

Приложение 3.2.1

к ОПОП по специальности
18.02.07 Технология обработки и получения
пластических масс и эластомеров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.09 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

Г.О. Шатура
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**
- 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.09 Процессы и аппараты

название учебной дисциплины

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.09 Процессы и аппараты»

1.1 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: общепрофессиональный цикл (ОП).

Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 10 <i>ПК 1.3</i>	-читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы; -выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов: -выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования: -обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства: -обосновывать целесообразность выбранных технологических схем: -осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.	- классификация и теоретические основы процессов химической технологии; - характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических механических, тепловых, массообменных; -методики расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов. -методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования; -типичные технологические системы химических производств и их аппаратурное оформление; -основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств; -принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы	140
Учебная нагрузка обучающихся во взаимодействии с преподавателем(всего)	128
в том числе:	
теоретическое обучение	88
практические занятия	40
лабораторные занятия	-
курсовая работа (проект)	30
контрольная работа	-
Самостоятельная работа	2
Консультации	2
Промежуточная аттестация в форме экзамена4 семестр – экзамен	8

4. 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины ОП. 07 Процессы и аппараты
наименование

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Раздел 1. Гидромеханические процессы и аппараты			
Тема 1.1 Общие вопросы прикладной гидромеханики.	Содержание учебного материала	8	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Введение. Реальные и идеальные жидкости. Физические свойства и параметры реальной жидкости. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства. Гидродинамика. Уравнение материального баланса. Энергетический баланс потока. Уравнение Бернулли. Основные критерии гидродинамического подобия. Гидродинамические режимы вязкой жидкости. Гидродинамические сопротивления трубопровода и аппаратов. Движение жидкости через неподвижные, пористые и зернистые слои. Гидродинамика псевдоожиженного слоя.		
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 1. Определение расхода, скорости движения жидкости, гидростатического давления. Практическая работа 2. Исследование режима движения жидкостей.	2 4	
Тема 1.2 Перемещение жидкостей и газов.	Содержание учебного материала	6	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Трубопроводы, их устройства, соединение труб и арматуры. Классификация гидравлических машин. Основные параметры и конструкции гидравлических машин. Насосы динамического типа: центробежные и осевые. Устройства насосов, работающих с агрессивными средами, во взрывоопасных условиях. Характеристики и подбор насосов. Насосы объемного типа. Конструкции поршневых, плунжерных, шестеренчатых, пластинчатых, винтовых насосов. Их производительность, область применения. Перемещение, сжатие и разряжения газов. Затраты энергии. Поршневые компрессоры и вакуум - насосы. Их производительность и область применения. Центробежные		

	машины: вентиляторы, турбогазодувки, турбокомпрессоры. Их основные характеристики. Осевые вентиляторы и компрессоры. Струйные вакуум – насосы. Компрессорные машины, их классификация.		
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 3. Расчет трубопроводов, подбор диаметра по ГОСТу. Расчет параметров работы гидравлической машины для конкретных условий.	2	
Тема 1.3 Разделение жидких и газовых гетерогенных систем.	Содержание учебного материала		
	Классификация гетерогенных систем и процессов разделения. Принцип выбора методов разделения. Материальный баланс. Разделение в поле сил тяжести. Конструкции отстойников для жидких и газовых смесей. Разделение в поле сил давления. Фильтрация жидких и газовых систем. Скорость фильтрации. Классификация фильтровальной аппаратуры. Фильтры периодического и непрерывного действия. Уравнения фильтрации. Поверхности фильтрации. Разделение в поле инерционных сил. Центробежная очистка, центробежное отстаивание и фильтрация. Принцип действия циклонов, гидроциклонов, центрифуг. Расчеты производительности. Разделение газовых неоднородных систем методом осаждения в электрическом поле. Электрофильтры. Разделение газовых неоднородных систем путем мокрой очистки. Классификация мокрых пылеуловителей. Скрубберы.	8	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 4. Расчет отстойника. Подбор отстойника по ГОСТу.	2	
Тема 1.4 Перемешивание в жидких средах	Содержание учебного материала		
	Способы и интенсивность перемешивания. Механическое перемешивание. Пневматическое перемешивание. Перемешивание с помощью циркуляционных насосов. Сравнительная оценка способов перемешивания	2	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 5 . Расчет затрат энергии на перемешивание	2	

Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты			
Тема 2.1. Основы теплопередачи	Содержание учебного материала		
	Способы проведения тепловых процессов. Теплоотдача и теплопередача. Температурное поле. Тепловой поток. Тепловой баланс. Механизмы передачи тепла. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности твердых материалов, жидкостей и газов. Уравнение теплопроводности. Естественная и вынужденная конвекция. Конвективный перенос тепла. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия, их физический смысл. Уравнение для различных случаев теплоотдачи. Лучеиспускание. Законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа. Совместная теплоотдача излучением и конвекцией. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Движущая сила процесса теплопередачи. Средняя разность температур. Виды движения теплоносителей, их сравнение. Определение температуры стенок. Потери тепла в окружающую среду. Теплоизоляция.	6	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10.,ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 6 Изучение процесса теплопередачи в змеевиковом теплообменнике.	4	
	Практическая работа 7 Определение расхода теплоносителей, коэффициентов теплоотдачи. Расчет потерь тепла в окружающую среду.	4	
Тема 2.2. Источники энергии. Теплообменная аппаратура.	Самостоятельная работа студентов	2	
	Содержание учебного материала		
	Топливо-энергетическая база. Первичные и вторичные источники энергии. Промышленные способы подвода и отвода энергии. Теплоносители. Определение расхода теплоносителей. Нагревающие агенты и способы нагрева. Охлаждающие агенты и способы охлаждения. Теплообменная аппаратура. Поверхностные теплообменники: с трубчатой поверхностью теплообмена, с плоской поверхностью теплообмена и других типов (блочные, шнековые). Смесительные теплообменники. Регенеративные теплообменники. Материалы, принимаемые для изготовления теплообменной аппаратуры. Выбор теплообменной аппаратуры. Расчет основных размеров и оптимальных режимов работы теплообменника.	6	ОК 1.,ОК 2.,ОК 03, ОК 4.,ОК 5., ОК 10.,ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 8 Тепловой расчет теплообменного аппарата. Выбор аппарата по ГОСТам.	4	

	Самостоятельная работа студентов	1	
Тема 2.3. Выпаривание растворов	Содержание учебного материала		
	Сущность выпаривания. Выпаривание при атмосферном давлении, при вакууме, при избыточном давлении. Выпарные установки: однокорпусные, многокорпусные, с термокомпрессией вторичного пара. Общая и полезная разность температур при выпаривании. Температура кипения растворов, температурные потери. Выпарные аппараты их классификация. Аппараты с направленной и неупорядоченной циркуляцией раствора. Плёночные выпарные аппараты, роторные аппараты, аппараты с барботажом топочных газов и погруженными горелками. Принципы выбора выпарных установок различных конструкций. Материалы для изготовления выпарных аппаратов.	4	ОК 1.,ОК 2.,ОК 03, ОК 4.,ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 9 Расчет выпарной установки.	4	
	Самостоятельная работа студентов	-	
Раздел 3. Массообменные процессы и аппараты			
Тема 3.1. Общие сведения о массообменных процессах.	Содержание учебного материала		
	Процессы межфазного массообмена. Общая характеристика массообменных процессов. Применение массообменных процессов для разделения гомогенных и гетерогенных систем.	2	ОК 1.,ОК 2.,ОК 03, ОК 4.,ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
Тема 3.2. Основы массопередачи	Содержание учебного материала		
	Процессы массопередачи. Материальный баланс и уравнение рабочей линии процесса. Направление процессов массопередачи. Массопередача в гомогенных средах. Скорость массопередачи. Молекулярная диффузия. Конвективный перенос массы. Уравнение массопередачи. Коэффициент массоотдачи. Соотношение коэффициентом массопередачи и коэффициентов массоотдачи. Движущая сила процессов массопередачи. Средняя движущая сила и число единиц переноса. Высота единиц переноса. Массопередача в системах с твердой фазой.	2	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10.,ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Самостоятельная работа студентов	1	
Тема 3.3. Абсорбция	Содержание учебного материала		
	Назначение абсорбции. Абсорбция при разделении гомогенных газовых смесей и очистки газов. Выбор абсорбента. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химическим взаимодействием. Десорбция. Равновесие между фазами при абсорбции. Влияние температуры и давления	2	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10.,ПК1.3.

