

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ 2021 г.

Процессы и аппараты химической технологии рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Химия, технология и оборудование химических производств
Учебный план	18.03.01-MODUL-PRF2-vech-2vsh-n16.plx Направление- 18.03.01 "Химическая технология" Профиль - "Химическая, нано- и биотехнология полимеров и нефтепродуктов"
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная
Общая трудоемкость	10 ЗЕТ

Часов по учебному плану	360
в том числе:	
аудиторные занятия	112
самостоятельная работа	221
часы на контроль	27

Виды контроля в семестрах:
экзамены 3
зачеты с оценкой 2
курсовые проекты 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		3 (2.1)		Итого	
	19	17	19	17		
Неделя	19	17	19	17		
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	16	16	48	48
Лабораторные	16	16	16	16	32	32
Практические	16	16	16	16	32	32
Итого ауд.	64	64	48	48	112	112
Контактная работа	64	64	48	48	112	112
Сам. работа	116	116	105	105	221	221
Часы на контроль			27	27	27	27
Итого	180	180	180	180	360	360

Программу составил(и):

доцент кафедры «ВХТО» С.В. Лапина _____

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химия, технология и оборудование химических производств

Зав. кафедрой д.х.н., профессор Бутов Г.М.

Рабочая программа дисциплины

Процессы и аппараты химической технологии

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 18.03.01 "Химическая технология" профиль подготовки "Технология переработки пластических масс и эластомеров" (КВАЛИФИКАЦИЯ(СТЕПЕНЬ) "БАКАЛАВР")

Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 227

составлена на основании учебного плана:

Направление- 18.03.01 "Химическая технология"

Профиль - "Химическая, нано- и биотехнология полимеров и нефтепродуктов"

утвержденного учёным советом вуза от 30.08.2017 протокол № 1.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от 31.08.2021 г. № 1

Срок действия программы: 2021-2026 уч.г.

Декан факультета _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель преподавания курса состоит в подготовке инженеров-технологов овладевших теоретическими основами методов расчета процессов химической технологии, освоивших принципы устройства, методы проектирования оборудования для осуществления технологических процессов.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Изучение курса «Процессы и аппараты химической технологии» базируется на знаниях полученных студентами при изучении следующих учебных дисциплин:	
2.1.2	Теплотехника	
2.1.3	Математика	
2.1.4	Физика	
2.1.5	Общая и неорганическая химия	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Знания о процессах и аппаратах химических производств применяются при изучении выполнении выпускной работы бакалавра.	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-7: способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта

Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

ПК-8: готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования

Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

ПК-9: способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования

Знать:	методический подход и процедуры анализа технологического процесса
Уметь:	анализировать технологически процесс
Владеть:	навыками анализа технологического процесса как объект управления

ПК-6: способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств

Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	общие закономерности химико-технологических процессов, принципы работы и устройства оборудования, методы расчета и подбора оборудования для получения необходимой производительности и технологических параметров, пути интенсификации и основных направлений развития высоко эффективных процессов и аппаратов химических производств;
3.2	Уметь:
3.2.1	определять технологические параметры работы действующего оборудования, провести исследования в экспериментальных и производственных условиях процессов химической технологии, обрабатывать и анализировать полученную информацию с целью разработки рекомендации для введения процесса при изменении конструкции оборудования; проводить анализ качества работы оборудования; определять причины отказов
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками выполнения проектных работ и технологических расчетов оборудования с привлечением вычислительной техники, стандартных и оригинальных программ, навыками работы с чертежами, производственными документами, справочной литературой;
3.3.2	навыками работы на сложном контрольно- измерительном оборудовании;

