

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 20.09.2023 22:00:20
Уникальный идентификатор:
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»

Факультет аграрных технологий

Кафедра Химии и физико-химических методов исследования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Л.И. Задорожная
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.О.29 Процессы и аппараты химической промышленности

по направлению подготовки
по профилю подготовки (специализации)

18.03.01 Химическая технология
Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств

квалификация (степень) выпускника
форма обучения
год начала подготовки

бакалавр
Заочная,
2023

Майкоп



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология

Составитель рабочей программы:

Учебный мастер,

(должность, ученое звание, степень)

Подписано простой ЭП
30.08.2023

(подпись)

Корсун Нина Анатольевна

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Химии и физико-химических методов исследования

(название кафедры)

Заведующий кафедрой:

01.09.2023

Подписано простой ЭП
01.09.2023

(подпись)

Попова Ангелина Алексеевна

(Ф.И.О.)

Согласовано:

Руководитель ОПОП

заведующий выпускающей
кафедрой

по направлению подготовки
(специальности)

01.09.2023

Подписано простой ЭП
01.09.2023

(подпись)

Попова Ангелина Алексеевна

(Ф.И.О.)



1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью данной дисциплины является получение знаний, которые должны быть использованы при разработке наиболее эффективных с технико-экономической точки зрения процессов производства в любых отраслях химической технологии.

Задачи изучения дисциплины включают:

- обучающие: изучение основных типовых процессов химической технологии, изучение принципов работы аппаратов и их конструктивные особенности, изучение методов расчета процессов и аппаратов для осуществления производственного цикла;
- воспитательные: сформировать средствами дисциплины научное мировоззрение, показать взаимосвязь изучаемого материала с различными областями деятельности человека, воспитать ответственное отношение к труду.
- развивающие: сформировать навыки самостоятельной работы студентов с печатными материалами, установками, демонстрационными и другими наглядными материалами, привить любовь к научно-исследовательской деятельности.



2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)

Дисциплина «Процессы и аппараты химической промышленности» входит в перечень курсов обязательной части учебного плана и является инженерной дисциплиной, представляющей собой важный раздел теоретических основ химической технологии.

Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла (математика, физика, теплотехника, химия, механика) и общепрофессионального цикла, и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.



3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ОПК-3.1	Способен освоить и применить в профессиональной деятельности представления о технологии целевого продукта в целом и каждого технологического участка
ОПК-3.2	Способен использовать основные положения и методы социальных и экономических наук при решении профессиональных задач с учетом законодательных норм в области экономики и экологии
ОПК-3.3	Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПКУВ-3.1	Проводит плановый периодический контроль технических параметров и осмотр оборудования, его плановое техническое обслуживание и ремонт
ПКУВ-3.2	Обеспечивает контроль планового технического обслуживания, ремонта и метрологического сопровождения технологического оборудования
ПКУВ-3.3	Разрабатывает и ведет документацию по эксплуатации оборудования, используемого в химико-технологическом производстве



4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

		Формы контроля (количество)	Виды занятий					Итого часов	з.е.
			Эк	Лек	Пр	КРАТ	Контроль		
Курс 3	Сем. 6	1	8	8	0.35	8.65	155	180	5



5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
	ИТОГО:	8		8		0.35	8.65	155	

