесненного осаждения. Кинетика процесса отстаивания. Методы повышения эффективности осаждения (коагуляция, флокуляция).	2
6	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 3.2. Продолжение.	Устройство, классификация, сравнительная характеристика и области применения отстойников различных типов: периодически и непрерывно действующих, радиальных и горизонтальных, с наклонными перегородками, коническими полками, многоярусных, для разделения эмульсий. Расчет отстойников различных типов. Фильтрование. Основные характеристики фильтрующего слоя. Гидравлическое сопротивление фильтрующего слоя. Способы проведения фильтрования, промывка фильтров. Кинетика процесса фильтрования, основные уравнения фильтрования.	2
7	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 3.2. Продолжение.	Виды фильтровальных перегородок, условия применения. Устройство, классификация, сравнительная характеристика и области применения фильтров различных типов: периодического и непрерывного действия, работающих по вакуумом и под давлением, нутч-фильтров, фильтр-прессов, листовых, барабанных, карусельных фильтров. Расчет фильтров различных типов. Интенсификация работы фильтров. Центрифугирование. Основные понятия и определения, классификация центрифуг. Фактор разделения гетерогенных смесей под действием центробежной силы. Устройство, классификация, сравнительная характеристика и области применения центрифуг различных типов: фильтрующих и отстойных центрифуг, нормальных центрифуг, сверхцентрифуг, горизонтальных, вертикальных, наклонных центрифуг, с различными способами выгрузки осадка, жидкостных сепараторов. Гидроциклоны.	2

8	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Тема 3.3. Разделение газовых гетерогенных систем.	Основные методы разделения газовых гетерогенных систем. Гравитационная очистка газов, устройство, области применения пылеосадительных камер. Очистка газов под действием инерционных сил, устройство, области применения инерционных пылеуловителей. Очистка газов под действием центробежных сил, устройство, области применения циклонов различных типов. Очистка газов фильтрованием. Применяемые фильтрующие пере-городки. Устройство, области применения фильтров с различны-ми фильтрующими перегородками. Мокрая очистка газов, устройство, области применения скрубберов различных типов: полых, насадочных, центробежных, Вентури, барботажных (пенных) пылеуловителей. Особенности скрубберного процесса. Электрическая очистка газов, физические основы процесса. Устройство, классификация, области применения электрофильтров.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

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**
6 семестр				
1	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Характеристика ВЭР. Особенности теплообмена при непосредственном соприкосновении потоков.	2
2	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Тепловой баланс скруббера.	2

3	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Тепловой баланс скруббера.	2
4	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Тепловой баланс скруббера.	2
5	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2
6	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2
7	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2
8	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)	Свойства влажного воздуха. Коэффициент теплопередачи, его зависимость от технологических параметров в контактном теплообменнике.	2

9	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Движущая сила процесса. Плотность орошения.	2
10	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Движущая сила процесса. Плотность орошения.	2
11	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Рабочая и равновесная линия абсорбции. Коэффициент массопередачи, его зависимость от технологических параметров. Эффективность абсорбции, ее зависимость от технологических параметров.	2
12	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Рабочая и равновесная линия абсорбции. Коэффициент массопередачи, его зависимость от технологических параметров. Эффективность абсорбции, ее зависимость от технологических параметров.	2
13	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Рабочая и равновесная линия абсорбции. Коэффициент массопередачи, его зависимость от технологических параметров. Эффективность абсорбции, ее зависимость от технологических параметров.	2
14	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Рабочая и равновесная линия абсорбции. Коэффициент массопередачи, его зависимость от технологических параметров. Эффективность абсорбции, ее зависимость от технологических параметров.	2