3.3.3	навыками проведения метрологической экспертизы;
3.3.4	навыками оформления нормативно- технической документации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интреракт.	Примечание
	Раздел 1.						
1.1	Понятие о технологии и технологическом процессе. Назначение курса «ПАХП» Его взаимосвязь с другими дисциплинами. Классификация основных процессов химической технологии Понятие о субстанции. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Понятие о среде, основные свойства среды. Силы, действующие в жидкости. /Лек/	2	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
1.2	Закон Ньютона-Петрова. Уравнение неразрывности. Расходы жидкости, средняя скорость. Числа подобия гидродинамических процессов. Основные модифицированные и производные числа подобия. Режимы течения вязкой жидкости. Опыты Рейнольдса. /Лек/	2	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.3	Распределение скоростей при ламинарном и турбулентном течении в круглой трубе. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Уравнение Бернулли. Геометрическое толкование уравнения Бернулли. Напор, физический смысл. Способы измерения напора. Трубки Прандтля и Пито. Дроссельные приборы (конструкции). /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.4	Классификация машин для перемешивания жидкостей газов. Характеристики машин. Уравнение Эйлера для центробежной машины. Теоретическая характеристика центробежной машины. Рабочая точка центробежной машины при работе ее на сеть. /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.5	Классификация процессов гидромеханического разделения. Осаждение. Общий закон сопротивления среды. Скорость осаждения под действием силы тяжести. Закон Стокса. Факторы, влияющие на скорость осаждения, способы интенсификации процесса. /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.6	Стесненное осаждение. Конструкция отстойников. Осаждение в поле действия центробежных сил. Конструкции отстойных центрифуг. Факторы разделения. Конструкции циклонов. Движение жидкости (газа) через слой зернистого материала. Основное уравнение фильтрации. Скорость фильтрации /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	

1.7	Уравнение фильтрования. Фильтрование в поле центробежных сил. Конструкции фильтрующих центрифуг. /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.8	Теплоперенос. Основные понятия. Классификация тепловых процессов. Конструкции теплообменного оборудования. /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.9	Молекулярный перенос тепла. Закон Фурье. Конвективный перенос. Дифференциальное уравнение конвективного теплопереноса. Теплопроводность стенок аппарата (плоская однослойная, плоская многослойная, цилиндрическая). /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.10	Выпаривание. Основные понятия. Устройство выпарных аппаратов. Изменение температуры в выпарном аппарате. Общая и полезная разности температур. Однокорпусная установка. Материальный и тепловой балансы. /Лек/	2	4	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.11	Многочорпусное выпаривание. Схемы установок. Распределение полезной разности температур по корпусам. Расчет многочорпусной установки. /Лек/	2	6	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.12	Массоперенос. Общие понятия. Классификация массообменных процессов. Молекулярный перенос. Закон Фика. Конвективный перенос. /Лек/	2	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.13	Числа подобия массообменных процессов. Критериальные уравнения массообмена. Равновесие и рабочие концентрации. Движущая сила процесса. /Лек/	2	4	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.14	Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сила процесса массопередачи. Число единиц массопереноса. Физический смысл единицы массопереноса. /Лек/	3	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.15	Абсорбция. Физико-механические закономерности. Линии равновесных концентраций. Материальный баланс абсорбера. Линия рабочих концентраций. Графическое изображение процесса. Расход абсорбента. Тепловой баланс процесса абсорбции. /Лек/	3	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.16	Перегонка и ректификация. Физико-химические закономерности. Линия равновесных концентраций. Схема ректификационной установки непрерывного действия. /Лек/	3	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	

1.17	Оптимальное флегмовое число. Тепловой баланс ректификационной установки. Устройство массообменных аппаратов для систем газ (пар) – жидкость. Режимы работы массообменных аппаратов (тарельчатых и насадочных). /Лек/	3	2	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.18	Экстракция в системе жидкость-жидкость. Основные понятия. Треугольная диаграмма. Равновесия при экстрагировании. Одноступенчатое и экстрагирование. /Лек/	3	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.19	Многоступенчатое экстрагирование. Варианты технологического оформления. Расчет много ступенчатого экстрагирования. Устройство экстракционных аппаратов. /Лек/	3	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.20	Сушка. Основные понятия. Формы связи влаги с материалом. Влагосодержание высушиваемого материала. Параметры влажного воздуха. I-x диаграмма влажного воздуха. Равновесие при сушке. /Лек/	3	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.21	Кинетика процесса сушки. Способы выражения движущей силы процесса. Расчет продолжительности процесса сушки. Конструкции сушилок. /Лек/	3	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.22	Адсорбция. Основные понятия. Физико-химические особенности процесса. Равновесие при адсорбции. Кинетические закономерности процесса. /Лек/	3	0,5	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.23	Материальный баланс адсорбера. Расход адсорбента. Устройство адсорберов. Расчет адсорбционных аппаратов. /Лек/	3	1	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.24	Мембранные процессы. Основные понятия. Физико-химические закономерности. Кинетика мембранных процессов. /Лек/	3	0,5	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.25	Материальный баланс мембранного аппарата. Устройство мембранных аппаратов. /Лек/	3	0,5	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.26	Кристаллизация веществ из растворов. Физические основы процесса и кинетические закономерности. Аппаратурное оформление кристаллизаторов. /Лек/	3	0,5	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	

