


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (филиал)**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Председатель КСН

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) А.Г. Мозырев  
«30» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**


дисциплины: Процессы и аппараты химической технологии  
направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
направленность: Химическая технология органических веществ  
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30 августа 2021 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология направленность (профиль) Химическая технология органических веществ к результатам освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.  
Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой  С.А. Татьяненко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой  С.А. Татьяненко  
«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

И.В. Александрова, доцент кафедры  
естественнонаучных и гуманитарных дисциплин,  
кандидат технических наук



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: получение обучающимися знаний, умений и навыков по ведению процессов химической технологии, проектирования и эксплуатации аппаратов и оборудования предприятий нефтехимической отрасли и заводов органического синтеза.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся знание обязательного минимума содержания профессиональной образовательной программы по процессам и аппаратам химической технологии, предусмотренного Федеральным государственным образовательным стандартом;
- усвоение теоретических основ технологических процессов химических производств;
- усвоение теоретических основ и принципов работы основных аппаратов и технологических установок органического, нефтехимического синтеза;
- усвоение принципов работы и конструкций основных аппаратов технологических установок отрасли;
- овладение методами расчета основных процессов химической технологии и расчета аппаратов для осуществления процессов.

## 2. Место дисциплины/модуля в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана профиля «Химическая технология органических веществ». Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основных законов математики, физики, теоретической механики, умение использовать современные измерительные и программные средства для решения поставленных задач, способность к логическому мышлению.

Для освоения дисциплины обучающиеся должны знать такие дисциплины, как «Органическая химия», «Общая химическая технология», «Проектная деятельность», «Начертательная геометрия и компьютерная графика». Знания по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» необходимы обучающимся для освоения дисциплин «Моделирование процессов переработки нефти и газа», «Современные технологии нефтегазоперерабатывающих производств», «Технология нефтехимического синтеза», «Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза», «Технология и оборудование производства базовых полимеров».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Использует знания математических, физических, физико-химических, химических закономерностей и их взаимосвязей для решения задач профессиональной деятельности.	Знать: математические, физические, физико-химические, химические формулы и их взаимосвязь (З1);
		Уметь: применять математические, физические, физико-химические, химические формулы для решения задач профессиональной деятельности (У1);
		Владеть: основными методами расчета с использованием математических, физических, физико-химических, химических формул для

	ОПК-2.2. Владеет методами, основанными на математических, физических, физико-химических, химических законах; изучает и анализирует основные технологические объекты на их основе.	решения задач профессиональной деятельности (В1);
		Знать: математические, физические, физико-химические, химические законы и методы анализа основных процессов и аппаратов химической промышленности (З2);
		Уметь: применять математические, физические, физико-химические, химические законы для решения задач профессиональной деятельности, (У2);
		Владеть: основными методами расчета и анализа технологических объектов с использованием математических, физических, физико-химических, химических законов (В2);

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	3/5	34	18	-	56	экзамен
заочная	3/5	8	8	-	56	экзамен
очная	3/6	18	18	18	54	экзамен
заочная	3/6	6	6	6	90	экзамен
очная	4/7	32	16	32	100	экзамен
заочная	4/7	6	10	8	192	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО) 5 семестр

Таблица 5.1.1

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>1</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Ведение в дисциплину. Основные понятия	2	2	-	2	6	ОПК-2.1	Устный опрос
2.	2	Основы гидравлики	2	2	-	2	6	ОПК-2.1	Устный опрос, индивидуальное задание
3.	3	Гидростатика	4	2	-	4	10	ОПК-2.1	индивидуальное задание, тест по разделу

4.	4	Гидродинамика	10	4	–	4	18	ОПК-2.1	Устный опрос, тест
5.	5	Гидромеханические процессы и аппараты	16	8	–	8	32	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Устный опрос, тест по разделу
8.	Курсовая работа/проект		-	-	-	-	-		-
9.	Экзамен					36	36		Итоговый тест
Итого:			<b>34</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>56</b>	<b>108</b>		

### очная форма обучения (ОФО) 6 семестр

Таблица 5.1.2

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>1</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
6.	6	Тепловые процессы	2	2	–	2	6	ОПК-2.1	Устный опрос, индивидуальное задание
7.	7	Теплообмен. Теплопроводность.	4	4	9	4	21	ОПК-2.1	Лабораторная работа, тест по разделу
8.	8	Теплопередача. Теплообменные аппараты	6	6	9	6	27	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Лабораторная работа, тест по разделу
9.	9	Расчет теплообменной аппаратуры	6	6	-	6	18	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Устный опрос, тест по разделу
8.	Курсовая работа/проект		-	-	-	-	-		-
9.	Экзамен					36	36		Итоговый тест
Итого:			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>		

2

### очная форма обучения (ОФО) 7 семестр

Таблица 5.1.3

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>3</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
10.	10	Массообменные процессы	2	-	8	3	13	ОПК-2.1	Лабораторная работа
11.	11	Ректификация.	10	6	8	5	29	ОПК-2.1	Лабораторная работа, индивидуальное задание
12.	12	Расчет массообменных аппаратов	12	8	–	5	25	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Устный опрос, тест по разделу
13.	13	Абсорбция. Адсорбция. Экс-	6	1	8	5	20	ОПК-2.1	Устный

