

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ефанов Алексей Валерьевич
Должность: Директор Невиномысского технологического института (филиал) СКФУ
Дата подписания: 11.10.2022 15:11:52
Уникальный программный ключ:
49214306dd433e7a1b0f8632f645f9d53c99e3d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор НТИ (филиал) СКФУ
_____ В.В. Кузьменко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Профиль	Химическая технология неорганических веществ
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	заочная
Год начала обучения	2021
Изучается в 5, 6 семестре	

Невинномысск 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование способности понимать физико-химическую сущность процессов и использовать основные законы протекания химико-технологических процессов в комплексной производственно-технологической деятельности, формирование способности выполнять необходимые физико-химические и термодинамические расчеты основных параметров химико-технологических процессов на основе методов процессов и аппаратов химической технологии.

Задачи освоения дисциплины - развить у студентов способности: участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции; выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной обязательной части, код - Б1.В.09.04. Её освоение происходит в 7, 8 семестрах.

Изучение данной дисциплины формирует профессиональные теоретические знания и практические умения и навыки, в том числе:

- в области создания новых технологических схем производства веществ и материалов, выбора технологических параметров, расчета и выбора оборудования;
- в области проектирования и аппаратурного оформления технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы.

3. Связь с предшествующими дисциплинами

Для успешного изучения данной дисциплины необходимы знания следующих дисциплин:

- *Гидравлика;*
- *Общая химическая технология;*
- *Материаловедение;*
- *Технология конструкционных материалов.*

4. Связь с последующими дисциплинами

Знания данной дисциплины необходимы при изучении дисциплин:

- *Системы управления химико-технологическими процессами;*
- *Государственный экзамен;*
- *Защита выпускной квалификационной работы.*

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

5.1 Наименование компетенций

Код	Формулировка:
ПК-12	способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
ПК-15	умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять

	прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;
--	---

5.2 Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	ПК-12
Знать: методы выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов, прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;	ПК-15
Уметь: участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	ПК-12
Уметь: выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;	ПК-15
Владеть: методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	ПК-12
Владеть: методикой выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин.	ПК-15

6. Объем учебной дисциплины/модуля

Объем занятий: Итого	189 ч.	7 з.е.
В т. ч. аудиторных	19,5 ч.	
Из них:		
Лекций	7,5 ч.	
Лабораторных работ	7,5ч	
Практических занятий	4,5 ч.	
Самостоятельной работы	162,75 ч.	
Контроль	6,75	
Зачет 7 семестр		
Экзамен 8 семестр		
Курсовой проект 8 семестр		

7. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества астрономических часов и видов занятий

7.1 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
7 семестр							
1	Предмет и задачи дисциплины.	ПК-12, ПК-15	-	-	-	-	72
2	Теоретические основы химико-технологических процессов.	ПК-12, ПК-15	0,5	-	-	0,5	
3	Гидродинамика и гидродинамические процессы.	ПК-12, ПК-15	2	1	2	0,5	
4	Обработка сыпучих материалов.	ПК-12, ПК-15	0,5	-	-	-	
5	Тепловые процессы и аппараты.	ПК-12, ПК-15	1,5	0,5	1	0,5	
Итого за 7 семестр			4,5	1,5	3	1,5	72
8 семестр							
6	Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.	ПК-12, ПК-15	1,5	2	2,5	1	90,75
7	Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.	ПК-12, ПК-15	1,5	1	2	0,5	
8	Аппаратурное оформление технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы.	ПК-12, ПК-15	-	-	-	-	
Итого за 8 семестр			3	3	4,5	1,5	90,75
Итого			7,5	4,5	7,5	3	189,0

