

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.2.9 Процессы и аппараты химических и нефтегазовых производств»

направления подготовки

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль 2 «Оборудование химических и нефтехимических производств»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 5

всего часов – 216

в том числе:

лекции – 32

практические занятия – 32

лабораторные занятия – 16

самостоятельная работа – 136

экзамен – 7 семестр

курсовая работа – 7 семестр

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП  
19 июня 2023 г., протокол № 13  
Зав. кафедрой Левкина Н.Л. Левкина

Рабочая программа утверждена на заседании  
УМКН направления ТМОБ  
26 июня 2023 г., протокол № 5  
Председатель УМКН Левкина Н.Л. Левкина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков по теории технологических процессов, их аппаратного оформления, освоение методов расчета процессов и аппаратов химических и нефтегазовых производств.

Основными задачами курса «Процессы и аппараты химической технологии» являются: изучение методов расчета основных процессов химической и нефтехимической технологии, методов расчета основных размеров аппаратов и ознакомление с конструктивными схемами основных аппаратов, а также формирование практических навыков решения конкретных технических задач и умения проектировать типовые технологические схемы основных химико-технологических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» является общеинженерной дисциплиной, формирующей у студентов знания, необходимые для изучения таких курсов, как общая и специальная химические технологии, «Управление техническими системами», «Математическое моделирование и оптимизация тепло- и массообменных процессов», «Оборудование химических и нефтегазовых производств» и ряда других дисциплин, а также для решения технологических задач, связанных с разработкой и проектированием технологических схем производства различных продуктов.

Для успешного изучения курса «Процессы и аппараты химической технологии» необходимо знание таких дисциплин как: математика, физика, термодинамика, теоретическая механика, физическая химия.

Знания и умения, полученные при изучении курса необходимы бакалавру техники и технологии для проведения технологических расчетов, расчета основных процессов и основных аппаратов химической технологии, а также при выполнении курсовой и дипломной работы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции при освоении ООП ВО, реализующей ФГОС ВО:

- способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1);
- способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности (ПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

### Студент должен знать:

- основные гидромеханические процессы и аппараты для них;
- основные законы теплопередачи, теплообмена;
- законы массообменных процессов.

### Студент должен уметь:

- проводить практические расчеты различных аппаратов, применяемых для проведения гидромеханических ;
- проводить расчеты теплообменников и выпарных аппаратов;

- проводить расчеты массообменных аппаратов;
- проводить практические расчеты сушилок.

**Студент должен владеть:**

- методиками теплового и материального расчета;
- методами оптимизации основных процессов;
- методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	1-2	1	Гидромеханические процессы	40	4		16	4	16
	3-6	2	Основы теплопередачи	30	8			4	18
	7-9	3	Тепловые процессы	34	6			8	20
2	10-12	4	Основы массопередачи	30	6			8	16
	13-16	5	Массообменные процессы	32	8			8	16
			Курсовая работа	50					50
Всего:				216	32		16	32	136

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1	Гидромеханические процессы. Классификация неоднородных систем. осаждение под действием	[1, 4]

			силы тяжести. Скорость осаждения. Расчет отстойников. движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.	
		2	Фильтрация. Уравнение фильтрации. Порядок расчета фильтров. Центрифугирование. Расчет отстойных фильтрующих центрифуг. Перемешивание в жидких средах. Мощность, затрачиваемая на перемешивание.	[1, 4]
2	8	3	Основы теплопередачи. Способы переноса теплоты. Теплоотдача и теплопередача. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности плоской стенки.	[1, 4]
		4	Тепловое излучение. Лучеиспускание и лучепоглощение. Лучеиспускательная способность твердых тел. Закон Стефана - Больцмана. Взаимное излучение твердых тел. Закон Кирхгофа. Лучеиспускание газов.	[1, 4]
		5	Передача тепла конвекцией. Механизм конвективного теплообмена. Закон Ньютона-Рихмана. Уравнение теплоотдачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.	[1, 4]
		6	Теплопередача. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки при постоянных температурах теплоносителей. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи при прямотоке и противотоке теплоносителей. Средняя разность температур.	[1, 4]
3	6	7	Тепловые процессы. Теплообменные аппараты и теплоносители. Нагревание, способы нагревания и нагревающие агенты. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Охлаждение, охлаждающие агенты и способы охлаждения. Охлаждение водой. Испарительное охлаждение. Системы оборотного водоснабжения. Аппараты воздушного охлаждения. Конденсация паров.	[1, 4]
		8	Расчет теплообменных аппаратов. Тепловой расчет теплообменников. Расчет коэффициента теплопередачи методом построения нагрузочной характеристики и методом последовательных приближений. Конструктивный и гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Расчет конденсаторов паров. Методика расчета поверхностных конденсаторов. Методика расчета конденсаторов смешения.	[1, 4]
		9	Выпаривание. Однокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой баланс однокорпусной выпарной установки. Полезная разность температур,	[1, 4]