	на растворимость газов в жидкостях. Материальный баланс процесса и уравнения рабочей линии при абсорбции и десорбции. Расход абсорбента. Тепловой баланс абсорбции. Отвод тепла при абсорбции. Абсорберы.		
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 10 Изучение процесса производства H_2SO_4 контактным способом.	2	
	Самостоятельная работа студентов	1	
Тема 3.4. Дистилляция и ректификация	Содержание учебного материала		
	Назначение процессов дистилляции и ректификации. Графическое и аналитическое выражение условий равновесия между паром и жидкостью. Простая и фракционная дистилляция. Схемы дистилляционных установок. Материальный баланс простой перегонки, определение среднего состава дистиллятора. Принципы и области применения молекулярной дистилляции. Ректификация. Физические основы и особенности кинетики ректификационных процессов. Схема установок для непрерывного и периодического процессов ректификации. Материальный баланс. Уравнение и построение рабочих линий. Минимальное и рабочее флегмовое число. Тепловой баланс ректификационной установки. Экстрактивная и азеотропная ректификация.	6	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 11. Расчет материального и теплового баланса ректификации.	4	
	Практическая работа 12 Изучение ректификации бинарных смесей	4	
Тема 3.5. Экстракция	Самостоятельная работа студентов	1	
	Содержание учебного материала		
	Назначение экстракции. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Принципы выбора экстрагента. Экстракционные установки. Статика процесса экстракции. Материальный баланс. Конструкция экстракторов. Экстракция в системе жидкость - твердое тело.	2	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
Тема 3.6. Адсорбция	Содержание учебного материала		
	Адсорбция и ионный обмен. Межфазовое равновесие при адсорбции. Промышленные адсорбенты и иониты. Десорбция. Материальный баланс адсорбции. Классификация и устройство аппаратов для проведения адсорбции.	2	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
Тема 3.7. Сушка	Содержание учебного материала		

	Назначение сушки. Классификация способов сушки. Равновесие между фазами в процессе сушки. Направление и движущая сила сушки. Кинетика сушки. Определение скорости и времени сушки. Интенсификация массопередачи при сушке. Конвективная сушка. Свойства влажного газа (воздуха). Y-x диаграмма влажного воздуха. Материальный и тепловой баланс сушки. Процессы конвективной сушки. Контактная сушка. Сушка инфракрасными лучами, токами высокой частоты, сублимацией. Конструкция сушилок	6	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Практическая работа 13 Построение цикла сушки по диаграмме Y-x, определения параметров процесса сушки, расхода воздуха и тепла на сушку.	2	
	Самостоятельная работа студентов		
Тема 3.8. Кристаллизация	Содержание учебного материала		
	Процесс кристаллизации. Стадии процесса. Материальный и тепловой баланс. Устройство кристаллизаторов	4	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Самостоятельная работа студентов		
Раздел 4. Механические процессы и аппараты			
Тема 4.1. Измельчение твердых материалов.	Содержание учебного материала		
	Процесс измельчения. Способы измельчения. Классификация методов измельчения и применяемого оборудования. Крупное, среднее и мелкое дробление. Тонкое и сверхтонкое измельчение	6	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Самостоятельная работа студентов		
Тема 4.2. Классификация, дозирование и смешивание материалов	Содержание учебного материала		
	Способы грохочения и типы грохотов. Классификаторы и гидроциклоны. Воздушные сепараторы. Дозирование и смешивание материалов. Смесители. Дозаторы.	8	ОК 1., ОК 2., ОК 03, ОК 4., ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Самостоятельная работа студентов		
Тема 4.3. Перемещение	Содержание учебного материала		
	Классификация устройств для перемещения твердых материалов.	8	ОК 1., ОК 2., ОК 03,