7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
7 семестр			

1	Предмет и задачи дисциплины. Классификация процессов и аппаратов. Связь дисциплины с общей химической технологией. Расчет процесса и аппарата: основные цели, задачи и этапы. Материальный и тепловой балансы процесса и аппарата. Движущие силы процесса.	-	
2	Теоретические основы химико-технологических процессов.		
2.1	Законы сохранения массы, энергии и импульса. Понятие равновесия в химико-технологической системе и основные законы: гидростатики, равновесия парожидких систем (законы фазового равновесия, изотермы жидкой и паровой фаз; изобарная диаграмма равновесия; уравнения равновесия фаз, коэффициент относительной летучести, константы фазового равновесия, диаграмма равновесия "X-Y"). Основы теории переноса количества движения, энергии, массы.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
2.2	Теории физического и математического моделирования процессов химической технологии. Моделирование и проектирование химико-технологических процессов. Физическое моделирование. Физическая модель. Основы теории подобия и ее методы. Математическое моделирование. Математическая модель. Этапы моделирования. Роль и применение ЭВМ.	-	
3	Гидродинамика и гидродинамические процессы.		
3.1	Основные уравнения движения жидкостей. Гидродинамическая структура потоков. Время пребывания ингредиента в аппарате. Гидродинамика зернистых слоев в аппаратах.	-	
3.2	Перемещение жидкостей. Сжатие и перемещение газов. Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Классификация неоднородных систем, основные характеристики. Основные способы разделения неоднородных систем и их экологическое значение.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
3.3	Отстаивание и его способы. Конструкции отстойников. Основы расчета отстойников гравитационного типа.	-	
3.4	Фильтрация и его способы. Классификация, устройство и работа фильтров. Основы расчета фильтров.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
3.5	Очистка газов в электрическом поле. Электрофильтры. Сухая и мокрая очистка газов.	-	
3.6	Центробежное разделение. Центробежная сила и фактор разделения. Классификация, устройство и работа центрифуг. Центрифуги периодического и непрерывного действия. Основы расчета и выбора центрифуг. Циклоны и гидроциклоны.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
3.7	Перемешивание в жидких средах. Классификация перемешивающих устройств. Движущие силы и эффективность перемешивания. Аппаратура для перемешивания.	0,5	

	вания. Основы расчета и выбора мешалок.		
4	Обработка сыпучих материалов.		
4.1	Классификация механических процессов. Устройство и работа аппаратуры и оборудования. Дробление, размалывание, сортировка, перемешивание сыпучих материалов и др. Принципы расчета оборудования для механических процессов.	0,5	
5	Тепловые процессы и аппараты.		
5.1	Краткие сведения о процессах теплообмена. Классификация методов подвода (отвода) теплоты. Требования, предъявляемые к теплоносителям и хладагентам.	-	
5.2	Механизмы переноса теплоты и основные законы. Классификация теплообменных аппаратов (по принципу действия, по целевому назначению, по конструкции).	-	
5.3	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Проектный и проверочный расчеты теплообменного аппарата. Коэффициент теплопередачи и теплоотдачи. Ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи. Средний температурный напор.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
5.4	Особенности расчета пароподогревателей, кипятильников, конденсаторов-холодильников.	-	
5.5	Выпаривание. Методы выпаривания: простое (однократное), многократное, выпаривание с тепловым насосом. Схема простой однократной выпарной установки. Материальный и тепловой балансы простого выпаривания. Расход теплоносителя и поверхность теплообмена.	0,5	
5.6	Многокорпусное выпаривание. Схемы прямоточной, противоточной и других многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы многократного выпаривания. Разность температур в многокорпусной установке. Схема расчета многокорпусной выпарной установки. Конструкции выпарных аппаратов: с естественной и принудительной циркуляцией, пленочные и др.	-	
5.7	Печи. Типы печей: для подогрева твердых, газообразных и жидких материалов. Основные показатели работы трубчатых печей. Продукты горения топлива, химическое и тепловое загрязнение окружающей среды. Тепловой баланс печи. Расход топлива. Источники передачи тепла в печи. Радиационно-конвективная теплоотдача. Расчет печей.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
Итого за 7 семестр		4,5	

8 семестр			
6	Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.		
6.1	Общие сведения о массообменных процессах. Значение технического, экологического, движущие силы. Классификация и краткая характеристика массооб-	-	

