

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ефанов Алексей Валерьевич  
Должность: Директор Невинномысского технологического института (филиал) СКФУ  
Дата подписания: 11.10.2022 14:39:49  
Уникальный программный ключ:  
49214306dd433e7a1b0f8637f645f9d53c99e3d0

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института  
НТИ (филиал) СКФУ  
\_\_\_\_\_ В.В. Кузьменко

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты химической технологии**

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2021 г.
Изучается в	5 - 6 семестрах

Невинномысск 2021 г.

### 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:

1. Формирование способности студентов к получению новой информации, необходимой для решения производственно-технологических задач по процессам и аппаратам химической технологии, интеграции знаний применительно к своей области деятельности.

2. Подготовить студентов к организационно-управленческой деятельности при выполнении междисциплинарных проектов в профессиональной области, умению обосновывать и отстаивать собственные заключения и выводы в аудиториях разной степени профессиональной подготовленности, осознанию ответственности за принятие решений.

3. Формировать способности к расчету и проектированию отдельных стадий технологического процесса с использованием знаний процессов и аппаратов химической технологии. Подготовить студентов также и к проектно-конструкторской деятельности в междисциплинарных областях, связанных с разработкой химических технологий, конкурентоспособных на мировом рынке.

4. Подготовить студента к возможному дальнейшему самообучению, постоянному профессиональному самосовершенствованию через формирование навыков проведения самостоятельной экспериментальной работы по исследованию процессов химической технологии.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части Б1.О.18. Её освоение происходит в 5,6 семестрах.

### 3. Связь с предшествующими дисциплинами

Для успешного изучения данной дисциплины необходимы знания следующих дисциплин:

- *Общая и неорганическая химия;*
- *Физика;*
- *Математика;*

### 4. Связь с последующими дисциплинами

Знания данной дисциплины необходимы при изучении дисциплин:

- *Системы управления химико-технологическими процессами;*
- *Моделирование химико-технологических процессов;*
- *Химическая технология синтетических биологически активных веществ;*
- *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:
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессио-

	нальной деятельности
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

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: принципы физического моделирования химико-технологических процессов (3.2) физическое моделирование химико-технологических процессов при решении задач профессиональной деятельности (3.7)	ОПК-2
Знать: типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета (3.4) типовые и нестандартные процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета (3.8)	ОПК-4
Уметь: определять характер движения жидкостей и газов; использовать основные характеристики процессов тепло- и массопередачи (У.2) использовать все характеристики процессов тепло- и массопередачи при решении задач профессиональной деятельности (У.9)	ОПК-2
Уметь: рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов (У.4) рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов, выбирать рациональную схему производства (У.8)	ОПК-4
Владеть: ограниченным количеством методов определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования (В.2); методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования при решении задач профессиональной деятельности (В.9)	ОПК-2
Владеть: базовыми методами расчета и анализа процессов в аппаратах (В.4); базовыми и нестандартными методами расчета и анализа процессов в аппаратах (В.8)	ОПК-4

**6. Объем учебной дисциплины/модуля**

Объем занятий: Итого	324 ч.	12 з.е.
В т. ч. аудиторных	108 ч.	

Из них:	
Лекций	54 ч.
Лабораторных работ	27,0 ч
Практических занятий	27,0 ч.
Самостоятельной работы	162 ч.
Контроль	54
Экзамен 5,6 семестр	
Курсовая работа 6 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	
<b>5 семестр</b>							
1	Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины.	ОПК-2, ОПК-4	1,5	-	-	-	<b>81</b>
2	Выбор технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения.	ОПК-2, ОПК-4	6	6	1,5	-	
3	Гидродинамика и гидродинамические процессы.	ОПК-2, ОПК-4	10,5	7,5	12		
4	Обработка сыпучих материалов.	ОПК-2, ОПК-4	1,5	-	-		
5	Тепловые процессы и аппараты.	ОПК-2, ОПК-4	7,5	-	-		
	Подготовка к экзамену					1,5	27
	<b>Итого за 5 семестр</b>		<b>27</b>	<b>13,5</b>	<b>13,5</b>	<b>1,5</b>	<b>108</b>