		тракция. Сушка.						ОПК-2.2	опрос, лабораторная работа
14.	14	Кристаллизация. Мембранные процессы	2	1	8	5	16	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Лабораторная работа, тест по разделу
8.	Курсовая работа/проект		-	-	-	50	50	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Презентация проекта
9.	Экзамен					27	27		Итоговый тест
Итого:			<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>180</b>		

### заочная форма обучения (ЗФО) 5 семестр

Таблица 5.1.4

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Ведение в дисциплину. Основные понятия.	1	1	-	7	9	ОПК-2.1	Устный опрос
2.	2	Основы гидравлики.	1	1	-	10	12	ОПК-2.1	Устный опрос, индивидуальное задание
3.	3	Гидростатика	1	1	-	10	12	ОПК-2.1	Устный опрос
4.	4	Гидродинамика	1	1	-	10	1	ОПК-2.1	Устный опрос, индивидуальное задание
5.	5	Гидромеханические процессы и аппараты	4	4	-	10		ОПК-2.1 ОПК-2.2	Устный опрос
6.	Курсовая работа/проект		-	-	-		-		-
9.	Экзамен					9	9		Контрольная работа, итоговый тест
Итого:			8	8	-	56	72		

### заочная форма обучения (ЗФО) 6 семестр

Таблица 5.1.5

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
7.	1	Тепловые процессы	1	0,5	-	10	11,5	ОПК-2.1	Устный опрос, лабораторная работа
8.	2	Теплообмен. Теплопроводность.	1	0,5	3	20	24,5	ОПК-2.1	Устный опрос, лабораторная работа

9.	3	Теплопередача. Теплообменные аппараты	2	1	3	20	26	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Устный опрос
10.	4	Расчет теплообменной аппаратуры	2	4	-	31	37	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ПКС-4.2	Индивидуальное задание
11.	Курсовая работа/проект		-	-	-	-	-	-	-
9.	Экзамен					9	9		Контрольная работа, итоговый тест
Итого:			6	6	6	90	108		

### заочная форма обучения (ЗФО) 7 семестр

Таблица 5.1.6

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
12.	10	Массообменные процессы	1	-	4	25	32	ОПК-2.1	Лабораторная работа
13.	11	Ректификация.	2	4	-	35	39	ОПК-2.1	Устный опрос, лабораторная работа
14.	12	Расчет массообменных аппаратов	1,5	2	-	25	28,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Индивидуальное задание
15.	13	Абсорбция. Адсорбция. Экстракция. Сушка.	1	2	4	25	32	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Устный опрос, лабораторная работа
16.	14	Кристаллизация. Мембранные процессы	0,5	2	-	23	25,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Лабораторная работа
17.	Курсовая работа/проект		-	-	-	50	50	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Презентация проекта
9.	Экзамен					9	9		Итоговый тест
Итого:			6	10	8	192	216		

**очно-заочная форма обучения (ОЗФО) - не предусмотрена.**

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### **Раздел 1. Ведение в дисциплину. Основные понятия.**

Предмет и задачи курса. Классификация процессов и аппаратов химической технологии. Общие положения о теоретической основе курса. Общая характеристика основных процессов химической технологии. Основы расчета материальных и тепловых балансов. Основы расчета аппаратов химической технологии.

#### **Раздел 2. Основы гидравлики.**

Краткая история развития гидравлики. Жидкость и силы действующие на нее. Основы гид-

равлики. Механические характеристики и основные свойства жидкостей. Общие вопросы прикладной гидравлики в химической аппаратуре.

### **Раздел 3. Гидростатика.**

Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. Закон Архимеда и его приложение. Поверхности равного давления.

### **Раздел 4. Гидродинамика.**

Основные понятия о движении жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Режимы движения жидкости. Кавитация. Потери напора при ламинарном течении жидкости. Потери напора при турбулентном течении жидкости. Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий резервуаров. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов). Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности. Гидравлические методы измерения расхода жидкости. Движение жидкости через слои зернистых материалов. Классификация неоднородных систем и методов их разделения.

### **Раздел 5. Гидромеханические процессы и аппараты.**

Гидравлический расчет простых трубопроводов. Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых трубопроводов. Сложные трубопроводы. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Гидравлический удар. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации. Процессы отстаивания, фильтрование; разделение под действием центробежных сил. Устройство и принцип работы отстойников, фильтров, циклонов, центрифуг. Общие понятия о гидравлических машинах. Классификация насосов; основные параметры насосов; области применения насосов различных типов. Устройство и принцип действия центробежных, поршневых и др. насосов. Индикаторная диаграмма поршневых насосов. Баланс энергии в насосах. Обозначение элементов гидро- и пневмосистем. Классификация компрессорных машин. Основы процесса сжатия газов. Устройство и принцип действия центробежных и поршневых компрессоров; компрессоры других типов.

### **Раздел 6. Тепловые процессы.**

Общие сведения о тепловых процессах; характеристика основных тепловых процессов. Способы передачи тепла, теплоносители.