	менных процессов. Основы теории массопередачи.		
6.2	Перегонка. Общие сведения о процессе и области его применения. Однократное испарение и однократная конденсация. Материальный и тепловой балансы процесса. Доля отгона и составы продуктов. Размеры аппарата для разделения фаз (сепаратора).	-	
6.3	Процесс ректификации. Устройство и работа ректификационной колонны. Уравнения материального баланса колонны, концентрационной и отгонной частей колонны. Уравнения концентраций концентрационной и отгонной частей колонны при ступенчатом контактировании фаз (бинарная смесь), флегмовое и паровое числа.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
6.4	Расчет числа теоретических тарелок в концентрационной и отгонной частях колонны. Тепловой баланс концентрационной и отгонной частей колонны. Тепловая нагрузка конденсатора-холодильника и кипятильника. Расчет питательной секции колонны. Системы уравнений для расчета материальных потоков и их составов. Основные размеры ректификационной колонны. Расчет диаметра колонны. Паровая и жидкая нагрузка колонны. Допустимая скорость паров. Расчет высоты колонны. Эффективность (коэффициент полезного действия) контактных тарелок. Многокомпонентная ректификация. Основы процесса, расчета и технической реализации.	0,5	
6.5	Абсорбция. Равновесие фаз при абсорбции. Влияние давления и температуры на процесс. Материальный баланс абсорбции. Тепловой баланс абсорбции. Десорбция. Схема расчета абсорбционной колонны. Определение основных размеров абсорбера. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Назначение процесса. Движущая сила процесса. Треугольная диаграмма равновесия. Коэффициент распределения. Основы расчета процесса.	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
7	Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.		
7.1	Краткие сведения, характеризующие адсорбцию, ионный обмен, сушку, растворение и кристаллизацию. Адсорбционное разделение газовых и жидких смесей. Движущая сила процесса. Уравнения, определяющие материальный баланс процесса. Применение адсорбции. Устройство и работа адсорбционных аппаратов. Расчет основных размеров.	0,5	
7.2	Сушка. Тепловой баланс сушилок. Устройство сушильных аппаратов. Расчет процессов и аппаратов для сушки. Растворение (экстрагирование). Классификация, устройство и работа растворителей. Основы расчета	0,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>

	растворителей.		
7.3	Кристаллизация. Типы кристаллизаторов. Кристаллизация из растворов и расплавов. Особенности расчета кристаллизаторов. Мембранное разделение. Классификация мембран. Применение процесса. Расчет мембранных процессов и аппаратов.	0,5	
8.	Аппаратурное оформление технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы.	-	
8.1	Работы по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции. Выбор основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов, применение прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования.	-	
	Итого за 8 семестр	3	
	Итого	7,5	

7.3 Наименование лабораторных работ

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
7 семестр			
3	Гидродинамика и гидродинамические процессы.		
3.1	Лабораторная работа №1. Гидродинамика зернистых слоев в аппаратах. Изучение гидродинамики зернистого слоя. Практическое измерение критической скорости псевдооживления слоя, его порозности, сопротивления.	1	
3.6	Лабораторная работа №2. Процессы центробежного разделения суспензий. Изучение процесса центрифугирования. Практическое изучение влияния режимных параметров на процесс центрифугирования неоднородных систем. Определение продолжительности центробежного разделения суспензии.	1	
5	Тепловые процессы и аппараты.		
5.3	Лабораторная работа №3. Процессы нагрева и охлаждения рабочих сред. Определение коэффициента теплопередачи в теплообменном аппарате. Практическое изучение влияния режимных параметров на процесс нагрева жидкости. Определение коэффициента теплопередачи в аппарате типа «труба в трубе».	1	
	Итого за 7 семестр	3	
8 семестр			
6	Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.		

