

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Факультет _____ Аграрных технологий _____

Кафедра _____ Химии и физико-химических методов исследования _____



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
аграрных технологий
А.К. Шапацев

«23» 05 . 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине _____ Б1.В.06 Кинетика и катализ _____

по направлению
подготовки бакалавров _____ 18.03.01 Химическая технология _____

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

квалификация (степень)
выпускника _____ Бакалавр _____

программа подготовки _____ Академический бакалавриат _____


форма обучения _____ Очная, заочная _____

год начала подготовки _____ 2019 _____

Майкоп

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология

Составитель рабочей программы:
доцент кафедры химии и ФХМИ
кандидат педагогических наук


(подпись)

Сичко Н.О.
(Ф.И.О.)

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

Заведующий кафедрой
«21» 05 2019 г.


(подпись)

Попова А.А.
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией факультета
(где осуществляется обучение)

« » 20 г.

Председатель
научно-методического
совета специальности
(где осуществляется обучение)


(подпись)

Попова А.А.
(Ф.И.О.)

Декан факультета
(где осуществляется обучение)
«21» 05 2019 г.



(подпись)

Шхапацев А.К.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УМУ

«20» 05 2019 г.


(подпись)

Чудесова Н.Н.
(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой
по специальности


(подпись)

Попова А.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Кинетика и катализ» является углубленное изучение физико-химической сущности катализа химических реакций; изучение теорий катализа; изучение различных подходов к анализу механизма и кинетики процессов, протекающих на поверхности катализаторов; изучение особенностей гетерогенного и гомогенного катализа;

Задачами освоения дисциплины является изучение представлений об основах современного гетерогенного катализа с целью объяснения на концептуальном уровне каталитических явлений и процессов; формирование навыков использования базовых знаний для решения задач практического использования гетерогенных катализаторов в химической промышленности.

2. Место дисциплины в структуре ОП по направлению подготовки

Освоение дисциплины формирует у обучающихся компетенции, необходимые для подготовки бакалавра в соответствии с требованиями ФГОС ВО в области химических технологий. Дисциплина входит в перечень дисциплин вариативной части цикла ОП.

Она имеет предшествующие логические и содержательно-методические связи с предметами, изученными студентами в процессе освоения образовательной программы основного общего образования по предметам «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физика», «Математика», а также сопутствующие связи с дисциплиной базовой части профессионального цикла. Полученные знания имеют значения для освоения специальных технологических дисциплин в области исследования свойств синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств и использования широкого спектра методик анализа в ходе технологических процессов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Кинетика и катализ», соотношенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Дисциплина «Кинетика и катализ» направлена на формирование у студентов следующих компетенций:

ОПК-1 – способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

ПК-16 – способностью 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, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-18 - готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

В результате студент должен:

- **знать:** основные химические понятия и законы; сведения о свойствах неорганических и органических соединений; строении вещества; химическую термодинамику; а также фундаментальные понятия физики и физических явлений.

- **уметь:** планировать и выполнять несложные химические эксперименты, а также прогнозировать их результаты; обрабатывать полученные экспериментальные данные; проводить вычисления по уравнениям химических реакций, владеть методами высшей математики, в частности, интегральным и дифференциальным исчислением; работать на

лабораторных приборах и оборудовании.

- *владеть*: навыками построения каталитических моделей для описания каталитических процессов; интерпретаций результатов физико-химических исследований катализаторов для построения кинетических гипотез о возможных путях реакций.

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 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры			
		5			
Контактные часы (всего)	51,35/1,43	51,35/1,43			
В том числе:					
Лекции (Л)	17/0,47	17/0,47			
Практические занятия (ПЗ)	17/0,47	17/0,47			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	17/0,47	17/0,47			
Контактная работа в период аттестации (КРАт)	0,35/0,01	0,35/0,01			
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)					
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	21/0,58	21/0,58			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)	-	-			
Расчетно-графические работы	-	-			
Реферат	10/0,28	10/0,28			
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>					
1. Учебно-исследовательская работа.	6/0,17	6/0,17			
2. Составление плана-конспекта.	5/0,14	5/0,14			
Контроль (всего)	35,65/0,99	35,65/0,99			
Форма промежуточной аттестации:	экзамен	экзамен			
экзамен	35,65/0,99	35,65/0,99			
Общая трудоемкость	108/3	108/3			