6 семестр							
4	Обработка сыпучих материалов (продолжение).	ОПК-2, ОПК-4	-	1,5	3,0	-	81
5	Тепловые процессы и аппараты (продолжение).	ОПК-2, ОПК-4	-	4,5	3,0		
6	Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.	ОПК-2, ОПК-4	16,5	4,5	6,0		
7	Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.	ОПК-2, ОПК-4	7,5	3,0	1,5		
8	Освоение и эксплуатация вновь вводимого оборудования.	ОПК-2, ОПК-4	3,0	-	-	-	
	Подготовка к экзамену					1,5	27
	Итого за 6 семестр		27	13,5	13,5		108
	Итого		54	27	27	3	216

## 7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
<b>5 семестр</b>			
1	<b>Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины.</b> Классификация процессов и аппаратов. Связь дисциплины с общей химической технологией. Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Расчет процесса и аппарата: основные цели, задачи и этапы. Материальный и тепловой балансы процесса и аппарата. Движущие силы процесса.	1,5	
2	<b>Выбор технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения.</b>	6	
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").	3	<i>Мультимедиа-лекция</i>
2.2	Основы теории переноса количества движения, энергии, массы.	1,5	
2.3	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.	1,5	

3	<b>Гидродинамика и гидродинамические процессы.</b>	10,5	
3.1	Основные уравнения движения жидкостей. Гидродинамическая структура потоков. Время пребывания ингредиента в аппарате. Гидродинамика зернистых слоев в аппаратах.	1,5	
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.	1,5	
3.3	Отстаивание и его способы. Конструкции отстойников. Основы расчета отстойников гравитационного типа.	1,5	
3.4	Фильтрация и его способы. Классификация, устройство и работа фильтров. Основы расчета фильтров.	1,5	
3.5	Очистка газов в электрическом поле. Электрофильтры. Сухая и мокрая очистка газов.	1,5	
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.	1,5	
3.7	Перемешивание в жидких средах. Классификация перемешивающих устройств. Движущие силы и эффективность перемешивания. Аппаратура для перемешивания. Основы расчета и выбора мешалок.	1,5	
4	<b>Обработка сыпучих материалов.</b>	1,5	
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.	1,5	
5	<b>Тепловые процессы и аппараты.</b>	7,5	
5.1	Краткие сведения о процессах теплообмена. Классификация методов подвода (отвода) теплоты. Требования, предъявляемые к теплоносителям и хладагентам. Механизмы переноса теплоты и основные законы. Классификация теплообменных аппаратов (по принципу действия, по целевому назначению, по конструкции).	1,5	
5.2	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Проектный и проверочный расчеты теплообменного аппарата. Коэффициент теплопередачи и теплоотдачи. Ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи. Средний температурный напор. Особенности расчета пароподогревателей, кипятильников, конденсаторов-холодильников.	1,5	
5.3	Выпаривание. Методы выпаривания: простое (однократное), многократное, выпаривание с тепловым насосом. Схема простой однократной выпарной уста-	1,5	

	новки. Материальный и тепловой балансы простого выпаривания. Расход теплоносителя и поверхность теплообмена.		
5.4	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.	1,5	
5.5	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.	1,5	
	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>27</b>	
	<b>бсеместр</b>		
<b>6</b>	<b>Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.</b>	16,5	
6.1	Общие сведения о массообменных процессах. Значение техническое, экологическое, движущие силы. Классификация и краткая характеристика массообменных процессов. Основы теории массопередачи. 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).	3,0	
6.2	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.	3,0	
6.3	Расчет числа теоретических тарелок в концентрационной и отгонной частях колонны. Тепловой баланс концентрационной и отгонной частей колонны. Тепловая нагрузка конденсатора-холодильника и кипятильника.	3,0	
6.4	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.	3,0	
6.5	Многокомпонентная ректификация. Основы процес-	1,5	<i>Мультимедиа-</i>