6.2	Лабораторная работа №4. Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Изучение перегонки в присутствии инертного компонента. Практическое определение расхода инертного компонента на перегонку.	1,5	
6.3	Лабораторная работа №5. Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Изучение процесса ректификации. Практическое изучение влияния режимных параметров на процесс ректификации бинарной жидкой смеси. Определение эффективности насадочной ректификационной колонны.	1,5	
7	Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.		
7.3	Лабораторная работа №6. Сорбционные процессы разделения. Изучение процесса сушки. Практическое изучение влияния режимных параметров на периодический процесс сушки пористых материалов. Определение технологических показателей кинетики сушки.	1,5	
	Итого за 8 семестр	4,5	
	Итого	7,5	

7.4 Наименование практических занятий

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
7 семестр			
3	Гидродинамика и гидродинамические процессы.		
3.3, 3.4, 3.6, 3.7	Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах. Практическое решение задач с использованием методик расчетов отстойников, фильтров, центрифуг, циклонов, перемешивающих устройств.	1	<i>обсуждение</i>
5	Тепловые процессы и аппараты.		
5.7	Печи. Практическое решение задач с использованием методик расчетов трубчатых печей.	0,5	
	Итого за 7 семестр	1,5	
8 семестр			
6	Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.		
6.3	Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Ректификация. Практическое решение задач с использованием методик расчетов ректификации бинарной смеси.	2	
7	Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.		
7.1	Сорбционные процессы разделения Адсорбция. Практическое решение задач с использованием методик расчетов непрерывного процесса адсорбции	1	<i>обсуждение</i>

	бинарной смеси; расчет размеров адсорбционного аппарата.		
	Итого за 8 семестр	3	
	Итого	4,5	

7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр						
ПК-12, ПК-15	Подготовка к практическим занятиям	выступление	Собеседование	0,29	0,02	0,30
ПК-12, ПК-15	Подготовка к лабораторным работам	отчет	Собеседование	0,86	0,05	0,90
ПК-12, ПК-15	Самостоятельное изучение тем	Конспект	Собеседование	67,26	3,540	70,80
Итого за 7 семестр				68,40	3,60	72,00
8 семестр						
ПК-12, ПК-15	Подготовка к практическим занятиям	выступление	Собеседование	0,57	0,03	0,60
ПК-12, ПК-15	Подготовка к лабораторным работам	отчет	Собеседование	1,28	0,07	1,35
ПК-12, ПК-15	Выполнение курсового проекта	пояснительная записка, чертежи	защита проекта	28,50	1,50	30,00
ПК-12, ПК-15	Самостоятельное изучение тем	Конспект	Собеседование	55,86	2,940	58,80
Итого за 8 семестр				91,46	6,04	97,50
Итого				159,86	9,64	169,50

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Тип контроля (текущий/промежуточный)	Вид контроля (устный/письменный или с использованием)	Наименование оценочного средства

				<i>технических средств)</i>	
ПК-12	Тема 1-8	собеседование	текущий	устный	вопросы к собеседованию
ПК-15	Тема 1-8	собеседование	текущий	устный	вопросы к собеседованию
ПК-12, ПК-15	Тема 1-8	Задание для курсового проекта	промежуточный	устный	курсовой проект
ПК-12, ПК-15	Тема 1-8	экзамен	промежуточный	устный	вопросы к экзамену

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

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов*
ПК-12					
Базовый	Знать: методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	не в достаточном объеме знает методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	имеет общее представление о методах участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методах проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	знает методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции, но допускает ошибки;	
	Уметь: участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции,	не в достаточном объеме умеет участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, про-	умеет частично участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции,	умеет участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продук-	

	<p>проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>верить качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>ции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции, но допускает ошибки;</p>	
	<p>Владеть: методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>не в достаточном объеме владеет методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>владеет частично методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>владеет методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции, но допускает ошибки;</p>	
Повышенный	<p>Знать: методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изде-</p>				<p>знает методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче</p>

	лий, узлов и деталей выпускаемой продукции;				в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
	Уметь: участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;				умеет участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
	Владеть: методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;				владеет методами участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

	дования при изготовлении технологических машин.	нологических машин.	вания при изготовлении технологических машин.	оборудования при изготовлении технологических машин, но допускает ошибки;	
Повышенный	Знать: методы выбора основных и вспомогательных материалов, способы реализации технологических процессов, прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;				знает методы выбора основных и вспомогательных материалов, способы реализации технологических процессов, прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;
	Уметь: выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;				умеет выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин;
	Владеть: методикой выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологиче-				владеет методикой выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации

	ских процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин.				технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин.
--	---	--	--	--	--

Описание шкалы оценивания

Текущий контроль

При **текущем контроле** рейтинговая оценка знаний студентов, обучающихся по заочной форме, не предусмотрена.