15	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Рабочая и равновесная линия абсорбции. Коэффициент массопередачи, его зависимость от технологических параметров. Эффективность абсорбции, ее зависимость от технологических параметров.	2
16	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа.	Эффективность абсорбции, ее зависимость от технологических параметров.	2
			Итого за семестр:	**32**
			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**
6 семестр				
1	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Особенности расчета теплообменных аппаратов, использующих ВЭР.	Тепловые балансы и определение основных технологических параметров теплообменных аппаратов, использующих ВЭР: котлов-утилизаторов, КТАНов, скрубберов, регенеративных воздухоподогревателей.	2
2	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Особенности расчета теплообменных аппаратов, использующих ВЭР.	Тепловые балансы и определение основных технологических параметров теплообменных аппаратов, использующих ВЭР: котлов-утилизаторов, КТАНов, скрубберов, регенеративных воздухоподогревателей.	2
3	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Особенности расчета теплообменных аппаратов, использующих ВЭР (продолжение).	Тепловые балансы и определение основных технологических параметров теплообменных аппаратов, использующих ВЭР: аппаратов мгновенного вскипания, аппаратов с промежуточным теплоносителем.	2

4	Основные процессы защиты окружающей среды от теплового загрязнения, применяемое оборудование	Особенности расчета теплообменных аппаратов, использующих ВЭР (продолжение).	Тепловые балансы и определение основных технологических параметров теплообменных аппаратов, использующих ВЭР: аппаратов мгновенного вскипания, аппаратов с промежуточным теплоносителем.	2
5	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Абсорбция.	Уравнение равновесия.	2
6	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Абсорбция.	Материальный баланс абсорбера.	2
7	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Абсорбция (продолжение).	Средняя движущая сила абсорбции	2
8	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гомогенных загрязнителей и используемое оборудование	Абсорбция (продолжение).	Расчет диаметра и высоты абсорбера.	2
9	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Отстаивание.	Материальный баланс отстаивания.	2

10	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Отстаивание.	Расчет отстойников.	2
11	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Фильтрование.	Уравнения фильтрования.	2
12	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Фильтрование.	Расчет фильтров для разделения гетерогенных жидких систем. Гидравлическое сопротивление фильтра.	2
13	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Центрифугирование.	Уравнения центрифугирования.	2
14	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Центрифугирование.	Расчет центрифуг.	2
15	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Осаждение под действием центробежной силы.	Определение основных размеров циклона.	2

16	Теория основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от гетерогенных загрязнителей и используемое оборудование	Осаждение под действием центробежной силы.	Расчет гидравлического сопротивления циклона.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
6 семестр			
Курсовая работа	Курсовая работа	Методы, приемы, процессы, аппараты, установки, вещества и материалы и проч., применяемые для защиты окружающей среды в определенных (заданных) условиях. Опыт реализации систем защиты окружающей среды в России и за рубежом.	15
		Итого за семестр:	**15**
		Итого:	**15**

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	Основы инженерной экологии : учеб. пособие / В. В. Денисов [и др.].- Ростов н/Д, Феникс, 2013.- 623 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
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	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
5	Чуркина, А.Ю. Основы гидравлики, процессов тепло- и массообмена : учеб. пособие / А. Ю. Чуркина; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2012.- 195 с.	Книжный фонд
Учебно-методическое обеспечение		
6	Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа : метод.указания к лаб.работе / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2014.- 35 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2209	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 Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронная нефтегазовая библиотека им. Губкина	http://elib.gubkin.ru	Ресурсы открытого доступа
2	Сайты научно – технической библиотеки ФГБОУ СамГТУ	http://lib.sumgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
4	ТехЛит.ру	http://www.tehlit.ru/	Ресурсы открытого доступа
5	Электронная библиотека "Наука и техника"	http://n-t.ru/	Ресурсы открытого 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», «Массоотдача в жидкой фазе», «Пневмотранспорт», агрегатом отопительным (теплообменник типа «труба в трубе»), компьютерами, электронными приборами для фиксации экспериментальных данных;

Самостоятельная работа

- рабочие места для самостоятельной работы обучающихся в читальных залах НТБ СамГТУ, компьютерных классах ИВЦ СамГТУ и кафедры ХТПЭ, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде;

- пакеты ПО общего назначения (MS Excel, MS Word);

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

- материально-техническое обеспечение НТБ СамГТУ;

- ресурсы ИВЦ СамГТУ.