### **Раздел 7. Теплообмен. Теплопроводность.**

Тепловые балансы, основное уравнение теплопередачи, определение поверхности теплообмена. Теплопроводность, коэффициент теплопроводности. Передача тепла теплопроводностью Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением. Понятие абсолютно черного тела. Тепловое подобие. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. Определение коэффициентов теплоотдачи с помощью критериев подобия; опытные данные по теплоотдаче.

### **Раздел 8. Теплопередача. Теплообменные аппараты.**

Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача при постоянных и переменных температурах теплоносителей; определение среднего температурного напора. Теплообменные аппара-



ты; их классификация; общий принцип действия. Конструкции теплообменных аппаратов. Принципиальное устройство теплообменников различных типов (кожухотрубчатых, пластинчатых, спиральных, аппаратов воздушного охлаждения и др.). Основные способы увеличения интенсивности теплообмена. Конденсация. Выпаривание. Методы выпаривания. Основные величины, характеризующие работу выпарного аппарата. Элементы расчета однокорпусной выпарной установки. Конструкции выпарных аппаратов.

### **Раздел 9. Расчет теплообменной аппаратуры.**

Расчет теплообменных аппаратов. Расчет кожухотрубчатых теплообменников: конденсаторов, испарителей, дефлегматоров. Расчет АВО. Трубчатые печи, их назначение, устройство и принцип действия. Классификация трубчатых печей, основные элементы, стадии расчета.

### **Раздел 10. Массообменные процессы.**

Характеристика основных массообменных процессов. Общие признаки массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Материальный баланс массообменного процесса. Равновесие при массопередаче; равновесие двухкомпонентных (бинарных) систем.

### **Раздел 11. Ректификация.**

Сущность процессов перегонки и ректификации; виды перегонки. Принцип ректификации. Характеристики двухфазных (бинарных) систем жидкость - пар. Ректификация бинарных смесей: сущность процесса; принцип действия ректификационной колонны. Материальный баланс колонны, кривая равновесия и рабочие линии процесса. Понятие флегмового и парового числа; минимальные потоки орошения и пара. Методы расчета числа теоретических тарелок. Графические методы расчета процесса ректификации. Тепловой баланс ректификационной колонны. Способы поддержания температурного режима колонн. Принципиальная схема ректификационной установки. Ректификация многокомпонентных смесей. Классификация ректификационных колонн

### **Раздел 12. Расчет массообменных аппаратов.**

Основы расчета массообменных аппаратов. Основы расчета ректификационных колонн. Понятие теоретической тарелки. Графический метод расчета числа теоретических тарелок.

### **Раздел 13. Абсорбция. Адсорбция. Экстракция. Сушка.**

Общая характеристика сорбционных процессов. Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Основные факторы, влияющие на процессы абсорбции и десорбции. Материальный и тепловой баланс абсорбера. Устройство абсорберов и десорберов; тарельчатые и насадочные аппараты. Сущность процесса адсорбции; характеристики адсорбентов. Конструкции адсорберов. Разновидности экстракционных аппаратов. Классификация тарелок ректификационных колонн; принцип действия; преимущества и недостатки тарелок различных разновидностей. Классификация насадок; виды насадок. Сущность и назначение процесса экстракции; разновидности экстракторов и принцип их действия. Процессы сушки, методы сушки, сушильные аппараты (разновидности и устройство). Конструкции сушилок различных типов.

### **Раздел 14. Кристаллизация. Мембранные процессы.**

Кристаллизация. Равновесие при кристаллизации. Материальный и тепловой балансы процесса. Кинетика кристаллизации. Разделение смесей кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Массообмен через полупроницаемые перегородки (мембраны). Типы мембран. Физико-химические основы мембранных процессов. Расчет мембранных процессов и аппаратов. Мембранные аппараты. Методы очистки мембран.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия 5 семестр

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	2	0,5	-	Введение. предмет гидравлики и краткая история ее развития
2.	2	2	0,5	-	Основы гидравлики
3.	3	4	0,5	-	Основы гидростатики
4.	4	2	0,5		Основы гидродинамики
5.	4	4	1	-	Гидравлические сопротивления
6.	4	4	1	-	Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов
7.	5	6	2	-	Гидравлический расчет простых трубопроводов
8.	5	10	2	-	Гидравлические машины
Итого:		34	8	-	

#### Лекционные занятия 6 семестр

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
9.	6	2	0,5	-	Тепловые процессы
10.	7	2	0,25	-	Теплообмен
11.	7	2	0,25	-	Теплопроводность
12.	8	4	0,5	-	Теплопередача.
13.	8	2	0,5		Теплообменные аппараты
14.	9	6	4	-	Расчет теплообменной аппаратуры.
Итого:		18	6	-	

#### Лекционные занятия 7 семестр

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
15.	10	1	0,5	-	Массообменные процессы
16.	10	1	0,5	-	Массопередача
17.	11	6	1	-	Принцип ректификации. Характеристики двухфазных (бинарных) систем жидкость-пар. Ректификация бинарных смесей.
18.	11	4	1		Ректификация многокомпонентных смесей.
19.	12	4	0,5		Расчет массообменных аппаратов
20.	12	6	0,5	-	Расчет ректификационных колонн
21.	12	2	0,5		Расчет противоточной сушилки
22.	13	2	0,5	-	Абсорбция. Адсорбция.
23.	13	2	0,25		Экстракция.
24.	13	2	0,25	-	Сушка.
25.	14	2	0,5	-	Кристаллизация. Мембранные процессы
Итого:		32	6	-	