	са, расчета и технической реализации.		<i>лекция</i>
6.6	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.	1,5	
6.7	Экстракция в системе жидкость-жидкость. Назначение процесса. Движущая сила процесса. Треугольная диаграмма равновесия. Коэффициент распределения. Основы расчета процесса: материальный баланс, число ступеней контактирования, определение основных размеров экстракционной колонны.	1,5	<i>Мультимедиа-лекция</i>
<b>7</b>	<b>Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.</b>	7,5	
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.	1,5	
7.2	Сушка. Тепловой баланс сушилок. Устройство сушильных аппаратов. Расчет процессов и аппаратов для сушки.	1,5	
7.3	Растворение (экстрагирование). Классификация, устройство и работа растворителей. Основы расчета растворителей. Кристаллизация. Типы кристаллизаторов. Кристаллизация из растворов и расплавов. Особенности расчета кристаллизаторов.	3,0	
7.4	Мембранное разделение. Классификация мембран. Применение процесса. Расчет мембранных процессов и аппаратов.	1,5	
<b>8</b>	<b>Освоение и эксплуатация вновь вводимого оборудования.</b>		
8.1	Принципы освоения и эксплуатации вновь вводимого оборудования, проверки его технического состояния, ремонта оборудования.	3,0	
	<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>27</b>	
	<b>Итого</b>	<b>54</b>	

### 7.3 Наименование лабораторных работ

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
<b>5 семестр</b>			
2	<b>Выбор технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения.</b>		



2.1	<b>Лабораторная работа №1.</b> Давление в процессах химической технологии и методы его измерения. Опытное измерение давления сред различными приборами.	1,5	
<b>3</b>	<b>Гидродинамика и гидродинамические процессы.</b>		
3.1	<b>Лабораторная работа №2.</b> Изучение физических свойств жидкостей. Изучение влияния свойств жидкостей на кинетику процессов химической технологии. Практическое измерение плотности и вязкости жидких сред.	1,5	
3.1, 3.2	<b>Лабораторная работа №3.</b> Изучение законов гидродинамики жидкостей. Практическое изучение режимных параметров движения реальной жидкости по трубопроводу. Определение расхода и потерь напора в потоке движущейся жидкости.	1,5	
3.3	<b>Лабораторная работа №4.</b> Изучение законов гидродинамики жидкостей. Определение скорости осаждения частиц в жидкости. Практическое изучение влияния режимных параметров на кинетику осаждения твердых частиц в жидкости.	1,5	
3.1	<b>Лабораторная работа №5.</b> Гидродинамика зернистых слоев в аппаратах. Определение гранулометрического состава сыпучего материала по скорости витания. Практическое измерение гранулометрического состава сыпучего материала методом пневмосепарации.	1,5	
3.1	<b>Лабораторная работа №6.</b> Гидродинамика зернистых слоев в аппаратах. Изучение гидродинамики зернистого слоя. Практическое измерение критической скорости псевдооживления слоя, его порозности, сопротивления.	1,5	
3.6	<b>Лабораторная работа №7.</b> Процессы центробежного разделения суспензий. Изучение процесса центрифугирования. Практическое изучение влияния режимных параметров на процесс центрифугирования неоднородных систем. Определение продолжительности центробежного разделения суспензии.	1,5	
3.6	<b>Лабораторная работа №8.</b> Процессы центробежного разделения аэрозолей. Изучение циклонной очистки газов. Практическое определение эффективности циклонного процесса.	3,0	
	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>13,5</b>	
	<b>6 семестр</b>		

<b>4</b>	<b>Обработка сыпучих материалов.</b>		
4.1	<b>Лабораторная работа №9.</b> Изучение характеристик зернистого материала. Практическое измерение плотности и гранулометрического состава сыпучего материала ситовым методом.	3,0	
<b>5</b>	<b>Тепловые процессы и аппараты.</b>		
5.2	<b>Лабораторная работа №10.</b> 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».	3,0	<i>обсуждение</i>
<b>6</b>	<b>Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.</b>		
6.1	<b>Лабораторная работа №11.</b> Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Изучение перегонки в присутствии инертного компонента. Практическое определение расхода инертного компонента на перегонку.	3,0	<i>обсуждение</i>
6.2, 6.3	<b>Лабораторная работа №12.</b> Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Изучение процесса ректификации. Практическое изучение влияния режимных параметров на процесс ректификации бинарной жидкой смеси. Определение эффективности насадочной ректификационной колонны.	3,0	
<b>7</b>	<b>Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.</b>		
7.2	<b>Лабораторная работа №13.</b> Сорбционные процессы разделения. Изучение процесса сушки. Практическое изучение влияния режимных параметров на периодический процесс сушки пористых материалов. Определение технологических показателей кинетики сушки.	1,5	<i>обсуждение</i>
	<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>13,5</b>	
	<b>Итого</b>	<b>27,0</b>	