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 отчётности 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.В.04 «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.04 «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль)	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	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)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования	ПК-4.1 Обосновывает проектные решения	Владеть навыками разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями
			Знать нормативнотехническую документацию, различные технические, технологические и экологические требования к отдельным стадиям технологических процессов
			Уметь применять в проектировании отдельных стадий технологических процессов различные технические, технологические и экологические требования
		ПК-4.2 Проектирует отдельные узлы (аппараты)	Владеть навыками расчета основных процессов защиты атмосферы и гидросферы от загрязнителей
			Знать Устройство основных аппаратов защиты окружающей среды
			Уметь составлять материальный баланс процесса
		ПК-4.3 Выбирает эффективный алгоритм решения задач проектирования отдельных стадий техноло-гических процессов	Владеть навыками проектирования технологических процессов

			Знать технологические процессы в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования
			Уметь выбирать эффективный алгоритм решения задач проектирования отдельных стадий технологических процессов
		ПК-4.4 Применяет актуальную нормативную документацию при оформлении законченных проектных работ	Знать нормативную документацию при оформлении законченных проектных работ
			Уметь применять в проектировании нормативную документацию
		ПК-4.5 Выбирает современные компьютерные технологии для целей оформления результатов про-ектных работ	
Универсальные компетенции			
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	Владеть Навыками сбора и обработки научно-технической информации по тематике исследований
			Уметь Формулировать цели и задачи изучения информации

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Компетенция	Оценочные средства								
	Конспект по самостоятельно изученному материалу (раздел 1)	Конспект по самостоятельно изученному материалу (раздел 2)	Конспект по самостоятельно изученному материалу (раздел 3)	Отчет по лабораторной работе № 1 (собеседование)	Отчет по лабораторной работе № 2 (собеседование)	Индивидуальное расчетное задание	Пояснительная записка к курсовой работе	Вопросы к защите курсовой работы	Экзаменационные вопросы
	Текущая аттестация						Промежуточная аттестация – курсовая работа		Промежуточная аттестация – экзамен
ПК-4	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5	З (ПК-4)-4.1 У (ПК-4)-4.1 В (ПК-4)-4.1 З (ПК-4)-4.2 У (ПК-4)-4.2 В (ПК-4)-4.2 З (ПК-4)-4.3 У (ПК-4)-4.3 В (ПК-4)-4.3 З (ПК-4)-4.4 У (ПК-4)-4.4 В (ПК-4)-4.4 З (ПК-4)-4.5 У (ПК-4)-4.5 В (ПК-4)-4.5
УК-1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1	У (УК-1)-1.1 В (УК-1)-1.1

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

Перечень подлежащих оценке результатов обучения (показателей проявления компетенций: владений, умений, знаний) при использовании предусмотренных рабочей программой дисциплины оценочных средств представлены в таблице П2.2.

Перечень вопросов для собеседования (отчета по лабораторным работам)

Лабораторная работа № 1. Исследование процесса утилизации низкотемпературных ВЭР (вторичных энергоресурсов)

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

Лабораторная работа № 2. Исследование процесса абсорбции аммиака водой в аппарате барботажного типа

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Физическая сущность процесса абсорбции. Равновесие в процессах абсорбции.
3. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции.
4. Способы выражения состава фаз.
5. Материальный баланс абсорбера.

6. Нанесение равновесной зависимости и построение рабочей линии процесса абсорбции на графике в координатах «состав газовой фазы – состав жидкой фазы». Определение движущей силы процесса на элементе поверхности контакта фаз.
7. Расчет средней движущей силы процесса абсорбции.
8. Определение минимального и реального расхода абсорбента. Влияние расхода абсорбента на положение рабочей линии процесса в координатах «состав газа – состав жидкости» и на число теоретических тарелок.
9. Уравнение массопередачи и его использование в инженерных расчетах.
10. Факторы, способствующие процессу десорбции. Способы проведения десорбции.
11. Расчет экспериментального и теоретического коэффициента массопередачи.
12. Гидродинамические режимы работы барботажных тарелок.