#### Практические занятия 5 семестр

Таблица 5.2.4

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	2	1	-	Основные системы единиц измерения физических величин. Основные физические свойства жидкостей.
2.	2	2	1	-	Прикладная гидравлика. Основные зависимости и расчетные формулы
3.	3	2	1	-	Основное уравнение гидростатики, режимы движения жидкостей.
4.	4	4	1	-	Уравнение Бернулли. Гидравлические сопротивления.
5.	5	6	2	-	Центробежные насосы. Расчет основных параметров насосов.
6.	5	2	2	-	Расчет центробежного циклона
Итого:		18	8	-	

### Практические занятия 6 семестр

Таблица 5.2.5

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	6	2	0,5	-	Теплофизические свойства жидкостей и их определение.
2.	7	4	0,5	-	Определение коэффициентов теплоотдачи
3.	8	2	0,5	-	Теплопередача в химической аппаратуре
4.	8	4	0,5	-	Теплопередача в поверхностных теплообменниках
5.	9	6	4	-	Расчет теплообменных аппаратов. Выбор стандартизованных теплообменников.
Итого:		18	6	-	

### Практические занятия 7 семестр

Таблица 5.2.6

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	11	4	2	-	Расчет состава равновесных фаз для бинарных систем жидкость-пар.
2.	11	2	2	-	Графические методы, применяемые для расчета ректификационных колонн при разделении бинарных смесей.
3.	12	2	0,5	-	Материальный баланс ректификационной колонны.
4.	12	2	0,5	-	Тепловой баланс ректификационной колонны.
5.	12	2	0,5	-	Расчет диаметра и высоты ректификационных колонн; подбор тарелок.
6.	12	2	0,5	-	Расчет диаметров штуцеров.
7.	13	1	2	-	Основы расчета абсорберов и десорберов.
8.	14	1	2	-	Стандартный расчет емкостного аппарата.
Итого:		16	10	-	

**Лабораторные работы** в 5 семестре учебным планом не предусмотрены.

### Лабораторные работы 6 семестр

Таблица 5.2.7

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	7	3	3	-	Определение коэффициента теплоотдачи от поверхности к псевдооживленному слою.

2.	7	3	-	-	Определение коэффициентов гидравлического сопротивления трубопроводов.
3.	7	3	-	-	Обезвоживание осадков сточных вод в осадительной центрифуге.
4.	8	6	3	-	Изучение процесса передачи тепла в теплообменнике типа «Труба в трубе».
5.	8	3	-	-	Исследование процесса истечения воздуха из суживающегося сопла.
Итого:		18	6	-	

### Лабораторные работы 7 семестр

Таблица 5.2.8

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	10	4	4	-	Осаждение твердых частиц в жидкости под действием силы тяжести.
2.	10	4	-	-	Определение характеристик работы циклона.
3.	11	4	-	-	Изучение принципа работы и конструкции центробежных насосов.
4.	11	4	-	-	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.
5.	13	4	-	-	Изучение процессов ректификации
6.	13	4	-	-	Нормальные испытания центробежных насосов.
7.	14	4	4	-	Изучение адсорбции в аппарате с неподвижным слоем зернистого адсорбента.
8.	14	4	-	-	Изучение гидродинамики псевдосжиженного слоя сыпучего материала.
Итого:		32	8	-	

### Самостоятельная работа студента 5 семестр

Таблица 5.2.8

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1.	1	2	7	-	ПАХТ как наука	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям
2.	2	2	5	-	Основные свойства жидкостей	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, выполнение творческой работы/эссе
3.	3	4	5	-	Приборы для измерения давления	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту
4.	4	4	10	-	Основные характеристики жидкостей. Режимы движения жидкостей.	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, презентация доклада
5.	5	4	5	-	Определение и классификация насосов, типовая схема насосной установки	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям
6.	5	4	5	-	Фильтрация	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям
7.	1-5	-	10	-	Контрольная работа	Выполнение контрольной работы
8.	Экзамен	36	9	-	Подготовка к экзамену	

Итого:	56	56	-	
--------	----	----	---	--

### Самостоятельная работа студента 6 семестр

Таблица 5.2.9

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
9.	6	2	10	-	Схемы движения теплоносителей	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту
10.	7	4	20	-	Передача тепла излучением	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту, к лабораторной работе
11.	8	6	20	-	Конструкции кожухотрубных теплообменников	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту, к лабораторной работе
12.	9	6	21	-	Уравнение Гразгофа. Определение среднего температурного напора.	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту
13.	6-9	-	10	-	Контрольная работа	Выполнение контрольной работы
14.	Экзамен	36	9	-	Подготовка к экзамену	
Итого:		54	90	-		