#### 7.4 Наименование практических занятий

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
<b>5 семестр</b>			
<b>2</b>	<b>Выбор технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения.</b>	<b>6</b>	
2.1	Равновесие в химико-технологической системе и основные законы. Основной закон гидростатики и его практическое применение. Практическое решение задач с использованием закона гидростатики.	1,5	<i>обсуждение</i>

2.1	Равновесие в химико-технологической системе и основные законы. Законы паро-жидкого равновесия: бинарные и многокомпонентные смеси. Практическое решение задач с использованием: законов фазового равновесия, уравнений изотерм жидкой и паровой фаз, изобарной диаграммы равновесия, уравнения равновесия фаз, коэффициентов относительной летучести, констант фазового равновесия, диаграммы равновесия "X-Y".	1,5	<i>обсуждение</i>
2.1	Равновесие в химико-технологической системе и основные законы. Законы паро-жидкого равновесия: бинарные и многокомпонентные смеси. Практическое решение задач с использованием: законов фазового равновесия, уравнений изотерм жидкой и паровой фаз, изобарной диаграммы равновесия, уравнения равновесия фаз, коэффициентов относительной летучести, констант фазового равновесия, диаграммы равновесия "X-Y" (продолжение темы).	1,5	<i>обсуждение</i>
	Равновесие в химико-технологической системе и основные законы. Законы паро-жидкого равновесия: бинарные и многокомпонентные смеси. Практическое решение задач с использованием: законов фазового равновесия, уравнений изотерм жидкой и паровой фаз, изобарной диаграммы равновесия, уравнения равновесия фаз, коэффициентов относительной летучести, констант фазового равновесия, диаграммы равновесия "X-Y" (продолжение темы).	1,5	
<b>3</b>	<b>Гидродинамика и гидродинамические процессы.</b>	<b>7,5</b>	
3.1, 3.2	Перемещение жидкостей; сжатие и перемещение газов; гидродинамика зернистого слоя. Практическое решение задач с использованием основных законов движения жидкостей и сжатия газов.	1,5	
	Перемещение жидкостей; сжатие и перемещение газов; гидродинамика зернистого слоя. Практическое решение задач с использованием основных законов движения жидкостей и сжатия газов (продолжение темы).	1,5	
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.	1,5	
	Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах. Практическое решение задач с использованием методик расчетов отстойников, фильтров, центрифуг, циклонов, перемешивающих устройств (продолжение темы).	1,5	

	Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах. Практическое решение задач с использованием методик расчетов отстойников, фильтров, центрифуг, циклонов, перемешивающих устройств (продолжение темы).	1,5	
	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>13,5</b>	
	<b>6 семестр</b>		Решение разноуровневых задач
<b>4</b>	<b>Обработка сыпучих материалов.</b>	<b>3</b>	
4.1	Принципы расчета оборудования для механических процессов. Практическое решение задач с использованием методик расчетов измельчителей.	1,5	
<b>5</b>	<b>Тепловые процессы и аппараты.</b>	<b>4,5</b>	
5.2	Проектный и проверочный расчеты теплообменного аппарата. Практическое решение задач с использованием методик расчетов теплообменных аппаратов. Расчет и подбор типового аппарата.	1,5	
5.3, 5.4	Выпаривание. Практическое решение задач с использованием методик расчетов выпарной установки для солевого раствора.	1,5	
5.5	Печи. Практическое решение задач с использованием методик расчетов трубчатых печей.	1,5	
<b>6</b>	<b>Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.</b>	<b>4,5</b>	
6.1	Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Перегонка. Практическое решение задач с использованием методик расчетов однократной перегонки бинарной и многокомпонентной смесей.	1,5	
6.2, 6.3, 6.4	Процессы разделения гомогенных жидких смесей. Ректификация. Практическое решение задач с использованием методик расчетов ректификации бинарной смеси .	1,5	<i>обсуждение</i>
6.6	Процессы разделения газовых смесей. Абсорбция. Практическое решение задач с использованием методик расчетов абсорбции бинарной смеси.	1,5	
<b>7</b>	<b>Массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз.</b>	<b>3,0</b>	
7.1	Сорбционные процессы разделения Адсорбция. Практическое решение задач с использованием методик расчетов непрерывного процесса адсорбции бинарной смеси; расчет размеров адсорбционного	1,5	