Индивидуальное расчетное задание на тему: «Расчет насадочного абсорбера»

При выполнении индивидуального расчетного задания требуется определить основные размеры насадочного абсорбера (диаметр, высоту рабочей зоны). Варианты заданий отличаются расходом воздуха, поступающего на очистку, загрязняющим веществом, содержащимся в потоке воздуха, его концентрацией, температурой потока и рабочим давлением.

Варианты задания:

№ варианта	$V_о$, м^3/ч	P, кПа	$t_{газ}$, ºС	Абсорбтив	$y_н$, % мол.	φ, %	$x_н$, % мол.	$t_н$, ºС
1	9000	103,7	20	Аммиак	5,0	95	0	20
2	4500	102,4	20	Диоксид серы	7,0	90	0	20
3	500	204,6	20	Диоксид углерода	6,0	95	0	20
4	2000	1600,0	20	Диоксид углерода	30,0	95	0	20
5	12000	103,7	30	Аммиак	6,0	95	0	25
6	3200	102,4	30	Диоксид серы	5,0	90	0	25
7	600	204,6	30	Диоксид углерода	4,5	95	0	25
8	1800	1600,0	30	Диоксид углерода	25,0	95	0	25
9	4600	103,7	40	Аммиак	4,5	95	0	20
10	3700	102,4	40	Диоксид серы	6,0	90	0	20
11	750	204,6	40	Диоксид углерода	7,0	95	0	20
12	1600	1600,0	40	Диоксид углерода	35,0	95	0	20
13	8500	103,7	15	Аммиак	5,5	95	0	25
14	2900	102,4	15	Диоксид серы	6,5	90	0	25
15	850	204,6	15	Диоксид углерода	5,0	95	0	25
16	1400	1600,0	15	Диоксид углерода	20,0	95	0	25
17	8000	103,7	25	Аммиак	5,3	95	0	20
18	3500	102,4	25	Диоксид серы	7,2	90	0	20
19	650	204,6	25	Диоксид углерода	6,4	95	0	20

20	1200	1600,0	25	Диоксид углерода	28,0	95	0	20
21	11000	103,7	35	Аммиак	6,7	95	0	25
22	2200	102,4	35	Диоксид серы	5,3	90	0	25
23	550	204,6	35	Диоксид углерода	4,0	95	0	25
24	1300	1600,0	35	Диоксид углерода	22,0	95	0	25
25	3600	103,7	30	Аммиак	4,0	95	0	20
26	2700	102,4	30	Диоксид серы	4,0	90	0	20
27	800	204,6	30	Диоксид углерода	4,0	95	0	20
28	1500	1600,0	30	Диоксид углерода	32,0	95	0	20
29	7500	103,7	20	Аммиак	5,7	95	0	25
30	1900	102,4	20	Диоксид серы	6,2	90	0	25
31	700	204,6	20	Диоксид углерода	5,5	95	0	25
32	1700	1600,0	20	Диоксид углерода	28,0	95	0	25
33	10000	103,7	40	Аммиак	4,7	95	0	20
34	3000	102,4	40	Диоксид серы	2,8	90	0	20
35	450	204,6	40	Диоксид углерода	3,6	95	0	20