### Самостоятельная работа студента 7 семестр

Таблица 5.2.10

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
15.	10	3	25	-	Классификация массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи.	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту, к лабораторной работе
16.	11	5	35	-	Ректификация. Классификация бинарных смесей. Правило фаз.	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к тесту, к лабораторной работе
17.	12	5	25	-	Материальный баланс ректификационной колонны для разделения бинарной смеси.	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям,
18.	13	5	25	-	Устройство абсорбционных аппаратов. Аппараты для проведения адсорбции.	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям, к лабораторной работе
19.	14	5	23	-	Мембранные процессы	освоение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям,

						к лабораторной работе
20.	10-14	50	50	-	Курсовой проект	Выполнение контрольной работы
21.	Экзамен	27	9	-	Подготовка к экзамену	
	Итого:	100	192	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- визуализация учебного материала на платформе Открытого образования ТИУ (лекционные занятия, самостоятельная работа);
- работа в малых группах (практические занятия);
- коллективное решение творческих задач (практические занятия);
- интерактивное занятие в виде: Просмотр и обсуждение учебных видеофильмов (практические занятия).

## **6. Тематика курсовых работ/проектов**

Курсовые проекты выполняются по разделам тепловых и массообменных процессов.

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси гептан-октан.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси пропан-бутан.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси бутан-пентан.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси гексан-гептан.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси изобутан-изопентан.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси изопентан-гексан.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси метанол-этанол.
- Расчет и проектирование конденсатора-дефлегматора ректификационной колонны для разделения бинарной смеси ацетон-вода.
- Расчет и проектирование испарителя куба ректификационной колонны для разделения бинарной смеси ацетон-вода.
- Расчет и проектирование конденсатора-дефлегматора ректификационной колонны для разделения бинарной смеси этанол-вода.
- Расчет и проектирование испарителя куба ректификационной колонны для разделения бинарной смеси этанол-вода.
- Расчет и проектирование конденсатора-дефлегматора ректификационной колонны для разделения бинарной смеси метанол-вода.
- Расчет и проектирование испарителя куба ректификационной колонны для разделения бинарной смеси метанол-вода.
- Расчет и проектирование конденсатора-дефлегматора ректификационной колонны для разделения бинарной смеси пропанол-1-вода.

- Расчет и проектирование испарителя куба ректификационной колонны для разделения бинарной смеси буганол-1- вода.

## 7. Контрольные работы

### 7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.

Контрольная работа предусмотрена для обучающихся заочной формы обучения в 5,6 семестрах.

Контрольная работа занимает важное место в межсессионных занятиях обучающихся заочной формы обучения. Главная цель ее – помочь обучающемуся глубже усвоить отдельные вопросы программы, привить навыки самостоятельной работы в области процессов и аппаратов химической технологии.

Обучающиеся заочной формы выполняют контрольные работы, которые включают в себя решение заданий и ответы на контрольные вопросы.

Прежде чем приступить к выполнению контрольной работы обучающийся должен обязательно ознакомиться с теоретическими положениями по разделу дисциплины, соответствующему содержанию решаемого задания. В тех случаях, когда при решении заданий используются малоизвестные формулы, необходимо давать ссылку на соответствующий литературный источник. Ссылку необходимо также давать при использовании данных по теплофизическим свойствам (вязкости, плотности, теплоемкости и т.п.).

Отчёты по контрольным работам выполняются на листах бумаги формата А4 или в тетрадях (с полями: левая сторона - 2 см, правая сторона- 2,5 см). Ответы на вопросы должны быть конкретными, исчерпывающими и при необходимости сопровождаться схемами или рисунками. При выполнении задания нельзя сокращать слова кроме общепринятых. Задания должны быть датированы и подписаны обучающимся. Задания зачитываются, если они не содержат ошибок принципиального характера. Каждая выполненная контрольная работа подлежит защите. При возникновении вопросов при выполнении заданий обучающийся может получить консультацию у преподавателя в соответствии с расписанием проведения таких консультаций на кафедре либо получить помощь дистанционно, связавшись с преподавателем по электронной почте или через программу поддержки образовательного процесса «EDUCON». Обучающийся должен предоставлять для проверки преподавателем этапы выполнения заданий с целью своевременного выявления ошибок в соответствии с графиком аттестаций.

Номер варианта контрольной работы соответствует списочному номеру студента в группе.

Трудоемкость работы в составе самостоятельной работы – 10 часов.

### 7.2. Тематика контрольной работы.

**Тема: Гидромеханические процессы. Разделение неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах**

1-5. Определить число полок и высоту пылеосадительной камеры полочного типа, в которой происходит отстаивание частиц твердого тела из воздуха. Минимальный размер улавливаемых твердых частиц  $d$ , мкм. Средняя температура в камере  $T$ , К; давление атмосферное. Расход воздуха  $V$ , м<sup>3</sup>/с. Размеры камеры: длина  $L$ , м, ширина  $B$ , м. Расстояние между полками  $h$ , м.

Исходные данные для расчета приведены в задании.

6–10. Осадительная центрифуга с ножевым съёмом осадка типа АОГ диаметром  $D$ , м и длиной  $L$ , м ротора используется для разделения водной суспензии. Плотность твердых

частиц  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>. Минимальный размер улавливаемых частиц  $d$ , мкм. Температура суспензии  $t = 20^\circ\text{C}$ . Внутренний диаметр вращения суспензии  $D_0$ , м. Число оборотов центрифуги  $n$ , об/мин. Определить часовую производительность центрифуги. Отношение между временем центрифугирования и общим временем работы центрифуги  $k = 0,8 - 0,9$ .