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения
 Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры			
		7			
Контактные часы (всего)	6,35/0,18	6,35/0,18			
В том числе:					
Лекции (Л)	2/0,06	2/0,06			
Практические занятия (ПЗ)	2/0,06	2/0,06			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	2/0,06	2/0,06			
Контактная работа в период аттестации (КРАт)	0,35/0,01	0,35/0,01			
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)					
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	93/2,58	93/2,58			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)	-	-			
Расчетно-графические работы	-	-			
Реферат	10/0,27	10/0,27			
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>					
3. Учебно-исследовательская работа.	39/1,08	39/1,08			
4. Составление плана-конспекта.	44/1,22	44/1,22			
Всего (контроль)	8,65/0,24	8,65/0,24			
Форма промежуточной аттестации: экзамен	экзамен 8,65/0,24	экзамен 8,65/0,24			
Общая трудоемкость	108/3	108/3			

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	СЛЗ	КРАТ	ЛР	СРП	Контроль		СР
5 семестр										
1.	Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	1-2	2	2		2			2	Тестирование
2.	Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	3-4	2	3		3			3	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы Блиц-опрос.
3.	Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	5-6	2	2		2			3	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
4.	Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	7-8	2	2		2			3	Модуль
5.	Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	9-10	2	2		2			2	Тестирование. Блиц-опрос.
6.	Реакции в растворах	11-12				2			2	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
7.	Сопряженные и фотохимические реакции	13-14	2	2		2			2	Модуль
8.	Цепные реакции. Теория	15	2	2		2			2	Блиц-опрос. Защита

	воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв								лабораторной работы
9	Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	3	2					2	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
	Промежуточная аттестация: экзамен	17						35,65	экзамен в устной форме
	ИТОГО: 108		17	17				35,65	21

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)						
			Л	ЛР	С/ЛЗ	КРАТ	СРП	Контроль	СР
7 семестр									
1.	Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	1-2	1						10
2.	Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	3-4			1				10
3.	Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	5-6		1					10
4.	Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	7-8							10
5.	Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	9-10							10
6.	Реакции в растворах	11-12		1					10
7.	Сопряженные и фотохимические реакции	13-14							10
8.	Цепные реакции. Теория воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв	15-16	1						10
9.	Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.				1				13
10.	Промежуточная аттестация: экзамен	17-18					0,35		8,65
	ИТОГО: 108		2	2	2	0,35		8,65	93

5.3. Содержание разделов дисциплины «Кинетика и катализ», образовательные технологии

Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы/зач. ед.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
Тема 1.	Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	2/0,06		Сложные и простые реакции. Понятие о механизме реакции и элементарной стадии. Скорость реакции. Основные кинетические закономерности элементарных реакций. Молекулярность реакции. Основной постулат химической кинетики. Принцип независимости. Формальная кинетика. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Кинетические обратимые и необратимые реакции. Необратимые реакции нулевого и первого порядка. Период полупревращения и среднее время жизни в реакциях первого порядка. Необратимые реакции	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	Знать: основы химической кинетики. Уметь: обрабатывать экспериментальные данные. Владеть: основными законами физической химии и понимать основы физической химии как теоретического фундамента современной химии.	Традиционная лекция

				<p>второго и третьего порядка. Примеры. Реакции n-ого порядка. Методы определения порядка и кажущихся констант скоростей из экспериментальных данных, его достоинства и недостатки. Модификации интегрального метода. Дифференциальный метод обработки экспериментальных данных. Две модификации дифференциального метода. Сравнение интегрального и дифференциального методов.</p>			
Тема 2.	Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные	2/0,06	1/0,03	<p>Кинетика параллельных реакций 1-го, 2-го и смешанных порядков. Относительная реакционная способность соединений. Кинетическое исследование последовательных реакций 1-го порядка.</p>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	<p>Знать: классификации реакций. Уметь: рассчитывать основные кинетические характеристики химических реакций. Владеть: способами расчета порядка реакции.</p>	Традиционная лекция
Тема 3.	Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости	2/0,06		<p>Стационарный режим протекания реакции и принцип квазистационарности. Понятие о лимитирующей стадии процесса</p>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	<p>Знать: основные уравнения зависимости скорости реакции от температуры. Уметь: рассчитывать энергию</p>	Традиционная лекция