Окончание таблицы

Уравнение линии равновесия	β	Ф, $\frac{\text{кДж}}{\text{кмоль}}$	Вид насадки	Размеры элемента насадки, мм	K_y, $\frac{\text{кмоль}}{\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot \frac{\text{кмоль абсорбтива}}{\text{кмоль воздуха}}}$
$Y^* = 1{,}1 \cdot X$	1,25	33000	Керамические кольца Рашига	50 × 50 × 5	5,0
$Y^* = 35{,}8 \cdot X$	1,25	32000		50 × 50 × 5	0,42
$Y^* = 731{,}7 \cdot X$	1,25	20500		50 × 50 × 5	0,031
$Y^* = 123{,}6 \cdot \cdot X$	1,25	20500		50 × 50 × 5	0,58
$Y^* = 1{,}45 \cdot X$	1,15	33000		50 × 50 × 5	4,5
$Y^* = 44{,}8 \cdot X$	1,15	32000		50 × 50 × 5	0,39
$Y^* = 804{,}4 \cdot X$	1,15	20500		50 × 50 × 5	0,022
$Y^* = 133{,}4 \cdot \cdot X$	1,15	20500		50 × 50 × 5	0,47
$Y^* = 1{,}1 \cdot X$	1,10	33000		50 × 50 × 5	4,9
$Y^* = 35{,}8 \cdot X$	1,10	32000		50 × 50 × 5	0,41
$Y^* = 731{,}7 \cdot X$	1,10	20500		50 × 50 × 5	0,025
$Y^* = 123{,}6 \cdot \cdot X$	1,10	20500		50 × 50 × 5	0,53
$Y^* = 1{,}45 \cdot X$	1,20	33000		50 × 50 × 5	4,0
$Y^* = 44{,}8 \cdot X$	1,20	32000		50 × 50 × 5	0,43
$Y^* = 804{,}4 \cdot X$	1,20	20500		50 × 50 × 5	0,020
$Y^* = 133{,}4 \cdot \cdot X$	1,20	20500		50 × 50 × 5	0,45
$Y^* = 1{,}1 \cdot X$	1,30	33000		50 × 50 × 5	5,0
$Y^* = 35{,}8 \cdot X$	1,30	32000		50 × 50 × 5	0,42
$Y^* = 731{,}7 \cdot X$	1,30	20500		50 × 50 × 5	0,031
$Y^* = 123{,}6 \cdot \cdot X$	1,30	20500		50 × 50 × 5	0,58
$Y^* = 1{,}45 \cdot X$	1,50	33000		50 × 50 × 5	4,5
$Y^* = 44{,}8 \cdot X$	1,50	32000		50 × 50 × 5	0,39
$Y^* = 804{,}4 \cdot X$	1,50	20500		50 × 50 × 5	0,022
$Y^* = 133{,}4 \cdot \cdot X$	1,50	20500		50 × 50 × 5	0,47
$Y^* = 1{,}1 \cdot X$	1,20	33000		50 × 50 × 5	5,0
$Y^* = 35{,}8 \cdot X$	1,20	32000		50 × 50 × 5	0,42
$Y^* = 731{,}7 \cdot X$	1,20	20500		50 × 50 × 5	0,031
$Y^* = 123{,}6 \cdot \cdot X$	1,20	20500		50 × 50 × 5	0,58
$Y^* = 1{,}45 \cdot X$	1,30	33000		50 × 50 × 5	4,5

$У^* = 44{,}8 \cdot X$	1,30	32000		50 × 50 × 5	0,39
$У^* = 804{,}4 \cdot X$	1,30	20500		50 × 50 × 5	0,022
$У^* = 133{,}4 \cdot \cdot X$	1,30	20500		50 × 50 × 5	0,47
$У^* = 1{,}1 \cdot X$	1,15	33000		50 × 50 × 5	5,0
$У^* = 35{,}8 \cdot X$	1,15	32000		50 × 50 × 5	0,42
$У^* = 731{,}7 \cdot X$	1,15	20500		50 × 50 × 5	0,031

Алгоритм расчета, пример расчета и требования к оформлению индивидуального расчетного задания представлены в [Чуркина А.Ю. Основы гидравлики, процессов тепло- и массообмена: учеб. пособие. Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2012. 196 с.]. Источник включен в перечень дополнительной литературы (раздел 7 рабочей программы дисциплины).