	аппарата.		
7.2	Сорбционные процессы разделения Сушка. Практическое решение задач с использованием методик расчетов воздушно-пневматической сушки.	1,5	<i>обсуждение</i>
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>13,5</b>	
<b>Итого</b>		<b>27,0</b>	

#### 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
<b>5 семестр</b>						
ОПК-2, ОПК-4	Подготовка к практическим занятиям	выступление	Собеседование	2,57	0,14	2,70
ОПК-2, ОПК-4	Подготовка к лабораторным работам	отчет	Собеседование	3,85	0,20	4,05
ОПК-2, ОПК-4	Самостоятельное изучение тем	Конспект	Собеседование	70,54	3,713	74,25
ОПК-2, ОПК-4	Подготовка к экзамену	экзамен	Вопросы к экзамену	25,50	1,5	27
<b>Итого за 5 семестр</b>				<b>102,45</b>	<b>5,55</b>	<b>108,00</b>
<b>6 семестр</b>						
ОПК-2, ОПК-4	Подготовка к практическим занятиям	выступление	Собеседование	2,57	0,14	2,70
ОПК-2, ОПК-4	Подготовка к лабораторным работам	отчет	Собеседование	3,85	0,20	4,05
ОПК-2, ОПК-4	Выполнение курсовой работы	пояснительная записка, чертежи	защита проекта	28,50	1,50	30,00
ОПК-2, ОПК-4	Подготовка к экзамену	экзамен	Вопросы к экзамену	25,50	1,5	27
ОПК-2, ОПК-4	Самостоятельное изучение тем	Конспект	Собеседование	42,04	2,213	44,25
<b>Итого за 6 семестр</b>				<b>102,45</b>	<b>5,55</b>	<b>108,00</b>
<b>Итого</b>				<b>204,90</b>	<b>11,10</b>	<b>216,00</b>

#### 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 технических средств)	Наименование оценочного средства
ОПК-2, ОПК-4	Тема 1-8	собеседование	текущий	устный	вопросы к собеседованию
ОПК-2, ОПК-4	Тема 1-8	экзамен	промежуточный	устный	вопросы к экзамену
ОПК-2, ОПК-4	Тема 1-8	Задание для курсовой работы	промежуточный	устный	курсовая работа

**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
ОПК-2					
Пороговый	Знать: принципы физического моделирования химико-технологических процессов;	не в достаточном объеме знает принципы физического моделирования химико-технологических процессов;	имеет общее представление о принципах физического моделирования химико-технологических процессов;	знает принципы физического моделирования химико-технологических процессов;	
	Уметь: использовать основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;	не в достаточном объеме умеет использовать основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;	умеет частично использовать основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;	умеет использовать основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;	
	Владеть: ограниченным количеством методов определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборуду-	не в достаточном объеме владеет ограниченным количеством методов определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборуду-	владеет частично ограниченным количеством методов определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборуду-	владеет ограниченным количеством методов определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборуду-	

	дования;		дования;	дования;	
Повышенный	Знать: физическое моделирование химико-технологических процессов				знает физическое моделирование химико-технологических процессов;
	Уметь: использовать все характеристики процессов тепло- и массопередачи				умеет использовать все характеристики процессов тепло- и массопередачи;
	Владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования				владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
ОПК-4					
Пороговый	Знать: типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	не в достаточном объеме знает типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	имеет общее представление о типовых процессах химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;	типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	
	Уметь: рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов	не в достаточном объеме умеет рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов	умеет частично рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов	умеет рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов	
	Владеть: базовыми методами расчета и анализа процессов в аппаратах;	не в достаточном объеме владеет базовыми методами расчета и анализа процессов в аппаратах	владеет частично базовыми методами расчета и анализа процессов в аппаратах	владеет базовыми методами расчета и анализа процессов в аппаратах	
Повышенный	Знать: типовые и нестандартные процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач				знает типовые и нестандартные процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их