	реакции от температуры.			и принцип квазиравновесия. Зависимость скорости реакции от температуры. Температурный коэффициент. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса и его термодинамический вывод. Энергия активации и её определение из экспериментальных данных. Статистический смысл энергии активации.		активации интегральными и дифференциальными методами. Владеть: навыками экспериментатора при проведении лабораторных работ	
Тема 4.	Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	2/0,06		Теория активных соударений (ТАС). Сечение соударения. Фактор соударения. Гипотеза Аррениуса, её достоинства и недостатки. Подсчёт числа двойных соударений. Формула Траутца-Льюиса. Предэкспоненциальный множитель. Нормальные, быстрые и медленные бимолекулярные реакции. Формула Хиншельвуда. Стерический множитель. Мономолекулярные реакции в ТАС. Теория Линдемана, давление перехода. Сравнение эксперимента с теорией. Формула	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	Знать: современные теории активных соударений. Уметь: применять экспериментальные данные для сравнения с теоретическими данными. Владеть: знаниями о типах реакций.	Традиционная лекция

				Хиншельвуда. Основные недостатки теорий Линдемана и Хиншельвуда. Мономолекулярные реакции в ТАК. Понятие о современных теориях мономолекулярных реакций. Понятие о теории РРКМ. Три молекулярные реакции в ТАС.			
Тема 5.	Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	2/0,06		Поверхность потенциальной энергии в случае взаимодействия свободного атома с двухатомной молекулой. Полуэмпирический метод построения поверхностей потенциальной энергии Эйринга-Поляни (ППЭ). Энергия активации и координата реакции. Вывод основного уравнения ТАК. Термодинамическая форма основного уравнения ТАК, теплота и энтропия активации. Связь теплоты активации с экспериментальной энергией активации. Сравнение ТАК и ТАС.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	Знать: основные понятия теории активированного комплекса. Уметь: вывести основное уравнение ТАК. Владеть: основами расчета термодинамических величин.	Традиционная лекция
Тема	Реакции в растворах	2/0,06	1/0,03	Применение теорий ТАС и ТАК к	ОПК-1	Знать: как проходят реакции в	Традиционная

6.				реакциям в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Фактор активности. Реакции между ионами в растворах. Энтропийное правило и его объяснение на основе эффекта электронаправленности. Солевые эффекты.	ПК-16 ПК-18	растворах. Уметь: безопасно работать на оборудовании при проведении лабораторной работы. Владеть: знаниями о солевых эффектах.	лекция
Тема 7.	Сопряженные и фотохимические реакции	2/0,06		Сопряжённые реакции. Примеры. Атор, акцептор, индуктор. Фактор индукции. Роль химической индукции в биологических системах. Фотохимические реакции. Закон Гротгуса-Дрепера. Закон Вант-Гоффа, закон Ламберта-Бера, закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход реакции. Первичные фотохимические процессы. Механизм Штерна-Фольмера. Экспериментальное определение квантового выхода первичного процесса. Вторичные фотохимические процессы. Фотосенсибилизация.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	Знать: об обратимых, параллельных, последовательных и комбинированных реакций. Уметь: применить законы и уравнения для расчета экспериментальных данных. Владеть: навыками работы на оптическом оборудовании.	Традиционная лекция