5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты химической промышленности», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии. Роль отечественных ученых в развитии науки.	6			Предмет курса «Процессы и аппараты химической промышленности». Возникновение и развитие курса. Роль отечественных ученых в развитии науки. Классификация основных процессов.	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПКУВ -3.1; ПКУВ -3.2; ПКУВ -3.3;	Знать: значение дисциплины для будущей профессии, этапы и предпосылки возникновения науки, роль отечественных ученых в развитии науки; цели и задачи дисциплины. Уметь: организовать свою самостоятельную работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Слайд-лекция, Лекция-беседа
5	Раздел 2. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов химической технологии	6			Материальный и энергетический балансы. Законы переноса и принцип движущей силы. Расчет аппаратов периодического и непрерывного действия. Основы теории подобия процессов и аппаратов.	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПКУВ -3.2; ПКУВ -3.1; ПКУВ -3.3;	Знать: -принципы физического моделирования химико-технологических процессов Уметь: прогнозировать протекания химических процессов. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Слайд-лекция
5	Раздел 3. Гидромеханические процессы	8			Основные разделы гидромеханики. Свойства жидкости. Основное уравнение гидростатики. Гидродинамика. Основные характеристики движения жидкостей. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Дифференциальное уравнение движения	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПКУВ -3.1; ПКУВ -3.2; ПКУВ -3.3;	Знать: - физические свойства жидкости; - определение и классификацию жидкости; Уметь: - определять плотность, вязкость жидкости; - решать задачи. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					реальной жидкости (уравнение Навье - Стокса). Некоторые примеры практического приложения уравнения Бернулли. Применение методов теории подобия к изучению химико-технологических процессов. Коэффициент подачи. Многоступенчатое сжатие. Причины перехода на многоступенчатое сжатие. Центробежные и осевые компрессоры.			
5	Раздел 4. Тепловые процессы.	8			Способы переноса тепла. Основное уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре. Теплопроводность. Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Тепловое излучение. Законы Стефана - Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Лучистый теплообмен. Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена Фурье - Кирхгофа. Критерии	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПКУВ -3.1; ПКУВ -3.2; ПКУВ -3.3;	Знать: - Основное уравнение теплопередачи; - Способы переноса тепла - Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре Уметь: - решать задачи на заданные темы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Раздел 5 Массообменные процессы	6			<p>теплового подобия.</p> <p>Основы массопередачи. Общие понятия о массообменных процессах. Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Закон Дальтона. Закон Рауля. Равновесие при массопередаче. Коэффициент распределения. Линия равновесия. Направление процесса. Материальный баланс массообменных процессов. Рабочая линия процесса. Основное уравнение массопередачи. Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса. Модифицированные уравнения массопередачи. Высота единиц переноса. Перегонка жидкостей. Смеси жидкостей с неограниченной взаимной растворимостью. Фазовые диаграммы. Идеальные и реальные смеси. Фракционная перегонка. Материальный баланс процесса перегонки. Перегонка с дефлегмацией. Экстракция. Процессы экстракции в системе жидкость – жидкость. Равновесие в процессах экстракции. Схемы экстракции. Устройство экстракционных аппаратов.</p>	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПКУВ -3.1; ПКУВ -3.2; ПКУВ -3.3;	Знать: - Общие понятия о массообменных процессах. Виды процессов массопередачи Материальный баланс массообменных процессов Уметь: - решать задачи на заданные темы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Слайд-лекция
	ИТОГО:		8					

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
5	Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии. Роль отечественных ученых в развитии науки.	Ознакомление с различными системами единиц измерения физических величин. Выражение концентраций смесей в различных единицах измерения. Расчет технико-экономических показателей химико-технологического процесса.	10		
5	Раздел 2. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов химической технологии	Материальный и тепловой балансы химико-технологического процесса. Расчет аппаратов периодического и непрерывного действия. Законы переноса и принцип движущей силы. Расчет степени превращения реагентов в реакторах различного типа.	10		
5	Раздел 3. Гидромеханические процессы	Свойства жидкости: плотность, сжимаемость, расширение. Основной закон гидростатики. Закон Бернулли. Определение сопротивления в трубопроводах.	10		
5	Раздел 4. Тепловые процессы.	Тепловой баланс теплообменника. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок Коэффициенты теплоотдачи при теплообмене без изменения агрегатного состояния теплоносителей	10		
5	Раздел 5 Массообменные процессы	Материальный баланс при массопередаче. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Материальный и тепловой расчёты простой перегонки. Материальный и тепловой балансы ректификационной колонны.	11		
ИТОГО:				8	

Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
5	Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии. Роль отечественных ученых в развитии науки.	Возникновение и развитие курса. Значение химической технологии для развития экономики. Основные направления развития химической технологии. Поиск и анализ информации.	1-3 недели	12		
5	Раздел 2. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов химической технологии	Моделирование химических реакторов. Основы теории подобия процессов и аппаратов. Поиск и анализ информации.	4-6 недели	12		
5	Раздел 3. Гидромеханические процессы	Приборы для измерения давления и вакуума. Гидравлический удар. Истечение жидкостей. Поиск и анализ информации.	7-10 недели	12		
5	Раздел 4. Тепловые процессы.	Расчеты теплового баланса системы. Выбор оптимальной температуры ведения процесса. Способы утилизации тепловой энергии в технологических схемах производства. Устный отчет.	11-14 недели	12		
5	Раздел 5 Массообменные процессы	Мембранные процессы разделения и способы их организации Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией. Выполнение расчетно-графических заданий.	15-17 недели	11		
ИТОГО:					155	

5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

Модуль	Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Модуль 3 Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность	Сентябрь 2024, ФГБОУ ВО «МГТУ»	Роль отечественных ученых в развитии науки	Круглый стол (индивидуально-групповая)	Корсун Н.А.	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПКУВ -3.1; ПКУВ -3.2; ПКУВ -3.3;

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
Макаренков, Д.А. Процессы и аппараты химических технологий. Основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной продукции : учебное пособие / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, В.И. Баринский ; под ред. В.И. Назарова. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 211 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ЭБС Знаниум. - URL: http://znanium.com/catalog/document?id=335017 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-16-011431-6. - ISBN 978-5-16-103685-3	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+09F722
Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В.Ф. Фролов. - 4-е изд. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/97816.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 078-5-93808-348-7	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A62D
Бородулин, Д.М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. - 168 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/14388.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-89289-435-7	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A3A86
Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э.Д. Иванчина, Е.С. Чернякова, Н.С. Белинская, Е.Н. Ивашкина. - Томск : Томский политехнический университет, 2017. - 115 с. - ЭБС Знаниум. - URL: http://znanium.com/catalog/document?id=344712 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-4387-0787-5	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A04DD
66(07) Б 24 Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д.А. Баранов. - Изд. 2-е, стер. - СПб. : Лань, 2018. - 408 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБ НБ МГТУ. - URL: http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100002949 . - Режим доступа: содержание. - АУЛ: 12 экз. - Библиогр.: с. 404-405 (9 назв.). - ISBN 978-5-8114-2295-1	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+07005E
665.6(075.8) П 56 Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - Изд. 4-е, стер. - СПб. : Лань, 2018. - 604 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБ НБ МГТУ. - URL: http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100044126 . - Режим доступа: содержание. - АУЛ: 13 экз. - Библиогр.: с. 597-599 (43 назв.). - ISBN 978-5-8114-2382-8	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+07001F
Поникаров, И.И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования : учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - Москва : Альфа-М, 2010. - 382 с. : ил. - ЭБС Знаниум. - URL: http://znanium.com/go.php?id=184786 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-98281-174-5	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+03ED13
Фролов, В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : учебное пособие / Фролов В.Ф. - 2-е изд., испр. - СПб. : Химиздат, 2008. - 608 с. : ил. - ЭБС Консультант студента. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081581.html . - Режим доступа : по подписке. - ISBN 978-5-93808-158-1	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+09430D

6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Макаренков, Д.А. Процессы и аппараты химических технологий. Основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной продукции : учебное пособие / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, В.И. Баринский ; под ред. В.И.	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+09F722



Название	Ссылка
Назарова. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 211 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ЭБС Знаниум. - URL: http://znanium.com/catalog/document?id=335017 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-16-011431-6. - ISBN 978-5-16-103685-3	
Бородулин, Д.М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. - 168 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/14388.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-89289-435-7	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A3A86
Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В.Ф. Фролов. - 4-е изд. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/97816.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 078-5-93808-348-7	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0AC62D

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.



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

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласно учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	ОЗФО	

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

1. Гипотеза сплошности жидкостей.
2. Основные физические свойства жидкостей.
3. Сжимаемость жидкости.
4. Вязкость жидкости.
5. Ньютоновские и неньютоновские жидкости
6. Определение вязкости жидкости. Вискозиметр Стокса.
7. Эксплуатационные свойства рабочих жидкостей.
8. Изменение характеристик рабочих жидкостей в процессе эксплуатации
9. Силы, действующие в покоящейся жидкости.
10. Дифференциальные уравнения равновесия покоящейся жидкости.
11. Покой жидкости под действием силы тяжести.
12. Способы переноса тепла.
13. Основное уравнение теплопередачи.
14. Теплообменные аппараты. Классификация.
15. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.
16. Теплопроводность. Температурное поле и температурный градиент.
17. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.



18. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок
19. Тепловое излучение. Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
20. Материальный баланс массообменных процессов.
21. Рабочая линия процесса. Основное уравнение массопередачи.
22. Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса
23. Перегонка с дефлегмацией
24. Экстракция. Процессы экстракции в системе жидкость – жидкость.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Процессы и аппараты химической промышленности»

Классификация основных процессов химических технологий Материальный и энергетический балансы Законы переноса и принцип движущей силы Основы теории подобия процессов и аппаратов. Гидростатическое давление и его свойства Определение вязкости жидкости. Вискозиметр Стокса.

7. Эксплуатационные свойства рабочих жидкостей.
8. Изменение характеристик рабочих жидкостей в процессе эксплуатации
9. Силы, действующие в покоящейся жидкости.

Виды движения жидкостей. Покой жидкости под действием силы тяжести. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости Уравнение Бернулли для реальной жидкости Уравнение Дарси-Вейсбаха Определение и классификация насосов, типовая схема насосной установки Конструкции насосов Регулирование работы центробежных насосов Классификация компрессоров.

19. Основное уравнение теплопередачи.
20. Теплообменные аппараты. Классификация.
15. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.
16. Теплопроводность. Температурное поле и температурный градиент.
17. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
18. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок
19. Тепловое излучение. Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
20. Материальный баланс массообменных процессов.
21. Рабочая линия процесса. Основное уравнение массопередачи.
22. Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса
23. Понятие о дефлегмации. Перегонка с дефлегмацией
24. Экстракция. Процессы экстракции в системе жидкость – жидкость.
25. Устройство абсорбционных аппаратов.



26. Ректификация

27. Экстракция

28. Тепловой баланс сушилок.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Экзамен может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению преподавателя. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Экзаменационные билеты (вопросы) утверждаются на заседании кафедры и подписываются заведующим кафедрой. В билете должно содержаться не более трех вопросов. Комплект экзаменационных билетов по дисциплине должен содержать 25-30 билетов.

Экзаменатор может проставить экзамен без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали в семинарских занятиях.

Отметка «отлично» – студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Отметка «хорошо» – студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий.

Отметка «удовлетворительно» – студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Отметка «неудовлетворительно» – студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы.



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Макаренков, Д.А. Процессы и аппараты химических технологий. Основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной продукции : учебное пособие / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, В.И. Баринский ; под ред. В.И. Назарова. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 211 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ЭБС Знаниум. - URL: http://znanium.com/catalog/document?id=335017 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-16-011431-6. - ISBN 978-5-16-103685-3	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+09F722
Бородулин, Д.М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. - 168 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/14388.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-89289-435-7	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+0A3A86
Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В.Ф. Фролов. - 4-е изд. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/97816.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 078-5-93808-348-7	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+0AC62D

8.2. Дополнительная литература

Название	Ссылка
Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э.Д. Иванчина, Е.С. Чернякова, Н.С. Белинская, Е.Н. Ивашкина. - Томск : Томский политехнический университет, 2017. - 115 с. - ЭБС Знаниум. - URL: http://znanium.com/catalog/document?id=344712 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-4387-0787-5	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+0A04DD
66(07) Б 24 Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д.А. Баранов. - Изд. 2-е, стер. - СПб. : Лань, 2018. - 408 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБ НБ МГТУ. - URL: http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100002949 . - Режим доступа: содержание. - АУЛ: 12 экз. - Библиогр.: с. 404-405 (9 назв.). - ISBN 978-5-8114-2295-1	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+07005E

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". - Москва, 2011 - - URL: <http://znanium.com/catalog> (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. <http://znanium.com/catalog/> IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". - Саратов, 2010 - . - URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу



по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования.
<http://www.iprbookshop.ru/586.html> Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: <http://nlr.ru/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. "... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени." (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) <https://нэб.рф/> CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . - URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. <https://cyberleninka.ru/> ХиМиК : сайт о химии / ХиМиК.ру. – Москва, [20??]. - . - URL: <http://www.ximuk.ru/>. Текст: электронный. На сайте размещены учебные материалы по различным разделам химии, представлена химическая энциклопедия (более 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области), справочник по химическим веществам, периодическая система элементов Д.И. Менделеева со ссылкой на краткую информацию об элементах в химической энциклопедии, материалы, посвященные получению и свойствам гетероциклических соединений, энциклопедия лекарственных препаратов, фармацевтический и биохимический справочники, каталог химических компаний и предприятий и другие материалы, функционирует форум проекта. <http://www.ximuk.ru/Himhelp.ru> : Химический сервер. – [Москва], 2006. - . - URL: <https://www.himhelp.ru/>. Текст: электронный. Химический сервер образовательной направленности. Учебный материал по курсу химии: теоретические основы химии, неорганическая химия, органическая химия. Терминологический справочник. Великие ученые: краткие биографии и основные научные достижения. Справочный материал (физические свойства, константы равновесия и др.). Рефераты по химии. Материалы по химической технологии. Новости компаний, реклама. <https://www.himhelp.ru/ChemNet>. Россия : Электронная библиотека учебных материалов по химии / Российский фонд фундаментальных исследований, Химический факультет МГУ. – Москва, [19??]. - . - URL: <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>. - Текст: электронный. Электронная библиотека учебных материалов по химии представляет собой фонд публикаций, подготовленных для информационного обеспечения учебных курсов по химии для студентов и аспирантов химического и ряда других факультетов МГУ, а также абитуриентов и учащихся средней школы. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/> eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными



публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. </index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya>



9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общие вопросы организации изучения дисциплины.

На изучение дисциплины согласно учебному плану на *очной форме обучения* отводится 180 часов, из них 85,35 контактных часов, 59 часов приходится для СРС. Контактные часы подразделяются на лекции (34 часов), практические работы (51 час), и контактная работа в период аттестации (0,35 часов).

Изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, СРС. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Работа с конспектом лекций предполагает в рамках СРС просмотр конспекта (желательно в тот же день после занятий). Необходимо отметить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответ на затруднительный вопрос, используя рекомендованную литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться с материалом, необходимо сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам (в пределах времени СРС).

Программой предусмотрены практические занятия. Практические (семинарские) занятия - одна из форм аудиторных занятий, на которых студенты под руководством преподавателя приобретают необходимые умения и навыки по тому или иному разделу определенной дисциплины, входящей в учебный план. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. В традиционных технологиях на практических занятиях проводятся последовательное решение задач или выполнение упражнений с применением ранее изученного теоретического материала. В новых образовательных технологиях доминируют игровые процедуры, используются принципы моделирования, предусматривается интенсивное межличностное общение, реализуются принципы партнёрства.

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену необходимо изучить теорию: определения всех понятий и законов до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задачам из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Материалы и методические рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту преподавателем и библиотекой.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
1С Предприятие 8.3 - учебная версия Свободная лицензия
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095
Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401
Операционная система Windows Договор от 26.05.2020 № 32009117096 Договор от 17.01.2019 № 31908696765
Офисный пакет Microsoft office 2016 Договор от 26.05.2020 № 32009117096 Договор от 17.01.2019 № 31908696765

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. - Москва, 2011 - - URL: http://znanium.com/catalog (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znanium.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. - Саратов, 2010 - . - URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. - Москва, 2004 - - URL: https://нэб.рф/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, - от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов.РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации - служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населения России народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/
Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. /index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в



Название

1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2014. - . - URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. <https://cyberleninka.ru/>

ХиМиК : сайт о химии / ХиМиК.ру. - Москва, [20??]. - . - URL: <http://www.xumuk.ru/>. Текст: электронный. На сайте размещены учебные материалы по различным разделам химии, представлена химическая энциклопедия (более 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области), справочник по химическим веществам, периодическая система элементов Д.И. Менделеева со ссылкой на краткую информацию об элементах в химической энциклопедии, материалы, посвященные получению и свойствам гетероциклических соединений, энциклопедия лекарственных препаратов, фармацевтический и биохимический справочники, каталог химических компаний и предприятий и другие материалы, функционирует форум проекта. <http://www.xumuk.ru/>

Himhelp.ru : Химический сервер. - [Москва], 2006. - . - URL: <https://www.himhelp.ru/>. Текст: электронный. Химический сервер образовательной направленности. Учебный материал по курсу химии: теоретические основы химии, неорганическая химия, органическая химия. Терминологический справочник. Великие ученые: краткие биографии и основные научные достижения. Справочный материал (физические свойства, константы равновесия и др.). Рефераты по химии. Материалы по химической технологии. Новости компаний, реклама. <https://www.himhelp.ru/>

ChemNet. Россия : Электронная библиотека учебных материалов по химии / Российский фонд фундаментальных исследований, Химический факультет МГУ. - Москва, [19??]. - . - URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>. - Текст: электронный. Электронная библиотека учебных материалов по химии представляет собой фонд публикаций, подготовленных для информационного обеспечения учебных курсов по химии для студентов и аспирантов химического и ряда других факультетов МГУ, а также абитуриентов и учащихся средней школы. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>



11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лаборатория общей и неорганической химии (1-303) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Лабораторный комплекс для электрохимических измерений и гидротехнических исследований «Капелька»	