	профессиональной деятельности				расчета при решении задач профессиональной деятельности
	Уметь: рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов, выбирать рациональную схему производства при решении задач профессиональной деятельности				умеет рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов, выбирать рациональную схему производства при решении задач профессиональной деятельности
	Владеть: базовыми и нестандартными методами расчета и анализа процессов в аппаратах при решении задач профессиональной деятельности				владеет базовыми и нестандартными методами расчета и анализа процессов в аппаратах при решении задач профессиональной деятельности

### Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Текущий контроль

#### Рейтинговая оценка знаний студента

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
<b>5 семестр</b>			
1.	<b>Лабораторное занятие. Гидродинамика и гидродинамические процессы.</b> Определение расхода и потерь напора в потоке движущейся жидкости.	4	20
2.	<b>Лабораторное занятие. Гидродинамика и гидродинамические процессы.</b> Изучение гидродинамики зернистого слоя.	8	20
3.	<b>Практическое занятие. Гидродинамика и гидродинамические процессы.</b> Перемещение жидкостей; сжатие и перемещение газов.	12	15
	<b>Итого за 5 семестр</b>		55
	<b>Итого</b>		55
<b>6 семестр</b>			



1.	<b>Лабораторное занятие. Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.</b> Изучение процесса ректификации.	4	20
2.	<b>Практическое занятие. Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.</b> Перегонка.	8	15
3.	<b>Практическое занятие. Массообменные процессы и аппараты в системах со свободной границей раздела фаз.</b> Абсорбция.	12	20
<b>Итого за 6 семестр</b>			55
<b>Итого</b>			55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	<b>100</b>
Хороший	<b>80</b>
Удовлетворительный	<b>60</b>
Неудовлетворительный	<b>0</b>

**Промежуточная аттестация** в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20 до 40** ( $20 \leq S_{\text{ЭКЗ}} \leq 40$ ), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>35 – 40</b>	Отлично
<b>28 – 34</b>	Хорошо
<b>20 – 27</b>	Удовлетворительно

Промежуточная аттестация в форме **курсовой работы (проекта)**. Максимальная сумма баллов по курсовой работе (проекту) устанавливается в 100 баллов и переводится в оценку по 5-балльной системе в соответствии со шкалой:

Шкала соответствия рейтингового балла 5-балльной системе

Рейтинговый балл	Оценка по 5-балльной системе
88 – 100	Отлично
72 – 87	Хорошо
53 – 71	Удовлетворительно
< 53	Неудовлетворительно

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 (5 семестр)