Исходные данные для расчета приведены в задании.

**Тема: Теплопередача в химической аппаратуре. Нагревание, охлаждение, конденсация, выпаривание**

21-30. Рассчитать трехкорпусную выпарную установку для концентрирования  $G$  кг/с водного раствора вещества от начальной концентрации  $X_n$  до конечной  $X_k$ , %, масс. Схему установки принять прямоточную, корпуса должны иметь одинаковую поверхность нагрева. Раствор на выпарку подается при температуре кипения. Абсолютное давление греющего пара  $P_n$  (МПа), давление в барометрическом конденсаторе  $P_k$  (МПа), рекомендуется использовать распределение нагрузок по корпусам из соотношения  $W_1:W_2:W_3 = 1:1,05:1,1$ . Значения  $\rho$  и  $C_p$  для растворов приведены в приложении 4. Рассчитать коэффициент теплопередачи для первого корпуса (по примеру 4.IV на стр. 237 (Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков; под ред. П. Г. Романкова. – Москва : РусМедиаКонсалт, 2004. - 576 с. – Текст непосредственный), для других взять по соотношению  $K_1:K_2:K_3 = 1:0,58:0,33$ .

Исходные данные для расчета приведены в задании.

**Тема : Основы массопередачи. Абсорбция. Перегонка и ректификация**

31-40. Рассчитать высоту тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия для разделения бинарной смеси при атмосферном давлении. Производительность по исходной смеси  $G_f$ , кг/ч. Содержание легколетучего компонента в исходной смеси  $X_f$ , % мас., в дистилляте  $X_p$ , % мас., в кубовом остатке  $X_w$ , % мас. Исходная смесь подается в колонну при температуре кипения.

Исходные данные для расчета приведены в задании.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

Оценка освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусматривает использование рейтинговой системы. Нормативный рейтинг дисциплины за семестр составляет 100 баллов. По итогам семестра баллы рейтинга переводятся в пятибалльную систему по следующей шкале:

- 91-100 баллов – «отлично»;
- 76-90 балла – «хорошо»;
- 61-75 баллов – «удовлетворительно»;
- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно».

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

(5 семестр)

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по	0-5



	теме «Основные системы единиц измерения физических величин. Основные физические свойства жидкостей»	
2.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Гидростатика»	0-5
3.	Тестирование по теме: «Гидростатика»	0-10
	<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>	<b>0-20</b>
2 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Уравнение Бернулли»	0-5
2.	Выполнение индивидуального практического задания по теме «Гидродинамика»	0-5
3.	Тестирование по теме: «Гидродинамика»	0-10
	<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>	<b>20</b>
3 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Гидромеханические процессы»	0-5
2.	Выполнение индивидуального практического задания по теме «Расчет и подбор центробежного насоса»	0-5
3.	Тестирование по теме: «Прикладная гидродинамика»	0-10
4.	Итоговое тестирование по семестру	0-40
	<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>	<b>60</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

(6 семестр)

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Теплоотдача»	0–5
2.	Защита лабораторной работы «Определение коэффициента теплоотдачи от поверхности к псевдооживленному слою»	0–5
3.	Защита лабораторной работы «Изучение процесса передачи тепла в теплообменнике типа «Труба в трубе».	0–5
4.	Тестирование по теме: «Теплообмен»	0–10
	<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>	<b>25</b>
2 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Конденсация»	0–5
2.	Защита лабораторной работы Определение коэффициентов гидравлического сопротивления трубопроводов.	0–5
3.	Защита лабораторной работы Обезвоживание осадков сточных вод в осадительной центрифуге.	0–5
4.	Тестирование по теме: «Теплопередача»	0–10
	<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>	<b>25</b>

3 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Выпаривани»	0–5
2.	Защита лабораторной работы Исследование процесса истечения воздуха из суживающегося сопла	0–5
3.	Тестирование по теме: «Тепловые процессы»	0–10
4.	Итоговое тестирование	0–20
	<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

(7 семестр)

Таблица 8.3

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания по теме «Массопередача»	0–5
2.	Защита лабораторной работы «Осаждение твердых частиц в жидкости под действием сил тяжести»	0–5
3.	Защита лабораторной работы «Определение характеристик работы циклона».	0–5
4.	Тестирование по теме: «Массообмен»	0–10
	<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>	25
2 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания по теме «Ректификация»	0–5
2.	Защита лабораторной работы «Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли»	0–5
3.	Защита лабораторной работы «Изучение процессов ректификации»	0–5
4.	Тестирование по теме: «Ректификация»	0–10
	<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>	25
3 текущая аттестация		
1.	Выполнение индивидуального практического задания по теме «Мембранные процессы»	0–5
2.	Защита лабораторной работы «Изучение адсорбции в аппарате с неподвижным слоем зернистого адсорбента»	0–5
3.	Тестирование по теме: «Адсорбция. Адсорбция»	0–10
4.	Итоговое тестирование	0–20
	<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

(5 семестр)