			<p>температурные потери. Определение поверхности нагрева.</p> <p>Многокорпусные выпарные установки. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой баланс МВУ. Общая полезная разность температур и ее распределение по корпусам. Выбор числа корпусов. Расчет многокорпусных выпарных установок. Устройство выпарных аппаратов.</p>	
4	6	10	<p>Основы массопередачи. Виды массообменных процессов. Движущая сила процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Правило фаз. Фазовое равновесие. Линия равновесия. Материальный баланс. Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи.</p> <p>Скорость массопередачи. Молекулярная и турбулентная диффузия. Конвективный перенос. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Механизм и модели процессов массопередачи. Уравнение массоотдачи.</p>	[1, 4]
		11	<p>Подобие процессов переноса массы. Уравнение массопередачи. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений. Объемные коэффициенты массопередачи.</p> <p>Движущая сила процессов массопередачи. Средняя движущая сила. Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Коэффициент извлечения. Влияние перемешивания на среднюю движущую силу.</p>	[1, 4]
		12	<p>Расчет основных размеров массообменных аппаратов. Расчет диаметра массообменных аппаратов. Расчет скорости захлебывания насадочных колонн. Межтарельчатый унос. Предельно допустимая и рабочая скорость газа (пара) в колонне.</p> <p>Высота аппарата. Расчет высоты аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом. Аналитический и графоаналитический методы определения числа ступеней контакта. Определение числа теоретических тарелок.</p>	[1, 4]
5	8	13	<p>Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Закон Генри. Материальный баланс абсорбции. Расход абсорбента. Тепловой баланс абсорбции. Скорость абсорбции.</p>	[1, 4]
		14	<p>Перегонка и ректификация Характеристики двухфазных систем пар-жидкость. Идеальные и реальные смеси. Закон Рауля. Простая перегонка и ее виды.</p> <p>Ректификация. Схемы ректификационных установок. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий. Минимальное и действительное флегмовое число. Тепловой баланс ректификационной колонны Расчет</p>	[1, 4]

			ректификационных аппаратов.	
		15	Сушка. Способы сушки. Основные параметры влажного воздуха. 1-х-диаграмма влажного воздуха. Изображение процессов изменения состояния влажного воздуха на диаграмме. Равновесие при сушке. Формы связи влаги с материалом.	[1, 4]
		16	Материальный баланс сушки. Расход воздуха на сушку. Тепловой баланс сушки. Расход тепла на сушку. Аналитический и графоаналитический методы расчета расходов воздуха и тепла на сушку. Варианты процесса сушки. Скорость и периоды сушки. Интенсивность испарения влаги. Перемещение влаги внутри материала. Продолжительность процесса сушки. Устройство сушилок.	[1, 4]

## 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрено.

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1	Системы единиц измерения. Система СИ. Пересчет из одной системы единиц измерения в другую. Материальный баланс процессов разделения. Определение скорости осаждения под действием сил тяжести.	8
		2	Расчет фильтров, работающих при постоянной разности давлений и с постоянной скоростью. Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг. Расчет мощности на перемешивание.	8
2	4	3	Закон Фурье. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Передача тепла тепловым излучением. Теплоотдача, расчет коэффициента теплоотдачи.	8
		4	Тепловые балансы. Определение тепловой нагрузки теплообменного аппарата и расхода теплоносителей. Определение поверхности теплообмена.	8
3	8	5	Расчет кожухотрубчатых теплообменников.	8
		6	Расчет выпарного аппарата.	8
		7	Расчет многокорпусных выпарных установок.	8
		8	Расчет трехкорпусной выпарной установки	8
4	8	9-12	Способы выражения состава фаз. Пересчет из одного способа выражения состава фаз в другой. Теплофизические характеристики растворов в зависимости от концентрации и температуры. Линия равновесия. Построение линии равновесия на I-X-диаграмме. Уравнение рабочей линии.	8

5	8	13	Материальный баланс процесса ректификации. Построение рабочих линий процесса ректификации на I-X-диаграмме. Тепловой баланс ректификационной колонны.	8
		14	Определение гидравлического сопротивления колонных аппаратов. Определение диаметра и высоты колонны.	8
		15	I-X- диаграмма влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха по I-X- диаграмме. Изображение процессов изменения состояния воздуха на I-X-диаграмме.	8
		16	Материальный баланс сушки. Определение расхода воздуха на сушку. Тепловой баланс сушки. Определение расхода тепла на сушку.	8