Курсовая работа
(промежуточная аттестация)

Примерная тематика курсовой работы:
- аналитический обзор методов утилизации теплоты отходящих газов технологических установок;
- аналитический обзор методов очистки газовых выбросов различных технологических установок;
- аналитический обзор методов очистки сточных вод различных производств.

Тематика курсовой работы определяется в соответствии с основными направлениями работы кафедры и выдается непосредственного руководителями курсового и дипломного проектирования индивидуально.
Обязательным элементом курсовой работы является пояснительная записка, включающая следующие структурные части:
- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- заключение (выводы);
- список использованных источников.

Введение должно содержать оценку актуальности выполнения курсовой работы на заданную тему, а также сформулированные цели и задачи курсовой работы.
Основная часть записки должна быть разделена на разделы, подразделы, пункты. Данная часть курсовой работы включает в себя результаты выполненных аналитических обзоров, патентной проработки по теме и т.п.
Выводы должны содержать короткие обобщения по работе в целом, которые подтверждают выполнения цели и решение задач курсовой работы конкретными данными.
В ***список использованных источников*** должна включаться техническая литература, справочники, нормативно-правовые материалы, Интернет-ресурсы, на которые в тексте есть ссылка.
Оформление пояснительной записки к курсовой работе производится в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:
1. СТП СамГТУ 021.205.2-2003. Комплексная система управления эффективностью и качеством деятельности ВУЗа. Выпускные квалификационные работы. Составление и оформление пояснительной записки. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2003. – 18 с.
2. СТП СамГТУ 021.205.3-2002. Комплексная система управления эффективностью и качеством деятельности ВУЗа. Выпускные квалификационные работы. Выполнение графических документов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2002. – 27 с.

3. ГОСТ 7.32-2001. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с изменениями).
4. ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам (с изменением № 1).
5. Р 50-77-88. Рекомендации. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм. Введены в действие 01.01.1989 года.
6. ГОСТ 2.321-84. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные.
7. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Контроль выполнения курсовой работы осуществляется в форме консультаций, в том числе и посредством общения по электронной почте. Руководитель курсовой работы проверяет пояснительную записку к курсовой работе, в том числе и соответствие ее оформления нормативным требованиям. По результату проверки студент допускается к защите курсовой работы или не допускается, а пояснительная записка ему возвращается на доработку.

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

Примерные вопросы к защите курсовой работы:

1. Классификация методов защиты окружающей среды (в соответствии с тематикой курсовой работы).
2. Краткая характеристика каждого из рассмотренных методов защиты окружающей среды (в соответствии с тематикой курсовой работы): теоретические основы, достоинства, недостатки, диапазон применения.
3. Средства защиты окружающей среды (в соответствии с тематикой курсовой работы): аппараты, устройства, установки, технологические схемы.
4. Сравнительный анализ методов (средств и т.п.) защиты окружающей среды (в соответствии с тематикой курсовой работы).
5. Выводы по курсовой работе.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР.
2. Способы утилизации теплоты. Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов, воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, реакторов каталитического дожига, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем.
3. Технологические схемы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания.
4. Абсорбция. Основные понятия. Виды абсорбции.
5. Равновесие в системах «газ – жидкость». Закон Генри. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции.
6. Уравнения материального баланса и рабочей линии процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расход абсорбента.
7. Тепловой баланс неизотермической абсорбции.
8. Скорость физической абсорбции и хемосорбции.