Таблица 8.4

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
-------	---	-------------------

1.	Работа на практических занятиях	0-15
2.	Выполнение индивидуального практического задания (задачи) по теме «Уравнение Бернулли»	0-15
3.	Контрольная работа	0-21
4.	Итоговое тестирование	0-49
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

(6 семестр)

Таблица 8.5

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Работа на практических занятиях	0-10
2.	Выполнение лабораторной работы по теме «Определение коэффициента теплоотдачи от поверхности к псевдооживленному слою»	0-10
3.	Выполнение лабораторной работы по теме «Изучение процесса передачи тепла в теплообменнике типа «Труба в трубе»	0-10
4.	Контрольная работа	0-21
5.	Итоговое тестирование	0-49
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

(7 семестр)

Таблица 8.6

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1.	Работа на практических занятиях	0-10
2.	Выполнение лабораторной работы по теме «Осаждение твердых частиц в жидкости под действием силы тяжести»	0-10
3.	Выполнение лабораторной работы по теме «Изучение адсорбции в аппарате с неподвижным слоем зернистого адсорбента»	0-10
4.	Контрольная работа	0-21
5.	Итоговое тестирование	0-49
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

Оценка курсового проектирования

Таблица 8.7

№	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Баллы
1	Анализ проектируемой технологии. Выбор оптимального варианта.	0-5
2	Расчёт материального баланса.	0-10
3	Расчёт теплового баланса.	0-5
4	Технологический и гидравлический расчёт основного оборудования.	0-10
5	Качество анализа технической литературы. Полнота освещения темы проекта в литературном обзоре	0-10
6	Качество и полнота технологических расчётов. Достоверность результатов проекта.	0-10
7	Использование информационных технологий (систем) в технологических расчётах и при выполнении графической части.	0-10
8	Качество оформления расчётно-пояснительной записки	0-10
9	Качество и достоверность оформления графической части	0-10
10	Защита курсового проекта. Содержание и качество выступления при защите. Лаконичность, владение материалом, специальной терминологией. Ответы на вопросы.	0-20
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ – <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронно-библиотечной система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина) – <http://elib.gubkin.ru/>
4. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет) – <http://bibl.rusoil.net>
5. Электронная библиотека УГТУ (Ухтинский государственный технический университет) – <http://lib.ugtu.net/books>
6. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com>
8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
9. Электронно-библиотечная система «Book.ru» – <https://www.book.ru/>
10. Электронная библиотека ЮРАЙТ – <https://urait.ru/>
11. Система поддержки дистанционного обучения – <https://educon2.tyuiu.ru/>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office (Microsoft Office Professional Plus);
- MS Windows;
- Autocad;
- Zoom.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Лекционные и практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект мультимедийного оборудования: интерактивная система SMART Technologies SMART Board SBX880i6, ноутбук, документ-камера. Локальная и корпоративная сеть.
2	-	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации Мультимедийное и персональное оборудование: компьютер в комплекте, моноблоки в комплекте, проектор, экран настенный, акустическая система.

		Локальная и корпоративная сеть
3	<p>Оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стеклянная насадочная колонна с неподвижным слоем фарфоровых шариков;</li> <li>- стеклянная насадочная колонна с взвешенным слоем силикагеля;</li> <li>- фильтровальная установка;</li> <li>- циклон;</li> <li>- установка ГД-1 для измерения гидростатического давления;</li> <li>- установка для экспериментального демонстрации уравнения Бернулли;</li> <li>- установка для исследования истечения жидкости;</li> <li>- установка для определения характеристик центробежного насоса;</li> <li>- установка для исследования теплопередачи в 2-х трубном теплообменнике.</li> </ul>	<p>Лабораторные занятия:</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий). Лаборатория «Процессы и аппараты химической технологии»</p>
4	-	<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: моноблоки в комплекте.</p>
5	-	<p>Курсовое проектирование:</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ, проектов), групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Мультимедийное и персональное оборудование: компьютер в комплекте, моноблоки в комплекте, телевизор, плоттер, МФУ, принтер.</p>

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

Практические занятия на протяжении изучения курса являются одной из основных форм аудиторной работы. Основная задача практических занятий заключается в том, чтобы расширить и углубить знания обучающихся, полученные ими на лекциях и в результате самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями, научной и научно-популярной литературой. На практических занятиях обучающиеся знакомятся со справочной литературой и приобретают навыки работы с ними, занятия дают возможность осуществлять контроль за самостоятельной работой обучающихся, глубиной и прочностью их знаний.

Практические занятия организуются с использованием различных методов обучения, включая интерактивные (работа в малых группах, коллективное решение творческих задач, просмотр и обсуждение учебных видеофильмов). В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя.

На практических занятиях подробно рассматривается основной теоретический материал дисциплины. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и проработать материал по теме.

Подготовку к каждому практическому занятию следует начинать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося выступать и участвовать в обсуждении вопросов изучаемой темы, к выполнению тестирования. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на

самостоятельное изучение рекомендованной литературы. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому освоению изучаемого материала.

#### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимися по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка презентационного материала по теме курсового проекта, выполнение контрольных задач, тестирование и др. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина).