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, обрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
1	16	Осаждение твердых частиц под действием силы тяжести.	[ 9]
		Определение констант фильтрации.	[ 11]
		Исследование гидродинамических закономерностей кипящего слоя.	[ 10]
		Определение расхода энергии на перемешивание.	[ 12]

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	16	Устройство отстойников.	[1-7]
		Классификация и конструкция фильтров.	[1-7]
		Классификация и конструкция центрифуг.	[1-7]
		Устройство и принцип действия аппаратов для очистки запыленных газов.	[1-7]
		Устройство механических мешалок.	[1-7]
2	18	Температурное поле и температурный градиент.	[1-7]
		Тепловое подобие. Критериальные уравнения теплоотдачи. Опытные данные по теплоотдаче. Сложная теплоотдача.	[1-7]
3	20	Нагревающие агенты и способы нагревания.	[1-7]
		Охлаждающие агенты и способы охлаждения.	[1-7]
		Классификация и конструкции теплообменных аппаратов.	[1-7]

		Классификация и конструкции выпарных аппаратов.	[1-7]
4	16	Способы выражения состава фаз.	[1-7]
		Пересчет из одного способа выражения состава фаз в другой. Массопередача с твердой фазой. Распределение концентраций передаваемого компонента в фазах. Дифференциальное уравнение массопроводности. Диффузионный критерий Био. Критериальное уравнение массопроводности.	[1-7]
5	16	Хемосорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Схемы абсорбционных установок. Десорбция. Расчет абсорберов. Классификация и устройства абсорбционных аппаратов.	[1-7]
		Ректификация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Устройство ректификационных аппаратов.	[1-7]
		Классификация и устройства сушилок.	[1-7]
	50	Выполнение курсовой работы.	[1-7]
Всего	100		

## 10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрено.

## 11. Курсовая работа

Курсовая работа является заключительным этапом изучения дисциплины. Ее целью являются закрепление и углубление полученных студентами теоретических знаний путем решения конкретных расчетно-конструкторских задач по заданной теме.

В курсовой работе студент должен рассчитать один из основных аппаратов химической технологии, определить основные размеры аппарата и подобрать этот аппарат по каталогам. На курсовую работу выносятся следующие темы:

- расчет трехкорпусной выпарной установки;
- расчет ректификационной установки непрерывного действия;
- расчет сушильной установки барабанного типа.

Курсовая работа должна соответствовать всем требованиям ЕСКД и состоять из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе должна содержать: - введение и назначение и область применения проектируемой установки;

- описание принципиальной технологической схемы установки;
- технологические расчеты и подбор основного оборудования;
- выводы;
- список используемой литературы.

Графическая часть проекта включает:

- технологическую схему установки с КИПиА;
- сборочный чертеж основного технологического аппарата;
- узлы основного аппарата;
- сборочный чертеж одного из вспомогательных аппаратов.



Курсовая работа защищается в комиссии по приему курсовых проектов.

## 12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен.

## 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины должны сформироваться профессиональные компетенции ПК-1 и ПК-4:

- способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1);
- способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности (ПК-4).

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-1	7 семестр	Формирование способности к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Текущий контроль в форме: - отчета по практическим лабораторным работам; - отчета вопросам СРС п. 7 рабочей программы; -- экзамена	Вопросы, экзамен	Экзамен по 5 бальной системе
ПК-4	7 семестр	Формирование способности участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Текущий контроль в форме: - отчета по практическим лабораторным работам; - отчета вопросам СРС п. 7 рабочей программы; -- экзамена	Вопросы, экзамен	Экзамен по 5 бальной системе

В процессе обучения студент должен полностью выполнить учебный план, предусмотренный вузовской рабочей учебной программой дисциплины, по всем видам учебных занятий и набрать 5 зачетных единиц трудоемкости. В частности, он должен

выполнить все предусмотренные программой лабораторные работы, практически занятие в виде установленных практикумов, самостоятельных видов работы.

#### **Рекомендуемая балльно-рейтинговая система оценки.**

Степень успешности освоения дисциплины в системе зачетных единиц оценивается суммой баллов, исходя из 10 максимально возможных, и включает две составляющие:

**Первая составляющая** – оценка преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению каждого модуля дисциплины в течение предусмотренного учебным планом временного отрезка (в сумме не более, чем 8 баллов). Структура баллов, составляющих балльную оценку преподавателя, включает отдельные доли в баллах, начисляемые студенту за успешность рубежных контролей по каждому учебно-образовательному модулю.