9. Устройство абсорбционных аппаратов. Классификация абсорберов по способу образования поверхности раздела фаз. Определение диаметра и высоты абсорбера.
10. Конструкция, сравнительная характеристика и области применения абсорберов различных типов: поверхностные, пленочные, насадочные, барботажные, вибрационные.
11. Гидродинамические режимы работы насадок, тарелок со сливными устройствами, тарелок провального типа.
12. Сравнительная характеристика и области применения различных схем проведения абсорбции. Противоточная и прямоточная схема. Схемы с рециркуляцией абсорбента.
13. Методы отвода тепла абсорбции.
14. Понятие десорбции. Методы проведения десорбции и их аппаратурное оформление.
15. Схема абсорбционно-десорбционной установки с рециркуляцией жидкости.
16. Адсорбция. Основные понятия. Виды адсорбции, область применения. Классификация и характеристики промышленных адсорбентов.
17. Изотермы адсорбции. Адсорбция в неподвижном слое адсорбента. Механизм процесса адсорбции в зернистом слое адсорбента. Уравнение Шилова.
18. Сравнительная характеристика и область применения адсорберов различных типов: с неподвижным слоем адсорбента, с псевдоожиженным и плотно движущимся слоем адсорбента.
19. Методы проведения десорбции.
20. Неоднородные системы и методы их разделения. Основные понятия. Классификация неоднородных систем.
21. Классификация методов разделения неоднородных систем.
22. Материальный баланс процесса разделения неоднородных систем.
23. Отстаивание. Закономерности осаждения под действием силы тяжести в неограниченном объеме и стесненного осаждения.
24. Кинетика процесса отстаивания.
25. Методы повышения эффективности осаждения (коагуляция, флокуляция).
26. Устройство, классификация, сравнительная характеристика и области применения отстойников различных типов: периодически и непрерывно действующих, радиальных и горизонтальных, с наклонными перегородками, коническими полками, многоярусных, для разделения эмульсий.
27. Расчет отстойников различных типов.
28. Фильтрование. Основные характеристики фильтрующего слоя. Гидравлическое сопротивление фильтрующего слоя.
29. Способы проведения фильтрования, промывка фильтров.
30. Кинетика процесса фильтрования, основные уравнения фильтрования.
31. Виды фильтровальных перегородок, условия применения.
32. Устройство, классификация, сравнительная характеристика и области применения фильтров различных типов: периодического и непрерывного

действия, работающих по вакуумом и под давлением, нутч-фильтров, фильтр-прессов, листовых, барабанных, карусельных, фильтров.

33. Расчет фильтров различных типов.
34. Интенсификация работы фильтров.
35. Центрифугирование. Основные понятия и определения, классификация центрифуг.
36. Фактор разделения гетерогенных смесей под действием центробежной силы.
37. Устройство, классификация, сравнительная характеристика и области применения центрифуг различных типов: фильтрующих и отстойных центрифуг, нормальных центрифуг, сверхцентрифуг, горизонтальных, вертикальных, наклонных центрифуг, с различными способами выгрузки осадка, жидкостных сепараторов.
38. Гидроциклоны.
39. Основные методы разделения газовых гетерогенных систем.
40. Гравитационная очистка газов, устройство, области применения пылеосадительных камер.
41. Очистка газов под действием инерционных сил, устройство, области применения инерционных пылеуловителей.
42. Очистка газов под действием центробежных сил, устройство, области применения циклонов различных типов.
43. Расчет циклона.
44. Очистка газов фильтрованием. Применяемые фильтрующие перегородки. Устройство, области применения фильтров с различными фильтрующими перегородками.
45. Мокрая очистка газов, устройство, области применения скрубберов различных типов: полых, насадочных, центробежных, Вентури, барботажных (пенных) пылеуловителей.
46. Особенности скрубберного процесса.
47. Электрическая очистка газов, физические основы процесса. Устройство, классификация, области применения электрофильтров. Расчет электрофильтров.
48. Методы повышения эффективности разделения газовых гетерогенных систем.

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

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с таблицей П2.2, процедура оценивания представлена в таблице П2.3 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (таблица П2.2).

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

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине Таблица П2.3

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

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

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

Форма оценки знаний:

- экзамен, курсовая работа, а также индивидуальное расчетное задание оцениваются по пятибальной системе (оценка) – 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно»;
- конспект по самостоятельно изученному материалу, отчет по лабораторным работам (собеседование) оцениваются «зачет / незачет».

Шкала оценивания (интегральная оценка)

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

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

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

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

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем **65 %** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Выставляется в том случае, если при ответе обучающегося выявились

существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

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

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