Тема 8.	Цепные реакции. Теория воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв	2/0,06		Сложные цепные и нецепные реакции. Частота, вероятность реакции, длина цепи. Природа активных частиц. Принцип неуничтожимости свободной валентности. Примеры цепных реакций. Основные стадии цепной реакции: инициирование, продолжение и обрыв цепи. Простые (неразветвлённые) и разветвлённые цепные реакции. Стадия разветвления цепи. Формальная кинетика цепных реакций. Реакция окисления водорода как пример разветвлённой цепной реакции. Механизм и кинетика реакции. Принцип квазистационарности Н.Н. Семёнова. Теория пределов воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	Знать: стадии цепных реакций. Уметь: анализировать механизмы химических реакций. Владеть: экспериментальными методами работы в объеме лабораторного практикума	Традиционная лекция
Тема 9.	Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.			Определение понятий катализа и катализатора. Основные характерные особенности каталитических реакций. Классификация каталитических реакций. Природа действия катализаторов в системах с		Знать: основы химической кинетики и катализа, механизма химических реакций. Уметь: обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты. Владеть: информацией о	

			<p>равновесным распределением энергии. Факторы, определяющие каталитические свойства. Корреляционные соотношения Бренстеда-Поляни.</p> <p>Каталитическая активность и энергия промежуточного взаимодействия. Гомогенный катализ в растворах. Кислотно-основной катализ.</p> <p>Классификация кислот и оснований по Бренстеду и Льюису. Соотношение общего и специфического кислотно-основного катализа.</p> <p>Гетерогенный катализ.</p> <p>Промежуточное взаимодействие в гетерогенном катализе.</p> <p>Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Теории гетерогенного катализа. Мультиплетная теория А.А. Баландина. Принцип энергетического и геометрического соответствия А.А. Баландина.</p> <p>Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Температурная</p>
--	--	--	--

<p>факторах, влияющих на скорость реакции и применить эти знания на практике.</p>	
---	--

				зависимость кинетических постоянных. Уравнение Михаэлиса-Ментэн. Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и катализ.			
10		17/0,47	2/0,06				

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование семинарских занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1	Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	<i>Простые реакции. Определение порядков реакций.</i> Упражнения на составление кинетических уравнений по экспериментальным данным о скорости реакции; задачи на расчет констант скоростей и концентраций веществ в простых реакциях первого, второго и третьего порядков и на определение порядков реакций	2/0,055	
2	Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	<i>Кинетика сложных реакций.</i> Решение задач на расчет констант скоростей отдельных стадий обратимых и параллельных реакций <i>Приближенные методы кинетики.</i> Составление кинетических уравнений на основании предложенных механизмов сложных реакций.	2/0,055	1/0,03
3	Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	<i>Реакции в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения.</i> Решение задач на расчет констант скоростей реакций в потоке.	2/0,055	
4	Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	<i>Методы расчета энергии активации и предэкспоненциального множителя.</i> Графическое и аналитическое определение энергии активации и предэкспоненциального множителя по уравнению Аррениуса и методом трансформации кинетических кривых	2/0,055	
5	Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	<i>Теория химической кинетики.</i> Сравнительный анализ теории бинарных соударений и теории активированного комплекса: решение задач на расчет энтальпии и энтропии активации, константы скорости	2/0,055	
6	Реакции в растворах	<i>Кинетика гетерогенных процессов в условиях стационарного режима диффузионного потока.</i> Решение задач на расчет константы скорости диффузии с использованием	2/0,055	

		закона Фика и температурной зависимости константы скорости.		
7	Сопряженные фотохимические реакции	и Синтез аммиака. Вывод кинетического уравнения. Анализ и использование кинетического уравнения на практике.	2/0,055	
8	Цепные реакции. Теория воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв	Синтез метанола. Вывод кинетического уравнения. Анализ и использование кинетического уравнения на практике.	2/0,055	
9	Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	Решение задач на расчет констант скоростей каталитического процесса в реакциях кислотно-основного и гетерогенного катализа	1/0,027	1/0,03
	Итого		17/0,47	2/0,06

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1	Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	Изучение скорости гидролиза уксусного ангидрида методом электрической проводимости	2/0,055	
2	Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	Изучение кинетики реакции гидролиза уксусного ангидрида колориметрическим методом	2/0,055	
3	Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	Изучение кинетики реакции окисления тиомочевины и тиоацетамида гексацианоферрата (III) в щелочном растворе	2/0,055	
4	Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	Изучение кинетики окисления металлов и сплавов.	2/0,055	1/0,03
5	Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	Йодирование ацетона в кислой среде.	2/0,055	1/0,03
6	Реакции в растворах	Кинетическое разложение	4/0,1	