1.27	Растворение твердых материалов. Физические основы процесса и кинетические закономерности. Аппаратурное оформление и расчет. /Лек/	3	0,5	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
1.28	Процессы измельчения и классификации твердых веществ. Расчет процесса измельчения и помола. Расчет процесса классификации. /Лек/	3	0,5	ПК-7 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	
1.29	Измерение расхода жидкостей и газов в технологических трубопроводах /Лаб/	2	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	
1.30	Исследование гидравлики реальных трубопроводов /Лаб/	2	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	
1.31	Исследование процесса свободного осаждения под действием силы тяжести /Лаб/	2	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.32	Исследование процесса фильтрования на элементы вакуумного фильтра /Лаб/	2	2	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2	0	
1.33	Исследование гидравлики псевдоожиженного слоя /Лаб/	2	2	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.34	Исследование гидродинамики насадочных аппаратов /Лаб/	3	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.35	Определение коэффициента теплоотдачи в кожухотрубчатом теплообменнике /Лаб/	3	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.36	Исследование процесса массопередачи при ректификации /Лаб/	3	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	
1.37	Изучение кинетики процесса конвективной сушки /Лаб/	3	4	ПК-8 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2	0	

1.38	Основы прикладной гидравлики /Пр/	2	4	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0	
1.39	Машины для перемещения жидкостей и газов /Пр/	2	6	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0	
1.40	Основные положения теплопередачи /Пр/	2	6	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	
1.41	Абсорбция /Пр/	3	2	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.42	Осаждение /Пр/	3	2	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.43	Выпаривание /Пр/	3	4	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	
1.44	Ректификация /Пр/	3	4	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.45	Сушка /Пр/	3	2	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.46	Адсорбция /Пр/	3	2	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	
1.47	Контрольная работа /Ср/	2	58	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	

1.48	Контрольная работа /Ср/	2	58	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
1.49	Курсовой проект /Ср/	3	105	ПК-7 ПК-8 ПК-9 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
1.50	Рецензирование КП /КП/	3	27			0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, задания в тестовой форме, в том числе для использования в тестовой системе, вопросы к экзамену.

База экзаменационных вопросов

1. Предмет курса «ПАХТ»
2. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах.
3. Классификация основных процессов.
4. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
5. Основные характеристики движения жидкостей.
6. Уравнение сплошности потока.
7. Уравнение Навье-Стокса.
8. Уравнение Эйлера.
9. Уравнение Бернулли
10. Движение тел в жидкостях.
11. Осаждение частиц под действием силы тяжести.
12. Движение жидкостей через неподвижные зернистые и пористые слои.
13. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.
14. Материальный баланс процесса разделения.
15. Неоднородные системы и методы их разделения.
16. Отстаивание. Скорость стесненного осаждения.
17. Конструкция аппаратов для осаждения.
18. Фильтрация. Движущая сила процесса фильтрации.
19. Уравнение фильтрации при постоянной разности давлений.
20. Направление фильтрации.
21. Классификация фильтровальных перегородок.
22. Конструкции фильтровальных аппаратов.
23. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения.
24. Конструкции центрифуг.
25. Разделение газовых смесей. Гравитационная очистка газов.
26. Мокрая очистка газов.
27. Перемешивание в жидких средах.
28. Механическое перемешивание.
29. Пневматическое перемешивание.
30. Перемешивание с помощью сопел и перемешивание в трубопроводах.
31. Разделение неоднородных газовых систем.
32. Выпаривание. Основные понятия. Однокорпусные выпарные аппараты. Депрессии.
33. Многокорпусные выпарные установки.
34. Устройство выпарных аппаратов.
35. Расчет многокорпусных выпарных установок.
36. Основы массопередачи.
37. Равновесие при массопередаче.
38. Скорость массопередачи.
39. Движущая сила массопередачи.