## Пороговый уровень

### Вопросы для проверки уровня обученности

Знать

1. Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Предмет и задачи дисциплины. Понятие процесса, аппарата, машины.
2. Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Основы классификации типовых процессов и аппаратов ХТ.
3. Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Расчет процесса и аппарата: основные цели, задачи и этапы. Понятие о движущих силах процесса.
4. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Материальный и тепловой балансы процесса и аппарата.
5. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Законы равновесия: основной закон гидростатики.
6. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Равновесие паро-жидких систем: фазовые диаграммы и их уравнения.
7. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Физическое моделирование и его принципы.
8. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Математическое моделирование и его этапы.
9. Гидромеханические процессы: общие сведения. Виды задач гидродинамики.
10. Понятие жидкости в гидродинамике. Вязкость.
11. Режимы течения реальных жидкостей.
12. Уравнение неразрывности потока.
13. Уравнение Д. Бернулли для идеальной жидкости.
14. Уравнение Д. Бернулли для реальной жидкости.
15. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Методы расчета.
16. Расчет оптимального диаметра трубопровода.
17. Гидродинамика неподвижного слоя зернистого материала.
18. Гидродинамика псевдооживленного слоя зернистого материала.
19. Гидродинамическая структура потоков. Основные понятия.
20. Перемещение жидкостей. Основные понятия.
21. Термодинамические основы сжатия газов.
22. Перемещение газов. Основные понятия.
23. Неоднородные системы в химической технологии и их характеристика. Материальный баланс разделения неоднородных систем.
24. Отстаивание. Основные понятия, оборудование.
25. Скорость осаждения частиц в вязкой среде и методы ее расчета.
26. Расчет отстойников: основные принципы.
27. Фильтрация. Основные понятия, оборудование.
28. Фильтрация при  $\Delta p = \text{const}$  и  $w = \text{const}$ .
29. Определение постоянных в уравнении фильтрации.
30. Очистка газов в электрическом поле.
31. Центробежная сила и фактор разделения.
32. Отстойное центрифугирование. Основные понятия, оборудование.
33. Фильтрующее центрифугирование. Основные понятия, оборудование.
34. Циклонный процесс. Основные понятия, оборудование.
35. Сухая и мокрая очистка газов.
36. Перемешивание. Основные понятия, оборудование.
37. Основы расчета и выбора мешалок.
38. Механические процессы. Основные понятия, оборудование.
39. Основы расчета измельчителей. Основные принципы.
40. Тепловые процессы и аппараты. Общая характеристика.
41. Промышленные способы подвода и отвода тепла.
42. Виды переноса тепла. Поле, градиент температуры, поток тепла.
43. Совместный перенос тепла конвекцией и излучением.
44. Теплопередача через плоскую стенку.

45. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
  46. Теплопередача при переменных температурах сред. Расчёт коэффициента теплопередачи.
  47. Теплопередача при переменных температурах сред. Расчёт средней разности температур.
  48. Теплообменные аппараты. Общая характеристика.
  49. Основы расчёта теплообменных аппаратов.
  50. Особенности расчёта конденсаторов-холодильников и испарителей.
  51. Выпаривание. Общие сведения.
  52. Однокорпусные выпарные установки. Устройство и принцип работы. Материальный баланс.
  53. Однокорпусные выпарные установки. Тепловой баланс и поверхность нагрева.
  54. Многокорпусное выпаривание.
  55. Печи. Общая характеристика и классификация.
  56. Устройство трубчатой печи. Показатели работы.
  57. Расчёт печи: процесс горения топлива.
  58. Тепловой баланс печи, тепловая нагрузка, расход топлива.
  59. Расчёт камеры радиации в печи. Основные принципы.
  60. Расчёт конвекционной камеры в печи. Основные принципы.
  61. Гидравлический и аэродинамический расчёты печи. Основные понятия.
- Уметь
1. Принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.
  2. Рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов, выбирать рациональную схему производства.
- Владеть
1. Методиками самоорганизации и самообразования.

#### Повышенный уровень

##### Вопросы для проверки уровня обученности

- Знать
1. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Законы сохранения массы, энергии и импульса. Основные понятия.
  2. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Равновесие в химико-технологических системах. Основные понятия и условия (на примере двухфазных систем).
  3. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Равновесие паро-жидких систем: основные законы и правила (Гиббса, Рауля, Дальтона и др.).
  4. Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Законы переноса массы, энергии и импульса. Основные понятия
  5. Идеальные модели гидродинамической структуры потоков.
  6. Реальные модели гидродинамической структуры потоков.
  7. Основное дифференциальное уравнение фильтрации.
  8. Основы расчета и выбора центрифуг.
  9. Теплопроводность. Закон Фурье.
  10. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Закон охлаждения Ньютона.
  11. Обобщённое критериальное уравнение теплоотдачи. Расчёт коэффициента теплоотдачи.
  12. Лучистый теплообмен: основные законы. Количество передаваемого тепла.
- Уметь
1. Проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования.
  2. Рассчитывать основные характеристики технологических аппаратов, выбирать рациональную схему производства.
- Владеть
1. Методами освоения и эксплуатации вновь вводимого оборудования.

##### Вопросы к экзамену (6 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.
  25. Принципы освоения вновь вводимого оборудования.
  26. Принципы эксплуатации вновь вводимого оборудования.
- Уметь**
1. Принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.
- Владеть**
1. Методами проверки технического состояния, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования.