		перекиси водорода.		
7	Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	Гидролиз тростникового сахара в кислой среде.	3/0,83	
	ИТОГО:		17/0,47	2/0,06

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5.7. Самостоятельная работа студентов

5.7.1. Содержание и объем самостоятельной работы студентов для ОФО

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.
1. Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Методы определения порядка и кажущихся констант скоростей из экспериментальных данных, его достоинства и недостатки. Модификации интегрального метода. Дифференциальный метод обработки экспериментальных данных. Две модификации дифференциального метода. Сравнение интегрального и дифференциального методов.	1 неделя	1/0,03
2. Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	Кинетическое исследование последовательных реакций 1-го порядка.	3 неделя	1/0,03
3. Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	Энергия активации и её определение из экспериментальных данных. Статистический смысл энергии активации.	5 неделя	1/0,03
4. Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	Понятие о современных теориях мономолекулярных реакций. Понятие о теории РРКМ. Три молекулярные реакции в ТАС.	7 неделя	1/0,03

5. Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	Термодинамическая форма основного уравнения ТАК, теплота и энтропия активации. Связь теплоты активации с экспериментальной энергией активации. Сравнение ТАК и ТАС.	9 неделя	1/0,03
6. Реакции в растворах	Энтропийное правило и его объяснение на основе эффекта электронаправленности. Солевые эффекты.	11 неделя	1/0,03
7. Сопряженные и фотохимические реакции	Механизм Штерна-Фольмера. Экспериментальное определение квантового выхода первичного процесса. Вторичные фотохимические процессы.	13 неделя	2/0,055
8. Цепные реакции. Теория воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв	Реакция окисления водорода как пример разветвлённой цепной реакции. Механизм и кинетика реакции. Принцип квазистационарности Н.Н. Семёнова. Теория пределов воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв.	15 неделя	2/0,055
9. Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	Принцип энергетического и геометрического соответствия А.А. Баландина. Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Температурная зависимость кинетических постоянных. Уравнение Михаэлиса-Ментэн. Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и катализ.	17 неделя	2/0,055
10. По всем разделам курса	Написание <i>реферата</i> на одну из тем, предложенную преподавателем.	В течение семестра	5/0,14
11. Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	УИРС. Катализаторы на основе природных глини, цеолитов, ионообменных смол.	В течение семестра	2/0,055
12. Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	УИРС. Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавные и скелетные контактные массы.	В течение семестра	2/0,055
Итого			21/0,58

Примерные темы рефератов

1. Современное состояние теории гетерогенного катализа.
2. Приготовление катализаторов: теория пересыщения.

3. Нетрадиционные области применения катализа.
4. Катализ для защиты окружающей среды.
5. Современные подходы к прогнозированию каталитического действия.
6. Механизмы гетерогенного и гомогенного катализа на молекулярном уровне.
7. Автоколебательные реакции.
8. Возникновение когерентной химии.
9. Синергетика – теория самоорганизации.
10. Современные проблемы физической химии.
11. Время в химии: кинетика и динамика.
12. Экспериментальные методы химической кинетики.
13. Развитие теории цепных реакций и теплового воспламенения.
14. Методы изучения быстрых реакций.
15. Развитие экспериментальных методов изучения скорости реакций и связанные с ними успехи в развитии химической кинетики.
16. Применение в химической кинетике различных спектральных, радиоспектроскопических, масс-спектрометрических и других методов.

5.7.2. Содержание и объем самостоятельной работы студентов для ЗФО

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах/трудоёмкость в з.е.
1. Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Методы определения порядка и кажущихся констант скоростей из экспериментальных данных, его достоинства и недостатки. Модификации интегрального метода. Дифференциальный метод обработки экспериментальных данных. Две модификации дифференциального метода. Сравнение интегрального и дифференциального методов.	1 неделя	7/0,19
2. Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	Кинетическое исследование последовательных реакций 1-го порядка.	3 неделя	7/0,19
3. Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	Энергия активации и её определение из экспериментальных данных. Статистический смысл энергии активации.	5 неделя	7/0,19

4. Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	Понятие о современных теориях мономолекулярных реакций. Понятие о теории РРКМ. Три молекулярные реакции в ТАС.	7 неделя	7/0,19
5. Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	Термодинамическая форма основного уравнения ТАК, теплота и энтропия активации. Связь теплоты активации с экспериментальной энергией активации. Сравнение ТАК и ТАС.	9 неделя	7/0,19
6. Реакции в растворах	Энтропийное правило и его объяснение на основе эффекта электронаправленности. Солевые эффекты.	11 неделя	7/0,19
7. Сопряженные и фотохимические реакции	Механизм Штерна-Фольмера. Экспериментальное определение квантового выхода первичного процесса. Вторичные фотохимические процессы.	13 неделя	7/0,19
8. Цепные реакции. Теория воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв	Реакция окисления водорода как пример разветвлённой цепной реакции. Механизм и кинетика реакции. Принцип квазистационарности Н.Н. Семёнова. Теория пределов воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв.	15 неделя	6/0,17
9. Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	Принцип энергетического и геометрического соответствия А.А. Баландина. Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Температурная зависимость кинетических постоянных. Уравнение Михаэлиса-Ментэн. Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и катализ.	17 неделя	8/0,22
10. По всем разделам курса	Написание <i>реферата</i> на одну из тем, предложенную преподавателем.	В течение семестра	10/0,28
11. Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	УИРС. Катализаторы на основе природных глини, цеолитов, ионообменных смол.	В течение семестра	10/0,28
12. Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	УИРС. Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавные и скелетные контактные массы.	В течение семестра	10/0,28
Итого			93/2,58

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

6.1. Методические указания (собственные разработки)

1. **Попова, А.А. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие и практикум / [А.А. Попова и др.]. - Майкоп: Магарин О.Г., 2013. - 476 с.
2. **Попова, А.А. Физическая химия: учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. - СПб.: Лань, 2015. - 496 с.

6.2. Литература для самостоятельной работы

1. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. - СПб. : Лань, 2018. - 200 с.
2. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия. Задачник [Электронный ресурс] / А.П. Беляев [и др.]; под ред. А.П. Беляева - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 288 с. - ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428443.html>
3. Зарубин, Д.П. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.П. Зарубин. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 474 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469097>

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
ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
1,2,3,4	Математика
1,2,3,4	Физика
1,2	Общая и неорганическая химия
3,4	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
5,6	Физическая химия
3,4	Органическая химия
6	Коллоидная химия
7	Электрохимия
3	Экология
5	Общая химическая технология
5	Химическая метрология и стандартизация
7	Химия и физика твердого тела

6	Процессы и аппараты химической технологии
5	Химические реакторы
7	<i>Кинетика и катализ</i>
7	Коррозия и защита металлов
7	Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
6	Основы проектирования и оборудование предприятий химико-фармацевтических и косметических производств
6	Технологии ресурсосбережения в производствах синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
8	Технология синтетических биологически-активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
8	Химия высокомолекулярных соединений
5	Гидравлика
5	Основы проектирования и оборудование производств биологически активных веществ
3	Профессионально-ориентированный иностранный язык
3	Деловой иностранный язык
7	Фармакопейный анализ групп химико-фармацевтических препаратов
7	Основы химической фармакологии
5	Химия и физика полимеров
5	Стандартизация лекарственных средств
6	Технология готовых лекарственных форм
6	Технология биологически активных веществ, иммобилизованных на полимерных носителях
2	Инноватика
2	Управление персоналом
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 выпускной квалификационной работы
ПК-16: способностью 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, теоретического и экспериментального исследования	
1,2,3,4	Общая и неорганическая химия
1,2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
3,4	Физическая химия
5,6	Органическая химия
6	Электрохимия
7	Химия и физика твердого тела
4	Экономика
4	Химия окружающей среды