**Вторая составляющая** – за посещаемость аудиторных лекционных и практических занятий (пропорционально числу посещенных занятий.)

Методика рубежного контроля по первой составляющей балльно-рейтинговой оценки.

Максимальное количество баллов по каждому учебно-образовательному модулю – 10 баллов. Оценочное средство представляет собой билет, состоящий из 4 вопросов, сформированных на основе дидактического минимума содержания и содержания учебно-образовательного модуля, представленного в рабочей учебной программе (примерное содержание представлено в табл. 4).

Оценка ответов на билет осуществляется по следующей схеме:  
правильной и полный ответ на вопрос - +2 балла;  
в целом правильный, но не полный ответ, наличие несущественных ошибок - +1;  
отсутствие ответа – 0 баллов;  
принципиально неверный ответ - -2 балла;  
за пропуск каждой лекции и семинара по модулю - - 0,2 балла.

### **Вопросы для экзамена**

1. Предмет и задачи курса процессы и аппараты.
2. Классификация основных процессов химической технологии.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
4. Принципы моделирования. Основы теории подобия.
5. Классификация и методы разделения неоднородных систем.
6. Материальный баланс процессов разделения неоднородных систем.
7. Осаждение под действием силы тяжести, скорость осаждения.
8. Расчет отстойников. Конструкции отстойников.
9. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
10. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.
11. Фильтрация. Виды и способы фильтрации, фильтровальные перегородки.
12. Основное уравнение фильтрации.
13. Константы фильтрации.
14. Конструкции фильтров.
15. Центрифугирование, центробежная сила, фактор разделения.
16. Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг.
17. Классификация и конструкции центрифуг.
18. Очистка запыленных газов.
19. Перемешивание в жидких средах, способы перемешивания.
20. Механическое перемешивание, расчет мощности на перемешивание.
21. Конструкции мешалок. Область их применения.
22. Основы теплопередачи. Способы переноса тепла.
23. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи.

24. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
25. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.
26. Тепловое излучение.
27. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона.
28. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
29. Тепловое подобие. Опытные данные по теплоотдаче.
30. Теплопередача, коэффициент теплопередачи, средняя движущая сила.
31. Нагревание, нагревающие агенты и способы нагревания.
32. Охлаждение, охлаждающие агенты, способы охлаждения, конденсация.
33. Конструкции теплообменных аппаратов.
34. Расчет теплообменных аппаратов.
35. Расчет конденсаторов паров.
36. Выпаривание. Однокорпусные выпарные установки, уравнения материального и теплового баланса.
37. Многокорпусные выпарные установки, схемы МВУ.
38. Материальный и тепловой баланс многокорпусной выпарной установки.
39. Расчет многокорпусных выпарных установок.
40. Конструкции выпарных аппаратов.
41. Классификация и характеристика массообменных процессов.
42. Фазовое равновесие. Линия равновесия.
43. Уравнение материального баланса. Рабочая линия.
44. Скорость массопереноса. Молекулярная и турбулентная диффузия, конвективный перенос.
45. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
46. Механизм и модели массопереноса.
47. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи.
48. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений.
49. Средняя движущая сила процессов массопередачи.
50. Число единиц переноса. Высота единицы переноса.
51. Определение основных размеров массообменных аппаратов. Диаметр массообменных аппаратов.
52. Определение высоты массообменных аппаратов. Аналитический и графический метод определения числа ступеней контакта.
53. Массопередача с твердой фазой.
54. Абсорбция. Равновесие при абсорбции, закон Генри.
55. Материальный и тепловой баланс абсорбции.
56. Устройство абсорберов.
57. Схема абсорбционных установок. Десорбция.
58. Перегонка жидкости и ректификация. Характеристики двухфазных систем пар-жидкость и их классификация.
59. Фазовое равновесие в идеальных и реальных смесях.
60. Простая перегонка и ее виды.
61. Принцип ректификации. Схемы ректификационных установок.
62. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
63. Построение рабочих линий на Y-X – диаграмме.
64. Минимальное и действительное флегмовое число.
65. Тепловой баланс ректификационной колонны.
66. Ректификация многокомпонентных смесей. Специальные виды ректификации.
67. Устройство ректификационных аппаратов.
68. Сушка, виды и способы сушки.
69. Основные параметры влажного воздуха. I-X- диаграмма влажного воздуха.