Промежуточная аттестация в форме **зачета** как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля. Зачет выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных заданий, предусмотренных текущим контролем успеваемости.

Промежуточная аттестация в форме **экзамена** предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры (см. п.8.4).

Промежуточная аттестация в форме **курсовой работы (проекта)** предусматривает ее защиту.

8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы к экзамену (8 семестр)

Базовый уровень

Вопросы для проверки уровня обученности

- Знать
1. Массообменные процессы. Общие сведения, экологическое значение.
 2. Теория массопередачи. Основные понятия.
 3. Перегонка. Общая характеристика, применение процесса.
 4. Однократная перегонка бинарной смеси.
 5. Ректификация. Общие сведения.
 6. Ректификационная установка для разделения бинарной смеси.
 7. Задачи и допущения расчета ректификации.
 8. Расчёт температур и давлений в ректификационной колонне.
 9. Материальный и тепловой балансы ректификации.
 10. Расчёт питательной секции, основных размеров ректификационной колонны.
 11. Многокомпонентная ректификация. Основные понятия. Этапы расчёта.
 12. Абсорбция. Общие сведения.
 13. Экстракция. Общие сведения.
 14. Расчёт экстракционных колонн: материальный баланс.
 15. Расчёт экстракционных колонн: диаметр и высота.
 16. Адсорбция. Основные понятия, оборудование.
 17. Сушка. Основные понятия, оборудование.

18. Тепловой баланс сушки.
19. Расчет сушилок. Основные принципы.
20. Кристаллизация. Основные понятия, оборудование.
21. Материальный баланс кристаллизации.
22. Растворение (экстрагирование). Основные понятия, оборудование.
23. Основы расчета растворителей.
24. Мембранные процессы. Основные понятия, оборудование.

- Уметь
1. Участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.
 2. Определять характер движения жидкостей и газов, основные характеристики процессов тепло- и массопередачи.

- Владеть
1. Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.
 2. Методами расчета и анализа процессов в аппаратах.

Повышенный уровень

Вопросы для проверки уровня обученности

- Знать
1. Однократная перегонка многокомпонентной смеси.
 2. Расчёт числа тарелок в ректификационной колонне. Основные принципы.
 3. Расчёт абсорбции бинарной смеси. Основные принципы.
 4. Равновесие при экстракции.
 5. Расчёт адсорбции бинарной смеси. Основные принципы.
 6. Материальный баланс сушки.
 7. Тепловой баланс кристаллизации.
 8. Основы расчета мембранных процессов.
- Уметь
1. Определять характер движения жидкостей и газов, основные характеристики процессов тепло- и массопередачи.
 2. Рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов, выбирать рациональную схему производства.
- Владеть
1. Методикой выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования.

Тематика курсовых проектов (8 семестр)

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Ректификационная колонна | 2. Абсорбер |
| 3. Адсорбер | 4. Экстрактор |
| 5. Теплообменник | 6. Испаритель |
| 7. Выпарной аппарат | 8. Трубочатая печь |
| 9. Сушилка | 10. Отстойник |
| 11. Фильтр | 12. Центрифуга |
| 13. Сепаратор | 14. Аппарат с мешалкой |

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения **экзамена** осуществляется в соответствии с Положением о проведе-

нии текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 вопроса.

Для подготовки по билету отводится 1 астрономический час.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования учебными плакатами по дисциплине, чертежами и схемами процессов и аппаратов химической технологии, справочниками по химической технологии.

Для выполнения **курсового проекта** по дисциплине необходимо завершить работу до окончания семестра. Конкретные сроки указываются в индивидуальном задании на проектирование, включая сроки выполнения составных частей (заданий) работы. Там же указывается список основной литературы. Расширенный список приводится в методических рекомендациях по выполнению работы.