твёрдых материалов.	Механизация погрузочно-разгрузочных работ и герметизация транспортирующих устройств. Пневмо- и гидротранспорт.		ОК 4.,ОК 5., ОК 10., ПК1.3.
	Лабораторные и практические занятия		
	Самостоятельная работа студентов		
Курсовое проектирование		30	
Примерная тематика курсовой работы (проекта): Расчет и проектирование теплообменных аппаратов Технологический, материальный расчёт алкилятора			ОК 1.,ОК 2.,ОК 03, ОК 4.,ОК 5., ОК 10.,ПК1.3.
Промежуточная аттестация в форме экзамена		8	
Консультации		-	
Всего:		140	

5. 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения: Лаборатория "Процессов и аппаратов»

Оборудование учебного кабинета:

- слайды;
- плакаты;
- макеты аппаратов;
- методические пособия;
- справочники;
- образцы курсового проекта

Технические средства обучения и программное обеспечение:

Персональный компьютер, мультимедийный проектор

Оборудование мастерской и рабочих мест мастерской:

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

6. 3.2 Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы, Интернет-ресурсов

Основные источники:

1. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1: учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 216 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09099-4. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454366>
2. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2: учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 227 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09101-4. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454497>
3. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 246 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09102-1. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454498>
4. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 323 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09103-8. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454901>
5. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 208 с. – (Высшее

Дополнительные источники:

6. П.Г. Романков, М.И. Курочкина. Примеры и задачи по курсу "Процессы и аппараты химической промышленности". Учебное пособие для техникумов.-Л.: Химия,1985
7. Баранов Д.А., Кутепов А.М. Процессы и аппараты: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.
8. П.Г. Романков, М.И. Курочкина. Расчётные диаграммы и номограммы по курсу "Процессы и аппараты химической промышленности"-Л.: Химия,1985.
9. А.Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии-М.: Химия,2004
10. И.И. Поникаров., С.И. Поникаров., С.В., Рачковский. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): Учебное пособие.- М.:Альфа-М,2008.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения студентом индивидуальных заданий, проектов, исследований.

<i>Результаты обучения</i>	<i>Критерии оценки</i>	<i>Формы и методы оценки</i>
<i>Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины:</i> - классификацию и теоретические основы процессов химической технологии; -характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных; -методику расчёта материального и теплового балансов процессов и аппаратов. -методы расчёта и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования; -типичные технологические системы химических производств и их аппаратурное оформление;	-перечислять, подразделять, кратко обрисовать и дать примеры основных процессов и аппаратов -вычислять основные характеристики, пользоваться справочниками, сопоставлять единицы СИ с единицами других систем; -выработать навык технологического расчёта -распознавать аппараты, рассказывать принцип работы; -изображать схемы основных аппаратов; -находить решение, использовать расчётные уравнения и типовые технологические схемы и аппараты;	- устный опрос, индивидуальное задание - тестирование, индивидуальное задание - технологический диктант, индивидуальное задание - устный опрос с применением макетов и схем аппаратов в электронном виде - домашнее задание - практическое задание

-основные типы, устройство и принцип действия основных машин аппаратов химических производств -принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.	-проводить выбор расчёта, анализировать расчётные данные и обосновывать конструкции оборудования для конкретного производства. «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все	графический метод. курсовое проектирование:
<i>Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины:</i> - -читать, выбирать, изображать описывать технологические схемы; - -выполнять материальные энергетические расчёты процессов аппаратов: - -выполнять расчёты характеристик и параметров конкретного вида оборудования: - -обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства: - -обосновывать целесообразность выбранных технологических схем: - -осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.	предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко. «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. «Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки. «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.	