40. Материальный и тепловой балансы абсорбции.
41. Уравнение массопередачи.
42. Объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи.
43. Определение числа единиц переноса.
44. Высота единиц переноса.
45. Коэффициент извлечения.
46. Ректификация
47. Уравнение рабочих линий.
48. Минимальное и действительное флегмовое число.
49. Гидродинамические режимы работы тарелок. Барботажные абсорберы. Контактные устройства.
50. Сушка. Основные параметры влажного газа.
51. Материальный и тепловой баланс сушки
52. Конструкции сушильных аппаратов

5.2. Темы письменных работ

Предусмотрены аудиторские самостоятельные работы, контрольная работа.

В качестве базовых рассматриваются следующие темы:

1. Спроектировать трехкорпусную выпарную установку для концентрирования водного раствора.
2. Спроектировать барабанную сушилку для удаления влаги из гранул твердого материала.
3. Спроектировать ректификационную колонну для разделения гомогенной жидкой смеси.
4. Спроектировать абсорбционную колонну для улавливания элемента газовой смеси.

Выбранная тема дополняется техническим заданием.

5.3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчетные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, вопросы к экзамену.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Используемые формы текущего контроля: контрольные работы; аудиторские самостоятельные работы; типовые расчетные задания; лабораторные работы; устный опрос; устное сообщение; тестирование.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Айнштейн В.Г., Захаров М.К.	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Учебник в 2-х кн. Кн.2	Москва: Логос, 2003	20
Л1.2	Айнштейн В.Г., Захаров М.К.	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Учебник в 2-х кн. Кн.1	Москва: Логос, 2003	17
Л1.3	Дытнерский Ю.И.	Процессы и аппараты химической технологии. В 2-х кн. Ч. 1 Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты: 3-е изд.	Москва: Химия, 2002	10
Л1.4	Дытнерский Ю.И.	Процессы и аппараты химической технологии. В 2-х кн. Ч. 2 Массообменные процессы и аппараты: 3-е изд.	Москва: Химия, 2002	10
Л1.5	Касаткин, А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник	М. : Альянс, 2005	72
Л1.6	Павлов К.Ф., Романков П.Г.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Перепечатка с издания 1987 г: 14-е изд., стер.	Москва: Альянс, 2007	69
Л1.7	Захарова А.А., Бахшиева Л.Т.	Процессы и аппараты химической технологии. Учеб. пособие для вузов	Москва: Академия, 2006	2
Л1.8	Комиссаров, Ю.А. [и др.]	Процессы и аппараты химической технологии: учебник	М.: Химия, 2011	7

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Лапшина, С. В.	Процессы и аппараты химических производств [Электронный ресурс]: учебное пособие - http://library.volpi.ru	Волгоград: ВолгГТУ, 2016	эл. изд.