При проверке задания, оцениваются:

- соответствие содержания теме проекта;
- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- правильность выполнения эскизов;
- полнота использования рекомендованной литературы;
- качество оформления.

При защите работы оцениваются:

- уровень знаний о проектируемом технологическом процессе, назначении и месте аппарата или машины в схеме процесса, достаточно подробные ответы на вопросы технологии;

- умения самостоятельно обосновать выбор конструкции проектируемого оборудования, расчета процесса и подбора серийного или конструирования нестандартного оборудования;

- владение чтением чертежей, культурой речи, этикой деловых отношений, способностью представить содержательный публичный доклад о выполненной работе.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные и практические занятия по дисциплине, в форме собеседования (опроса).

Допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов письменного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов студента на вопросы преподавателя.

При проверке практического задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность изложения материала;
- полнота и достаточный объем ответа при собеседовании;
- научность в оперировании основными понятиями;
- использование и изучение дополнительных литературных источников.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижением оценки являются:

- недостаточная полнота ответа;
- ошибки в выполнении отчета;
- неумение логично и последовательно излагать материал.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- допущены грубые ошибки;

- отчет не соответствует требованиям предъявляемых к оформлению данного вида работ.

Критерии оценивания подготовки к экзамену, курсовому проектированию, лабораторным и практическим занятиям, самостоятельному изучению тем приведены в

Фонде оценочных средств по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии».

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с практическими и лабораторными занятиями, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
7 семестр					
1	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	1,2,3,4	1,2,3,4,5- 10	1,2,3,4	1,2,3,4,5
2	Самостоятельное изучение тем.	1,2,3,4	1,2,3,4,5- 10	6	1,2,3,4,5
8 семестр					
3	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	1,2,3,4	1,2,3,4,5- 10	1,2,3,4	1,2,3,4,5
4	Самостоятельное изучение тем.	1,2,3,4	1,2,3,4,5- 10	6	1,2,3,4,5
5	Курсовой проект	1,2,3,4	1,2,3,4,5- 10	5	1,2,3,4,5

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

10.1.1. Перечень основной литературы:

1. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии Электронный ресурс : учебное пособие / Г.С. Дьяконов / А.В. Клинов / А.И. Разинов. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 860 с. - ISBN 978-5-7882-2154-0
2. Смаль Д. В. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1 Электронный ресурс : Учебное пособие / Д. В. Смаль, А. В. Черкасов, Ю. Н. Осипов. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. - 77 с. - ISBN 2227-8397
3. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В.Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>
4. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

10.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник : в 2 кн. / Ю.И. Дытнерский, Ч.2, Массообменные аппараты и процессы. - 3-е изд. - М. : Химия, 2002. - 368 с. - Библиогр.: с. 357. - ISBN 5-7245-1232-7
2. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие : в 2 кн. / Ю.И. Дытнерский, Ч.1, Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - М. : Химия, 2002. - 400 с. - Библиогр.: с. 380-381. - ISBN 5-7245-1231-9
3. Основные процессы и аппараты химической технологии : [учеб. пособие по проектированию] / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. ; под ред. Ю.И. Дытнерского. - 4-е изд., стер. - М. : Альянс, 2008. - 496 с. - Прил.: в конце глав. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-903034-35-2
4. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе / сост. А. Ш. Бикбулатов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 72 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62571.html>
5. Новый справочник химика и технолога / Островский Г.М. и др.; Ред. Г.М. Островский, Часть I, Процессы и аппараты химических технологий. СПб.: Профessional, 2007. 847 с.
6. Новый справочник химика и технолога / Островский Г.М. и др.; Ред. Г.М. Островский, Часть II, Процессы и аппараты химических технологий. – СПб.: Профessional, 2007. 961 с.
7. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие. / Под ред. Н. Батищева. М.: Академия, 2006. 538 с.
8. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник. Рек. МО. Кн.1/ Под. ред. В.Г. Айнштейна; М.К. Захаров, Г.А. Носов. М: Логос, 2003. 912 с.
9. Баранов, Д. А. Процессы и аппараты: учебник / Д.А. Баранов. М.: Академия, 2004. 324 с.
10. Алексеев, Г.В, Виртуальный лабораторный практикум по курсу Процессы и аппараты пищевых производств: Учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. СПб.: Издательство Лань, 2011. 144 с. – Режим доступа: e/lanbook.com