6	Процессы и аппараты химической технологии
5	Химические реакторы
7	<i>Кинетика и катализ</i>
7	Коррозия и защита металлов
8	Моделирование химико-технологических процессов
3	Теоретическая и прикладная механика
7	Системы управления химико-технологическими процессами
7	Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
6	Основы проектирования и оборудование предприятий химико-фармацевтических и косметических производств
6	Технологии ресурсосбережения в производствах синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
8	Химия высокомолекулярных соединений
3	Физические методы исследования в химии
1	Инженерная графика
5	Гидравлика
5	Основы проектирования и оборудование производств биологически активных веществ
8	Химия гетероциклов и основы молекулярной биологии
8	Химия и технология макроциклических соединений
1	Защита интеллектуальной собственности
1	Основы научных исследований и инженерного творчества
7	Статистическая физика
7	Строение молекул
5	Химия и физика полимеров
5	Стандартизация лекарственных средств
2	Инноватика
2	Управление персоналом
4	Информационные технологии в научно-производственной сфере
4	Новые IT-технологии
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 выпускной квалификационной работы
ПК-18: готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	
1,2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
7	Электрохимия
6	Процессы и аппараты химической технологии
5	Химические реакторы
7	<i>Кинетика и катализ</i>
8	Технология синтетических биологически-активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств

8	Координационная химия
8	Химия природных соединений и основы биохимии
7	Биологический контроль окружающей среды
1	Введение в специальность
1	Химия в промышленности
5	Кристаллохимия
5	Рентгеноструктурный анализ
8	Промышленная органическая химия
8	Основы биотехнологии
3	Химия косметических средств
3	Средства неотложной медицинской помощи в косметологической практике
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
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 выпускной квалификационной работы

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	
<i>ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>					
знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные математические знания	тесты, рефераты, экзамен.
уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения задач профессиональной деятельности;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности; технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования,	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

организации, самоконтроля и самооценки деятельности.					
ПК-16: способностью 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, теоретического и экспериментального исследования					
Знать: сущность химических методов анализа; основные законы и теории, применяемые в аналитической химии; физические основы измерений; навыками проведения количественного анализа в водных растворах; навыками планирования физических и химических экспериментов.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные математические знания	Тесты, рефераты, экзамен.
Уметь: 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; применять методы теоретического и экспериментального исследования; анализировать простые вещества и исследовать химические процессы с использованием стандартных методик.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками проведения количественного анализа в водных растворах; навыками планирования физических и химических экспериментов.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-18: готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности					

Знать: основные физико-химические закономерности химической термодинамики, химической кинетики и катализа в процессах технологии неорганических и органических веществ.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные матические знания	Тесты, рефераты, экзамен.
Уметь: вычислять константы равновесия химической реакции, степень превращения исходных веществ (выход продукта), теплоемкость, тепловой эффект реакции и др.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: методами определения технологических показателей процесса.	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
Примерный перечень оценочных средств, их краткая характеристика и шкала оценивания

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценивания
Текущий контроль успеваемости			
Тест	<p>Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.</p> <p>В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • закрытая форма - наиболее распространенная форма и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил; • открытая форма - вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»); • установление соответствия - в данном случае обучающемуся предлагают два 	Фонд тестовых заданий	Четырёхбалльная шкала

	<p>списка, между элементами которых следует установить соответствие;</p> <ul style="list-style-type: none"> установление последовательности - предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз. 		
Реферат	<p>Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности. Автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на её.</p> <p>Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д.</p>	Темы рефератов	Двухбальная шкала
Экзамен	<p>Экзамен по дисциплине (модулю) служит для оценки работы обучающегося в течение семестра (семестров) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении профессиональных задач.</p>	Вопросы к экзамену	Четырёхбальная шкала

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

Вопросы текущего контроля № 1

1. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции и константа скорости, их физический смысл и факторы, определяющие их величину.
2. Порядок и молекулярность реакции, причины их несовпадения. Время полупревращения.
3. Формальная кинетика простых реакций нулевого и первого порядка.
4. Формальная кинетика простых реакций второго порядка.
5. Методы определения порядка химических реакций.
6. Понятие сложных реакций. Основные закономерности протекания параллельных реакций.
7. Последовательные реакции. Примеры и основные кинетические закономерности. Лимитирующая стадия процесса.
8. Обратимые химические реакции. Особенности кинетического и термодинамического понятия обратимости. Связь равновесной концентрации продукта с константой равновесия.