#### 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.
  9. Принципы проверки технического состояния оборудования.
  10. Принципы ремонта оборудования.
- Уметь**
1. Готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта.
- Владеть**
1. Методами освоения и эксплуатации вновь вводимого оборудования.

#### Тематика курсовых работ (6 семестр)

- |                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. Ректификационная колонна | 2. Абсорбер       |
| 3. Адсорбер                 | 4. Экстрактор     |
| 5. Теплообменник            | 6. Испаритель     |
| 7. Выпарной аппарат         | 8. Трубчатая печь |
| 9. Сушилка                  | 10. Отстойник     |
| 11. Фильтр                  | 12. Центрифуга    |

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 проведении 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 снижения 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, к защите курсового проекта, к 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
<b>5 семестр</b>					
1	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4	1,2,3,4,5
2	Самостоятельное изучение тем.	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	6	1,2,3,4,5
3	Подготовка к экзамену	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	6	1,2,3,4,5
<b>6 семестр</b>					
3	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4	1,2,3,4,5
4	Самостоятельное изучение тем.	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	6	1,2,3,4,5,6
3	Подготовка к экзамену	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	6	1,2,3,4,5
5	Курсовой проект	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6	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. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: учебное пособие/ Под ред. Ю. И. Дытнерского.- М.: Альянс, 2012.
2. Процессы и аппараты пищевых производств: учебник/ А. Н. Остриков и др.- СПб.: ГИОРД, 2012.
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. Новый справочник химика и технолога / Островский Г.М. и др.; Ред. Г.М. Островский, Часть I, Процессы и аппараты химических технологий. СПб.: Профессионал, 2007. 847 с.
2. Новый справочник химика и технолога / Островский Г.М. и др.; Ред. Г.М. Островский, Часть II, Процессы и аппараты химических технологий. – СПб.: Профессионал, 2007. 961 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие. / Под ред. Н. Батищева. М.: Академия, 2006. 538 с.
4. 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.
5. Романков, П. Г. Массообменные процессы химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 440 с. — 978-5-93808-289-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67361.html>
6. 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>

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

1. Свидченко, А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум / А.И. Свидченко, А.М. Новоселов. Невинномысск, типография НТИ (филиал) СевКавГТУ 2010.
2. Свидченко, А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Методические указания к практическим занятиям. Часть 1 / А.И Свидченко. Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2017.
3. Свидченко, А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Методические указания к практическим занятиям. Часть 2 / А.И. Свидченко. Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2017.
4. Свидченко А.И. Изучение гидродинамики зернистых материалов. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов направлений 18.03.01 «Химическая технология». - Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2017.
5. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов направления 18.03.01 – «Химическая технология». / А.И. Свидченко. Невинномысск, типография НТИ (филиал) СКФУ. 2017.
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 производств (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.

#### **Информационные справочные системы:**

*Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины*

- 1 <http://www.newchemistry.ru> – Аналитический портал химической промышленности «Новые химические технологии».
- 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

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Процессы и аппараты химической технологии	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 № 111А «Лаборатория процессов, машин и аппаратов хи-	Доска меловая – 1 шт., стол ученический – 9 шт., стул	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бес-



		мических производств»	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.	срочная 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. МATHCAD лицензионный договор № 464360 от 03.09.2014г. Autocad 2017 основная лицензия 561-981143 КОМПАС-3D лицензионное соглашение от 09.12.2013 №096A13
		Аудитория № 410 «Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования»	Набор инструментов для профилактического обслуживания учебного оборудования, комплектующие для компьютерной и офисной техники	
		Аудитория № 321 «Помещение для самостоятельной работы обучающихся»	Доска меловая –1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол однотумбовый – 1 шт., стол ученический (3х-местный) – 4 шт., стул офисный – 27 шт., стол компьютерный – 12 шт., АРМ с выходом в Интернет – 11 шт., шкаф для документов – 3 шт., шкаф офисный – 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. MATHLAB ЛИЦЕНЗИЯ № 920056 Autocad 2017 основная лицензия 561-981143 КОМПАС-3D лицензионное соглаше-

				ние от 09.12.2013 №096A13 AnyLogic 7 id order 2843-4902-9569-4754 Microsoft Visio профессиональный 2013 Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)
--	--	--	--	---

### **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.