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.2	Тишин, О. А. [и др.]	Процессы и аппараты химических технологий [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие - http://lib.volpi.ru	Волгоград: ВолгГТУ, 2016	эл. изд.
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Тишин, О.А.[и др.]	Процессы и аппараты химической технологии: часть 3 [Электронный ресурс] : Учебное пособие - http://lib.volpi.ru	Волгоград: ВолгГТУ, 2012	эл. изд.
Л3.2	Тишин, О. А. [и др.]	Процессы и аппараты химической технологии: часть 1 [Электронный ресурс]: Учебное пособие - http://lib.volpi.ru	Волгоград: ВолгГТУ, 2012	эл. изд.
Л3.3	Тишин, О.А. [и др.]	Процессы и аппараты химической технологии: часть 2 [Электронный ресурс]: : учебное пособие - http://lib.volpi.ru	Волгоград: ВолгГТУ, 2012	эл. изд.
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Электронная библиотека ВПИ (филиал) ВолгГТУ: http://library.volpi.ru/csp/library/StartPage.csp			
Э2	Электронные учебно-методические комплексы ВПИ: http://umkd.volpi.ru/			
Э3	http://library.volpi.ru			
Э4	Электронно-библиотечная система «Лань» www.e.lanbook.com			
Э5	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ http://library.vstu.ru			
Э6	БиД ВИНТИ, база реферативных журналов по различным областям науки и техники, http://www2.viniti.ru/			
Э7	Научная электронная библиотека elibrary.ru http://elibrary.ru			
Э8	Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier http://scopus.com			
Э9	Университетская информационная система УИС «Россия» http://uisrussia.msu.ru			
Э10	КонсультантПлюс http://www.consultant.ru/hs			
Э11	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам http://www.fips.ru			
Э12	Электронная библиотека Российской национальной библиотеки http://leb.nir.ru/collections			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
7.3.1.1	Для проведения занятий используется MS Windows XP			
7.3.1.2	Подписка Micro-soft Imagine Premium			
7.3.1.3	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4			
7.3.1.4	Сублицензион-ный договор № Tr000150654 (подписка на 2017-2018гг)			
7.3.1.5	Сублицензион-ный договор № КИС-193-2016 (подписка на 2016-2017гг)			
7.3.1.6	Сублицензион-ный договор № КИС-108-2015 (подписка на 2015-2016гг)			
7.3.1.7	Сублицензион-ный договор № КИС-099-2014 (подписка на 2014-2015гг)			
7.3.1.8	Сублицензион-ный договор № Tr018575 (подписка на 2013-2014гг)			
7.3.1.9	MS Office 2003			
7.3.1.10	Лицензия №41449069 (бессрочная)			
7.3.1.11	AutoCAD 2007			
7.3.1.12	Свободная академическая лицензия;			
7.3.1.13	MathCAD v.14(Лицензия 9710008976346535PBB, Лицензия 7517-LN-T2, товарная накладная № 305 от 10.08.2011г;			
7.3.1.14	КОМПАС 12 LT (свободное ПО- http://kompas.ru/source/pdf/license/2014_-_licenseKOMAS-3D-LT.pdf .			
7.3.1.15				
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
7.3.2.1	http://www.fips.ru			
7.3.2.2	http://www.consultant.ru/onlain/ Договор № 207-К			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Помещения для проведения лекционных имеет 40 посадочных мест и используется Мультимедиа-проектор BenqMP620C, экран DRAPERLUMA 7070 MW.Для проведения лабораторных работ используется аудитория с 24 посадочными местами и оборудованием:Двигатель асинхронный 1-но фазный,
7.2	компьютер ПК «Формоза» Gei-346/915G – 2 шт.

7.3	плоттер HP Desigh Jet 430,
7.4	преобразователь частоты ЗАС 208-240,
7.5	принтер HP LJ-1150,
7.6	двигатель асинхронный 3-х фазный 1500 об/мин,
7.7	сканер HP Scan Jet 2400,
7.8	лаб.установки: «Сушка»,
7.9	«Псевдооживленный и неподвижный слой»,
7.10	«Вакуум-фильтр»,
7.11	«Насадочная колонна»,
7.12	«Ректификационная колонна»,
7.13	«Свободное осаждение»,
7.14	«Аппарат с мешалкой»,
7.15	преобразователь частоты ЗАС 208-240,
7.16	тепловентилятор КРТ 2000В.
7.17	Для самостоятельной работы аудитория с 20 посадочными местами с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
7.18	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основными видами занятий по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» являются аудиторные занятия: лекции, лабораторные и практические занятия. Также предусмотрена самостоятельная работа.

Указания к организации контактной (аудиторной) работы:

Изложение лекционного материала осуществляется согласно учебному пособию, доступному в электронном виде на сайте библиотеки института. Рекомендуется в случае пропуска лекционного занятия обратиться к соответствующему разделу в пособии по курсу.

Практические работы проводятся с использованием методических указаний (сборника заданий для контрольных работ), также размещенных в ЭУМКД «Процессы и аппараты химической технологии». Рекомендуется в случае пропуска практического занятия согласовать вариант комплекта заданий к практической работе с преподавателем.

Правила и приемы конспектирования лекций

Конспектирование лекций рекомендуется вести в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.

В конспекте рекомендуется записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и использовать их. В конспекте дословно рекомендуется записывать только определения понятий, категорий и т.п. Иное изложенное лектором должно быть записано своими словами. Рекомендуется выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий. В конспект рекомендуется заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые формулы, схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

Приемы работы с основной и дополнительной литературой

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Изучение литературы - процесс сложный, требующий выработки определенных навыков. Поэтому важно научиться работать с книгой. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», определяется рабочей программой дисциплины и приведен в соответствующем разделе рабочей программы дисциплины.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Самоконтроль

Самоконтроль знаний, полученных учащимися при изучении разделов (освоение теоретического материала, выполнение практических заданий) рекомендуется осуществлять с помощью оценочных средств «Контрольные вопросы» и «Тестовые

вопросы», представленных в Фонде оценочных средств и в УЭМКД «Процессы и аппараты химической технологии».

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.