10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Свидченко, А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум. Часть 1. / А.И. Свидченко, А.М. Новоселов. - Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ 2019.
2. Свидченко, А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Методические указания к практическим занятиям. Часть 1 / А.И Свидченко. - Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2019.
3. Свидченко, А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Методические указания к практическим занятиям. Часть 2 / А.И. Свидченко. -Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2019.
4. Свидченко А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум. Часть 2. /Лабораторный практикум / А.И. Свидченко, Е.Б. Новоселова. - Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ 2019.
5. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование. / Е.Б. Новоселова, А.М. Новоселов, А.И. Свидченко. - Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2019.
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ по направлениям подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 18.03.01 Химическая технология 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и произ-

водств (магистратура), 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии / сост.: М.В. Должикова, А.А. Евдокимов, Е.Н. Павленко, А.И. Колдаев, А.В. Пашковский, Т.С. Чередниченко. – Невинномысск: НТИ (филиал) СКФУ, 2019. – 45 с.

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

1. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2. <http://catalog.ncstu.ru/> — Электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО.
3. <http://www.iprbookshop.ru> - Электронная библиотечная система
4. <http://window.edu.ru/> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам
5. <http://openedu.ru/> – Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование».

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На практических занятиях студенты представляют расчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы. На лабораторных работах представляют отчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

При реализации дисциплин с применением ЭО и ДОТ материал может размещаться как в системе управления обучением СКФУ, так и в используемой в университете информационно-библиотечной системе.

1. <https://www.cb-online.ru/spravochniki-online/online-spravochnik-konstruktora/> - Справочник конструктора online
2. <http://www.consultant.ru/> - справочная правовая система
3. <http://www.webofscience.com/> -база данных Web of Science
4. <http://elibrary.ru/> - база данных Научной библиотеки ELIBRARY.RU

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория № 418 «Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., ученический стол-парта – 13 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук, учебно-наглядные пособия: стенд «Резьбовые соединения», демонстрационный стенд с оригинальными образцами «Валы и оси», демонстрационный стенд с оригинальными образцами «Болты и винты. Гайки и шайбы»	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного

		цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.
Аудитория № 126 «Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования»	Набор инструментов для профилактического обслуживания учебного оборудования, комплектующие для компьютерной и офисной техники	
Аудитория № 319 «Помещение для самостоятельной работы обучающихся»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол ученический (3х-местный) – 4 шт., стул офисный – 22 шт., стол компьютерный – 9 шт., АРМ с выходом в Интернет – 6 шт., стул компьютерный – 9 шт., шкаф встроенный – 2 шт., шкаф-стеллаж – 1 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. МАТНЛАВ ЛИЦЕНЗИЯ № 920056 Autocad 2017 основная лицензия 561-981143 КОМПАС-3D лицензионное соглашение от 09.12.2013 №096A13 AnyLogic 7 id order 2843-4902-9569-4754 МАТНCAD лицензионный договор № 464360 от 03.09.2014г. Microsoft Visio профессиональный 2013 Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)
Аудитория № 111А «Лаборатория процессов, машин и аппаратов химических производств»	Доска меловая – 1 шт., стол ученический – 9 шт., стул ученический – 16 шт., лабораторный стол – 6 шт., стол преподавателя – 2 шт., стул преподавателя – 2 шт., АРМ с выходом в Интернет – 2 шт. лабораторное оборудование: весы ВЛКТ-500, компрессор Apollo 24-2, термостат ЛАБ-ТЖ-ТС-01/16-100. учебно-наглядные пособия: рабочая модель процесса гранулирования, рабочая модель процесса сушки, рабочая модель процесса псевдооживления, рабочая модель процесса циклонной очистки, демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран.	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. МАТНCAD лицензионный договор № 464360 от 03.09.2014г. Autocad 2017 основная лицензия 561-981143 КОМПАС-3D лицензионное

13. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.