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторные занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося являются: уровень освоения обучающимся учебного материала; умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Код компетенции	Код наименования ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Использует знания математических, физических, физико-химических, химических закономерностей и их взаимосвязей для решения задач профессиональной деятельности.	Знать: математические, физические, физико-химические, химические формулы и их взаимосвязь (З1);	не имеет представления о связи математических, физических, физико-химических, химических формул	демонстрирует отдельные знания математических, физических, физико-химических, химических формул	демонстрирует достаточные знания математических, физических, физико-химических, химических формул и их взаимосвязь	демонстрирует исчерпывающие знания математических, физических, физико-химических, химических формул и их взаимосвязь
		Уметь: применять математические, физические, физико-химические, химические формулы для решения задач профессиональной деятельности (У1);	не умеет применять математические, физические, физико-химические, химические формулы для решения задач профессиональной деятельности	способен применять математические, физические, физико-химические, химические формулы для решения задач профессиональной деятельности	Умеет применять математические, физические, физико-химические, химические формулы для решения задач профессиональной деятельности	в совершенстве умеет применять математические, физические, физико-химические, химические формулы для решения задач профессиональной деятельности

Код компетенции	Код наименования ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: основными методами расчета с использованием математических, физических, физико-химических, химических формул для решения задач профессиональной деятельности (В1);	Не владеет методами расчета с использованием математических, физических, физико-химических, химических формул для решения задач профессиональной деятельности	Владеет не всеми основными методами расчета с использованием математических, физических, физико-химических, химических формул для решения задач профессиональной деятельности	Владеет основными методами расчета с использованием математических, физических, физико-химических, химических формул для решения задач профессиональной деятельности	В совершенстве владеет основными методами расчета с использованием математических, физических, физико-химических, химических формул для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-2.2. Владеет методами, основанными на математических, физических, физико-химических, химических законах; изучает и анализирует основные технологические объекты на их основе.	Знать: математические, физические, физико-химические, химические законы и методы анализа основных процессов и аппаратов химической промышленности (З2);	не знает математические, физические, физико-химические, химические законы и методы анализа основных процессов и аппаратов химической промышленности	частично демонстрирует знания математических, физических, физико-химических, химических законов и методы анализа основных процессов и аппаратов химической промышленности	демонстрирует знания математических, физических, физико-химических, химических законов и методы анализа основных процессов и аппаратов химической промышленности	Демонстрирует углубленные знания математических, физических, физико-химических, химических законов и методов анализа основных процессов и аппаратов химической промышленности
		Уметь: применять математические, физические, физико-химические, химические законы для решения задач профессиональной деятельности, (У2);	не способен применять математические, физические, физико-химические, химические законы для решения задач профессиональной деятельности	способен применять математические, физические, физико-химические, химические законы для решения задач профессиональной деятельности	умеет грамотно применять математические, физические, физико-химические, химические законы для решения задач профессиональной деятельности	свободно демонстрирует умение применять математические, физические, физико-химические, химические законы для решения задач профессиональной деятельности



Код компетенции	Код наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: основными методами расчета и анализа технологических объектов с использованием математических, физических, физико-химических, химических законов (B2);	не владеет методами расчета и анализа технологических объектов с использованием математических, физических, физико-химических, химических законов	частично владеет методами расчета и анализа технологических объектов с использованием математических, физических, физико-химических, химических законов	владеет необходимыми навыками расчета и анализа технологических объектов с использованием математических, физических, физико-химических, химических законов	уверенно владеет навыками и методами расчета и анализа технологических объектов с использованием математических, физических, физико-химических, химических законов

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии  
 Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
 Направленность: Химическая технология органических веществ

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	<i>Комиссаров, Ю. А.</i> Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5: учебник для академического бакалавриата / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссаров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 219 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05635-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="http://www.biblionline.ru/bcode/409944">http://www.biblionline.ru/bcode/409944</a>	ЭР	25	100	+
2	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: учебник: в 2 книгах / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов [и др.]; под редакцией В.Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Книга 1: Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111193">https://e.lanbook.com/book/111193</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	25	100	+
3	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: учебник: в 2 книгах / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов [и др.]; под редакцией В.Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Книга 2: Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111194">https://e.lanbook.com/book/111194</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	25	100	+
4	Акбаева Д.Н. Тестовые задания по дисциплине «Основные процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Акбаева Д.Н., Ешова Ж.Т.— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014.— 86 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/58754.html">http://www.iprbookshop.ru/58754.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»	ЭР	25	100	+

5	Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2017.— 544 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67350.html">http://www.iprbookshop.ru/67350.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»	ЭР	25	100	+
---	---	----	----	-----	---

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



С.А. Татьяненко

«30» августа 2021 г.

Начальник ОИО \_\_\_\_\_



Л.Б. Половникова

«30» августа 2021 г.

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе учебной дисциплины  
Процессы и аппараты химических производств  
на 2022 – 2023 учебный год**

Дополнения и изменения не вносятся, так как в текущем учебном году дисциплина не изучается

Дополнения и изменения внес:  
Доцент кафедры ЕНГД, канд. техн. наук



И. В. Александрова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С. А. Татьяненко



**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ С. А. Татьяненко



«\_29\_» \_августа\_ 2022 г.