70. Равновесие при сушке. Влажность материала и изменение его состояния в процессе сушки.
71. Формы связи влаги с материалом.
72. Материальный баланс сушки. Расход воздуха на сушку.
73. Тепловой баланс сушки. Расход тепла на сушку.
74. Аналитический метод расчета процесса сушки.
75. Графоаналитический метод расчета процесса сушки.
76. Варианты процесса сушки.
77. Скорость и периоды сушки.
78. Интенсивность испарения влаги.
79. Перемещение влаги внутри материала.
80. Продолжительность процесса сушки.
81. Устройство сушилок.

## 14. Образовательные технологии

Учебным управлениям (отделам) вузов и кафедрам, ведущим образовательный процесс по дисциплине необходимо: сформировать вариативное расписание проведения обучения по отдельным учебно образовательным модулям дисциплины различными преподавателями; обеспечить углубленную научную, практическую и методическую подготовку преподавателей, специализирующихся на проведении занятий по отдельным модулям. Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры. В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Практикумы, тренинги и обучающие игры являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности обучающегося. Преподаватель при проведении занятий этих форм выполняет не роль руководителя, а функцию консультанта, советника, тренера, который лишь направляет коллективную работу студентов на принятие правильного решения. Занятие осуществляется в диалоговом режиме, основными субъектами которого являются студенты.

**Самостоятельная работа** студентов должна составлять не менее 50% от общей трудоемкости дисциплины, является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, его мировоззрение и культуру безопасности, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

### **Цели самостоятельной работы.**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **Организация самостоятельной работы.**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к семинарам, практическим занятиям, к рубежным контролям, экзамену, в выполнении домашнего задания.

## 15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Основная литература

1. Бородулин Д.М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Бородулин Д.М., Иванец В.Н.. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/14388.html>
2. Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / Фролов В.Ф.. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 608 с. — ISBN 078-5-93808-348-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97816.html>
3. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97815.html>
4. Акбаева Д.Н. Тестовые задания по дисциплине «Основные процессы и аппараты химической технологии» : учебное пособие / Акбаева Д.Н., Ешова Ж.Т.. — Алматы : Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014. — 86 с. — ISBN 978-601-04-0438-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/58754.html>

### Дополнительная литература

5. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Разинов А.И., Клинов А.В., Дьяконов Г.С.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. — ISBN 978-5-7882-2154-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75637.html>
6. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч.1. Гидромеханические процессы и аппараты : учебное пособие / Гужель Ю.А.. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2019. — 96 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103906.html>
7. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч.2. Тепловые процессы и аппараты : учебное пособие / Гужель Ю.А.. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2020. — 65 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103907.html>
8. Романков П.Г., Павлов К.Ф., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М: ООО «ИД Альянс», 2006 г. – 576 с.
9. Суркова А.Н., Сергеев А.Д. Осаждение твердых частиц под действием силы тяжести: Методические рекомендации к лабораторной работе по курсам «Процессы и аппараты пищевых производств» и «Процессы и аппараты химических производств» - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. -16с.
10. Сергеев А.Д., Суркова А.Н. Исследование гидродинамических закономерностей кипящего слоя: Методические рекомендации к лабораторной работе по курсам «Процессы и аппараты пищевых производств» и «Процессы и аппараты

химических производств» - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. -20с.

11. Суркова А.Н., Сергеев А.Д. Определение констант фильтрации: Методические рекомендации к лабораторной работе по курсам «Процессы и аппараты пищевых производств» и «Процессы и аппараты химических производств» - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. -12с.

12. Сергеев А.Д., Суркова А.Н. Определение расхода энергии на перемешивание: Методические рекомендации к лабораторной работе по курсам «Процессы и аппараты пищевых производств» и «Процессы и аппараты химических производств» - Изд. СГТУ, Саратов, 2021.

## **16. Материально-техническое обеспечение**

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

**Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Укомплектована оборудованием:

Комплексный стенд для изучения процессов в многофазных системах «газ - твердое», «газ – жидкость - твердое» Центрифуга, установки нестандартного изготовления: установка для определения скорости осаждения под действием силы тяжести; лабораторная центрифуга для разделения неоднородных систем в поле центробежных сил; установка для определения констант фильтрации; установка для исследования гидродинамики кипящего слоя; установка для определения мощности на перемешивание в жидких средах.

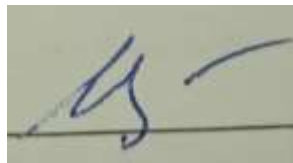
**Аудитория для курсового проектирования**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 12 стульев; рабочее место преподавателя; маркерная доска, 12 компьютеров (I 3/ 8 Гб/ 500), мониторы 24' BENQ, LG, Philips, клавиатура, мышь). Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и доступом в

информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Рабочую программу составили

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be 'T.A. Matneva'.

/Мацнева Т.А./

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании  
УМКС/УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_  
Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /