

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Куижева Саида Казбековна
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.09.2021 16:24:36
Уникальный программный ключ:
71183e1134ef9cfa69b206d480273b31

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Факультет _____ аграрных технологий _____

Кафедра _____ химии и физико-химических методов исследования _____



Проректор по учебной работе
Л.И. Задорожная
20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.О.29 Процессы и аппараты химической промышленности

по направлению
подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология

по профилю подготовки Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств

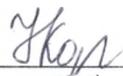
квалификация (степень)
выпускника Бакалавр

форма обучения Очная, заочная

год начала подготовки 2021

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 «Химическая технология», по профилю подготовки «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств».

Составитель рабочей программы:
Ст. преподаватель
(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

Корсун Н.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры
химии и физико-химических методов исследования
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой
«25» 08 2021г.


(подпись)

Попова А.А.
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией
факультета аграрных технологий
(где осуществляется обучение)

«25» 08 2021г.

Председатель
научно-методического
совета направления (специальности)
(где осуществляется обучение)


(подпись)

Попова А.А.
(Ф.И.О.)

Декан факультета
(где осуществляется обучение)
«25» 08 2021г.


(подпись)

Шхапацев А.К.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:
Начальник УМУ
«25» 08 2021г.


(подпись)

Чудесова Н.Н.
(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой
по направлению (специальности)


(подпись)

Попова А.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является получение знаний, которые должны быть синтетически 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 бакалавриата

Дисциплина «Процессы и аппараты химической промышленности» относится к циклу вариативной части профессионального цикла дисциплин 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) 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

В процессе освоения данной дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

- способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования (ПК-16);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания основных физич. теорий для решения возникающих физич. задач, самостоятельного приобретения физич. знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).

В результате изучения дисциплины " Процессы и аппараты химической промышленности» " студент должен

знать:

- знать основы теории переноса импульса, тепла и массы;
- принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей;
- основы теории теплопередачи;
- основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчет.);

уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов;
- основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса в соответствии с каталогами на оборудование и справочной литературой;
- уметь применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии.

владеть:

- методами механики применительно к расчетам процессов химической технологии;
- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- приемами действий в аварийных и чрезвычайных ситуациях, оказания первой помощи пострадавшим;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;
- методами определения технологических показателей процесса.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	
Контактные часы (всего)	102,35/2,84	102,35/2,84	
В том числе:			
Лекции (Л)	34/0,94	34/0,94	
Практические занятия (ПЗ)	68/1,89	68/1,89	
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)			
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,35/0,01	0,35/0,01	
Самостоятельная работа под руководством преподавателя			

(СРП)			
Самостоятельная работа (СР) (всего)	42/1,67	42/1,67	
В том числе:			
Расчетно-графические работы			
Реферат			
<i>Другие виды СР (если предусматриваются, приводится перечень видов СР)</i>			
1. Составление плана-конспекта	16/0,45	16/0,45	
2. Выполнение расчетных заданий	16/0,44	16/0,44	
3. Поиск и анализ информации	10/0,28	10/0,28	
Курсовой проект (работа)			
Контроль (всего)	35,65/0,99	35,65/0,99	
Форма промежуточной аттестации: экзамен	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость (часы/ з.е.)	180/5	180/5	

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	
Контактные часы (всего)	20,35/0,57	20,35/0,57	
В том числе:			
Лекции (Л)	6/0,17	6/0,17	
Практические занятия (ПЗ)	14/0,39	14/0,39	
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)			
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,35/0,01	0,35/0,01	
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)			
Самостоятельная работа (СР) (всего)	151/4,2	151/4,2	
В том числе:			
Расчетно-графические работы			
Реферат			
<i>Другие виды СР (если предусматриваются, приводится перечень видов СР)</i>			
1. Составление плана-конспекта	50/1,39	50/1,39	
2. Проработка учебного материала	50/1,39	50/1,39	
3. Выполнение расчетных заданий	51/1,42	51/1,42	
Курсовой проект (работа)			
Контроль (всего)	8,65/0,24	8,65/0,24	
Форма промежуточной аттестации: экзамен	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость (часы/ з.е.)	180/5	180/5	

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	КРАТ	Контроль	СР	
1.	Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии.	1-3	6/0,17	12/0,33			8/0,22	Блиц-опрос.
2.	Раздел 2. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов химической технологии	4-6	6/0,17	12/0,33			8/0,22	Блиц-опрос.
3.	Раздел 3. Гидромеханические процессы	7-10	8/0,22	16/0,44			8/0,22	Блиц-опрос.
4.	Раздел 4. Тепловые процессы.	11-14	8/0,22	16/0,44			8/0,22	Блиц-опрос.
5.	Раздел 5. Массообменные процессы	15-17	6/0,17	12/0,33			10/0,28	Блиц-опрос.
7.	Промежуточная аттестация экзамен	18						Экзамен в устной форме
	ИТОГО:		34/0,94	68/1,89	0,35/0,01	35,65/0,99	42/1,17	

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)				
		Л	ПЗ	КРАТ	Контроль	СР

7 семестр						
1.	Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии.	2/0,06	2/0,06			30/0,83
2.	Раздел 2. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов химической технологии	2/0,06	3/0,08			30/0,83
3.	Раздел 3. Гидромеханические процессы	2/0,06	3/0,08			30/0,83
4.	Раздел 4. Тепловые процессы.		3/0,08			30/0,83
5.	Раздел 5 Массообменные процессы		3/0,08			31/0,86
7.	Промежуточная аттестация экзамен					
	Итого	6/0,17	14/0,39	0,35/0,01	35,65/0,99	151/4,2

5.3. Содержание разделов дисциплины «Процессы и аппараты химической промышленности», образовательные технологии
Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудо-емкость (часы / з.е.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1	2	3	3	4	5	6	7
Тема 1	Введение. Классификация основных процессов химической технологии.	6/0,17	2/0,06	Предмет курса «Процессы и аппараты химической промышленности». Возникновение и развитие курса. Классификация основных процессов.	ОПК - 1 ПК – 16, ПК – 18, ПК – 19,	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-лекции
Тема 2	Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов химической технологии	6/0,17	2/0,06	Материальный и энергетический балансы. Законы переноса и принцип движущей силы. Расчет аппаратов периодического и непрерывного действия. Основы теории подобия процессов и аппаратов	ОПК - 1 ПК – 16, ПК – 18, ПК – 19	Знать: -принципы физического моделирования химико-технологических процессов Уметь: прогнозировать протекания химических процессов. Владеть: навыками сбора и анализа информации	
Тема 2	Гидромеханические процессы.	8/0,22	2/0,06	Основные разделы гидромеханики. Свойства жидкости. Основное уравнение гидростатики. Гидродинамика. Основные характеристики	ПК – 16, ПК – 18, ПК – 19	Знать: - физические свойства жидкости; - определение и классификацию жидкости; Уметь: - определять плотность, вязкость жидкости;	Слайд-лекции

				<p>движения жидкостей.</p> <p>Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).</p> <p>Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье - Стокса).</p> <p>Некоторые примеры практического приложения уравнения Бернулли</p> <p>Применение методов теории подобия к изучению химико-технологических процессов.</p> <p>Коэффициент подачи.</p> <p>Многоступенчатое сжатие. Причины перехода на многоступенчатое сжатие.</p> <p>Центробежные и осевые компрессоры</p>		<p>- решать задачи.</p> <p>Владеть: навыками сбора и анализа информации</p>	
Тема 3	Тепловые процессы.	8/0,22	<p>Способы переноса тепла. Основное уравнение теплопередачи.</p> <p>Теплообменные аппараты.</p> <p>Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.</p> <p>Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре</p>	ПК – 16, ПК – 18, ПК – 19	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основное уравнение теплопередачи; - Способы переноса тепла - Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи на заданные темы. <p>Владеть: навыками сбора и анализа</p>	Слайд-лекции	

				<p>Теплопроводность. Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок. Тепловое излучение. Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Лучистый теплообмен. Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена Фурье – Кирхгофа. Критерии теплового подобия.</p>		информации	
Тема 5	Массообменные процессы.	6/0,17		<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.</p>	ПК – 16, ПК – 18, ПК – 19	<p>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</p>	Слайд-лекции

				<p>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>			
	Итого	34/0,94	6/0,17				

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ раздела дисциплины	Наименование практических и семинарских занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
		ОФО	ОЗФО
Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии.	Ознакомление с различными системами единиц измерения физических величин. Выражение концентраций смесей в различных единицах измерения. Расчет технико-экономических показателей химико-технологического процесса.	12/0,33	2/0,06
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.	12/0,33	3/0,08
Раздел 3. Гидромеханические процессы	Свойства жидкости: плотность, сжимаемость, расширение. Основной закон гидростатики. Закон Бернулли. Определение сопротивления в трубопроводах.	16/0,44	3/0,08
Раздел 4. Тепловые процессы.	Тепловой баланс теплообменника. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок. Коэффициенты теплоотдачи при теплообмене без изменения агрегатного состояния теплоносителей	16/0,44	3/0,08
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.	12/0,33	3/0,08
Всего:		68/1,89	14/0,39

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5.7. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
				ОФО	ЗФО
1.	Раздел 1. Введение. Классификация основных процессов химической технологии.	Возникновение и развитие курса. Значение химической технологии для развития экономики. Основные направления развития химической технологии. Поиск и анализ информации.	1-3	8/0,22	30/0,83
2.	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	8/0,22	30/0,83
3.	Раздел 3. Гидромеханические процессы	Приборы для измерения давления и вакуума. Гидравлический удар. Истечение жидкостей. Поиск и анализ информации.	7-10	8/0,22	30/0,83
4.	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	8/0,22	30/0,83
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	10/0,28	31/0,86
Итого:				42/1,17	151/4,19

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

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. ЭБС «Консультант студента» Фролов В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии"/ В.Ф, Фролов. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. -608 с. - Режим доступа: <http://studentlibrary.ru/>
2. ЭБС «Znanium.com»Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учебное пособие / И.И.

Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/>

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 семестра согласно учебному плану)	Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
<i>ОПК-1-способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;</i>	
1,2,3,4	Математика
1,2,3,4	Физика
1,2	Общая и неорганическая химия
3,4	Аналитическая химия
5,6	Физическая химия
3,4	Органическая химия
6	Коллоидная химия
7	Электрохимия
3	Экология
4	Общая химическая технология
3	Гидравлика
5	Химическая метрология и стандартизация
7	Химия и физика твердого тела
5	<i>Процессы и аппараты химической промышленности</i>
5	Химические реакторы
7	Кинетика и катализ
7	Коррозия и защита металлов
7	Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
6	Основы проектирования и оборудование предприятий по производству биологически активных веществ, химико-фармацевтических и косметических производств
2	Технологии ресурсосбережения в производствах синтетических БАВ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
8	Технология синтетических биологически-активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
7	Химия высокомолекулярных соединений
1	Введение в специальность

1	Химия в промышленности
3	Введение в медицинскую и фармацевтическую химию
3	Спецпрактикум по органической химии
7	Фармакопейный анализ групп химико-фармацевтических препаратов
7	Основы химической фармакологии
7	Клинико-токсикологический анализ
7	Основы токсикологической химии
5	Химия и физика полимеров
5	Динамика полимеров
6	Технология готовых лекарственных форм
6	Технология БАВ, иммобилизованных на полимерных носителях
8	Химия биологически-активных веществ
8	Теоретические основы биоорганического синтеза и методы прогнозирования биологической активности органических соединений
2	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
6	Научно-исследовательская работа
8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
<i>ПК-16 - способность планировать и проводить физич. и химич. эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы матем. анализа и моделирования, теоретич. и эксперимент. исследования</i>	
1,2	Общая и неорганическая химия
3,4	Аналитическая химия
5,6	Физическая химия
3,4	Органическая химия
7	Электрохимия
5	Химия и физика твердого тела
4	Экономика
5,6	Химия окружающей среды
5	<i>Процессы и аппараты химической промышленности</i>
5	Химические реакторы
6	Кинетика и катализ
6	Моделирование химико-технологических процессов
3	Теоретическая и прикладная механика

5	Системы управления химико-технологическими процессами
6	Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
6	Основы проектирования и оборудование предприятий по производству биологически активных веществ, химико-фармацевтических и косметических производств
6	Технологии ресурсосбережения в производствах синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
7	Химия высокомолекулярных соединений
5	Методы обработки и визуализации результатов химического эксперимента
3	Защита интеллектуальной собственности
5	Статистическая физика
6	Химия и физика полимеров
7	Химия биологически-активных веществ
2	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
6	Научно-исследовательская работа
8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
<i>ПК-18 - готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</i>	
3,4	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
7	Электрохимия
5	<i>Процессы и аппараты химической промышленности</i>
6	Кинетика и катализ
7	Технология синтетических биологически-активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
5	Координационная химия
5	Химия природных соединений и основы биохимии
6	Биологический контроль окружающей среды
5	Кристаллохимия
7	Промышленная органическая химия
7	Химия косметических средств
5	Спецпрактикум по органической химии
7	Фармакопейный анализ групп химико-фармацевтических препаратов
7	Основы токсикологической химии
6	Химия биологически-активных веществ

2	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в
6	Научно-исследовательская работа
8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
<i>ПК-19 - готовность использовать знания основных физич. теорий для решения возникающих физич. задач, самостоятельного приобретения физич. знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления</i>	
5,6	Физическая химия
7	Электрохимия
5	Химия и физика твердого тела
5,6	Химия окружающей среды
5	<i>Процессы и аппараты химической промышленности</i>
5	Химические реакторы
5	Системы управления химико-технологическими процессами
6	Химия и физика полимеров
6	Научно-исследовательская работа
8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР

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

Планируемые результаты освоения компетенции (в рамках дисциплины, модуля, практики)	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<i>ОПК-1-способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;</i>					
Знать: основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин: основные понятия, законы аналитической геометрии, математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики; подходы к решению задач из основных разделов математики, а также их приложения к теоретической химии, принципы математического моделирования химических реакций; фундаментальные физические законы и теории, физическую сущность явлений и процессов в природе и технике, иметь представление о квантово-полевой физической картине мира; основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Блиц-опрос, вопросы к экзамену
Уметь: использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов в окружающем мире; использовать математический аппарат при изучении и количественном описании физических	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

процессов и явлений, а также при решении физических задач; применять математические методы обработки информации для теоретических разделов химии, анализа и моделирования химических процессов					
Владеть: системой теоретических знаний по физике; навыками решения практических задач; навыками теоретического и экспериментального исследования моделей химических процессов, навыками практического использования базовых знаний и методов математики, применять полученные теоретические знания на практике и в исследовательской деятельности	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<i>ПК-16 - способность планировать и проводить физич. и химич. эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы матем. анализа и моделирования, теоретич. и эксперимент. исследования</i>					
Знать: теоретические основы и уметь практически применять основные химические и физико-химические методы анализа; знать сущность реакций и процессов, используемых в различных отраслях химии, принципы и области использования основных методов химического анализа; основы кинетических исследований химических реакций, типы идеальных химических реакций, зависимость степени конверсии и селективности сложных реакций от типа реактора.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Блиц-опрос, вопросы к экзамену
Уметь: работать с основным аналитическим оборудованием и приборами; работать с научной и методической литературой;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

<p>проводить самостоятельный анализ конкретных аналитических объектов, включая постановку эксперимента, обработку результатов измерений, оформление отчета о проделанной работе; проводить расчеты материальных балансов простых и сложных химических реакций, проводить расчеты основных характеристик технологических процессов, находить кинетические уравнения реакций и рассчитывать константу скорости реакции, рассчитывать селективность сложной реакции в зависимости от типа реактора</p>					
<p>Владеть: методом структурных групп для расчета термодинамических характеристик органических веществ, методами расчета констант равновесия и состава равновесных смесей, методиками проведения кинетических исследований простых, последовательных и параллельных реакций. интегральными и дифференциальными методами обработки экспериментальных данных.</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	
<p>ПК-18 - готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</p>					
<p>Знать: электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий, химические свойства элементов</p>	<p>Фрагментарные знания</p>	<p>Неполные знания</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p>	<p>Сформированные систематические знания</p>	<p>Блиц-опрос, вопросы к экзамену</p>
<p>Уметь: выполнять основные химические</p>	<p>Частичные</p>	<p>Неполные</p>	<p>Умения полные,</p>	<p>Сформированные</p>	

<p>операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; объяснять полученные в ходе эксперимента результаты; применять Периодический закон и теорию строения при объяснении свойств веществ.</p>	<p>умения</p>	<p>умения</p>	<p>допускаются небольшие ошибки</p>	<p>умения</p>	
<p>Владеть: навыками подготовки и проведения химического эксперимента; теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических и органических соединений.</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	
<p>ПК-19 - готовность использовать знания основных физич. теорий для решения возникающих физич. задач, самостоятельного приобретения физич. знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления</p>					
<p>Знать: основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших физических</p>	<p>Фрагментарные знания</p>	<p>Неполные знания</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p>	<p>Сформированные систематические знания</p>	<p>Блиц-опрос, вопросы к экзамену</p>

приборов.					
Уметь: использовать знание основных физических теорий для решения возникающих физических задач.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях; применения основных методов физико-математического анализа для решения физических задач; правильной эксплуатации основных приборов и оборудования; обработки и интерпретирования результатов эксперимента; навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей для решения задач профессиональной деятельности.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

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»

1. Классификация основных процессов химических технологий
2. Материальный и энергетический балансы
3. Законы переноса и принцип движущей силы
4. Основы теории подобия процессов и аппаратов.
5. Гидростатическое давление и его свойства
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. Виды движения жидкостей.
11. Покой жидкости под действием силы тяжести.
12. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости
13. Уравнение Бернулли для реальной жидкости
14. Уравнение Дарси-Вейсбаха
15. Определение и классификация насосов, типовая схема насосной установки
16. Конструкции насосов
17. Регулирование работы центробежных насосов

18. 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

Критерии оценки знаний на экзамене

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

а) основная литература

1. Атманских, И.Н. Химическая технология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И.Н. Атманских, С.С. Нохрин, А.Р. Шарафутдинов; под ред. С.С. Нохрина. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 120 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66002.html>
2. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ю. Закгейм. - М.: Логос, 2014. - 304 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>
3. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник для студентов вузов / И.М. Кузнецова [и др.]; под ред. Х.Э. Харлампиди. - СПб.: Лань, 2018. - 448 с.

б) дополнительная литература

1. Химическая технология органических веществ. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Ю. Субочева [и др.] - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 173 с. - ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64616.html>
2. Брянкин, К. В. Общая химическая технология. Ч. 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. В. Брянкин, А. И. Леонтьева, В. С. Орехов. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 172 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64137.html>

Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет».

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>
2. Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru>
3. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
4. Научная электронная библиотека www.eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
5. Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fol2;>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

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 102,35 контактных часов, 42 часа приходится для СРС. Контактные часы подразделяются на лекции (34 часов), практические работы (68 часов), и контактная работа в период аттестации (0,35 часов). На *заочной форме обучения* изучению дисциплины согласно учебному плану отводится 180 часов, из них 20,35 контактных часов и 151 час для СРС. Контактные часы подразделяются на лекции (6 часов), практические работы (14 часов) 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 задач 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)

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Наименование программного обеспечения, производитель	Реквизиты подтверждающего документа (№ лицензии, дата приобретения, срок действия)
Microsoft Office Word 2010	Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO (14.0.6024.1000) 02260-018-0000106-48095
УП ВО	v22.4.73, от 17.11.2017
Kaspersky Anti-virus 6/0	№ лицензии 26FE-000451-5729CF81 Срок лицензии 07.02.2020
Adobe Reader 9	Бесплатно, 01.02.2019,
ОС Windows 7 Профессиональная, Microsoft Corp.	№ 00371-838-5849405-85257, 23.01.2012, бессрочный
VLC Media Player, VideoLAN	01.02.2019, свободная лицензия
7-zip.org	GNU LGPL
Inkscape - профессиональный векторный графический редактор для Linux, Windows и macOS.	Свободно распространяемое ПО GNU GENERAL PUBLIC LICENSE Version 3, 29 June 2007
Офисный пакет WPSOffice	Свободно распространяемое ПО
GIMP - растровый графический редактор для Linux, Windows	Свободно распространяемое ПО Стандартная Общественная Лицензия GNU (GNUGPL), опубликованная Фондом свободного программного обеспечения (FSF)
QGIS - географическая информационная система (ГИС) Производитель: Фонд по открытому геопространственному программному обеспечению (OSGeo)	Свободно распространяемое ПО GNU General Public License.
Autodesk AutoCAD - Профессиональное ПО для 2D и 3D проектирования Производитель: Компания Autodesk	Учебная версия
Autodesk 3D MAX - Программа для 3D-моделирования, анимации и визуализации Производитель: Компания Autodesk	Учебная версия
Oracle VM VirtualBox - программный продукт виртуализации для операционных систем Microsoft Windows, Linux, FreeBSD, macOS, Solaris/OpenSolaris, ReactOS, DOS и других Производитель: Oracle	Универсальная общедоступная лицензия GNU

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем

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

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru/>)

2. Электронная библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com>).

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

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (<http://consultant.ru>)
2. Web of Science (WoS) (<http://apps.webofknowledge.com>)
3. Научная электронная библиотека (НЭБ) (<http://www.elibrary.ru>)
4. Электронная Библиотека Диссертаций (<https://dvs.rsl.ru>)

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
Специальные помещения		
Лаборатория общей и неорганической химии кафедры химии и физико-химических методов исследования с препаратурской: а. 303, а. 304	Учебная мебель: столы, стулья, доска для письма мелом, лабораторные столы, вытяжной шкаф, мойка, справочная литература, наглядные пособия, реактивы, оборудование – весы технические, весы цифровые, автоматический титратор, магнитная мешалка, рН-метр, анализатор вольтамперметрический, центрифуга, дистиллятор, учебно-портативная гидравлическая лаборатория «Капелька»	1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение: 1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»; 2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»; 3. Офисный пакет «WPS office»; 4. Программа для работы с архивами «7zip»; 5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;
Помещения для самостоятельной работы		
В качестве помещений для самостоятельной работы может быть использован читальный зал: ул. Первомайская, 191, 3 этаж	Переносное мультимедийное оборудование, компьютеры на 15 посадочных мест, с выходом в Интернет, учебно-методической литературой.	1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение: 1. Программа для

		<p>воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;</p> <p>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;</p> <p>3. Офисный пакет «WPS office»;</p> <p>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</p> <p>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;</p>
--	--	--

Дополнения и изменения в рабочей программе

за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

для направления (специальности) _____
(номер направления (специальности))

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
(наименование кафедры)

« _____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)