Вопросы текущего контроля № 2

1. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Закон Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса.
2. Понятие энергии активации реакции.
3. Способы определения энергии активации.
4. Основные положения теории столкновений. Сущность предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса. Стерический фактор.
5. Теория переходного состояния Эйринга-Поляни.
6. Кинетика реакций в теории переходного состояния. Сущность предэкспоненциальной константы в уравнении Аррениуса.
7. Понятие цепных реакций и их классификация.
8. Простые цепные реакции, понятие и примеры. Особенности кинетики подобных реакций.
9. Вывод кинетического уравнения простой цепной реакции.
10. Особенности кинетики разветвленных цепных реакций.
11. Фотохимические процессы. Первичные и вторичные процессы, эффект Франка-Рабиновича.
12. Основные законы фотохимии. Закон фотохимической эквивалентности.
13. Понятие квантового выхода реакции. Классификация реакций по величине квантового выхода, примеры.
14. Влияние различных факторов на скорость фотохимических процессов.
15. Сенсibilизация. Особенности протекания сенсibilизированных реакций.
16. Физико-химические аспекты фотосинтеза, его значение.

Вопросы текущего контроля № 3

1. Основные понятия каталитической химии: катализ, катализатор, ингибитор, промотор.
2. Классификация каталитических процессов.
3. Гомогенный катализ. Представления о механизме каталитического действия. Энергия активации каталитического процесса.
4. Сущность кислотно-основного катализа.
5. Особенности окислительно-восстановительного катализа.
6. Металлокомплексный катализ, примеры.

7. Ферментативный катализ. Константа Михаэлиса.
8. Понятие и примеры автокаталитических реакций. Индукционный период автокаталитических реакций.
9. Гетерогенный катализ. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов.
10. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций.
11. Теории гетерогенного катализа: активных центров, мультиплетов, активных ансамблей.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Кинетика и катализ»

1. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции и константа скорости, их физический смысл и факторы, определяющие их величину.
2. Порядок и молекулярность реакции, причины их несовпадения. Время полупревращения.
3. Формальная кинетика простых реакций нулевого и первого порядка.
4. Формальная кинетика простых реакций второго порядка.
5. Методы определения порядка химических реакций.
6. Понятие сложных реакций. Основные закономерности протекания параллельных реакций.
7. Последовательные реакции. Примеры и основные кинетические закономерности. Лимитирующая стадия процесса.
8. Обратимые химические реакции. Особенности кинетического и термодинамического понятия обратимости. Связь равновесной концентрации продукта с константой равновесия.
9. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Закон Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса.
10. Понятие энергии активации реакции.
11. Способы определения энергии активации.
12. Основные положения теории столкновений. Сущность предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса. Стерический фактор.
13. Теория переходного состояния Эйринга-Поляни.
14. Кинетика реакций в теории переходного состояния. Сущность предэкспоненциальной константы в уравнении Аррениуса.
15. Понятие цепных реакций и их классификация. Цепные реакции: роль радикалов в цепных реакциях.
16. Простые цепные реакции, понятие и примеры. Особенности кинетики подобных реакций.
17. Вывод кинетического уравнения простой цепной реакции.
18. Особенности кинетики разветвленных цепных реакций.
19. Фотохимические процессы. Первичные и вторичные процессы, эффект Франка-Рабиновича.
20. Основные законы фотохимии. Закон фотохимической эквивалентности.
21. Понятие квантового выхода реакции. Классификация реакций по величине квантового выхода, примеры.
22. Влияние различных факторов на скорость фотохимических процессов.
23. Сенсбилизация. Особенности протекания сенсбилизированных ре-
24. акций.
25. Физико-химические аспекты фотосинтеза, его значение.
26. Основные понятия каталитической химии: катализ, катализатор, ингибитор, промотор.
27. Классификация каталитических процессов.

28. Гомогенный катализ. Представления о механизме каталитического действия. Энергия активации каталитического процесса.
29. Сущность кислотно-основного катализа.
30. Особенности окислительно-восстановительного катализа.
31. Металлокомплексный катализ, примеры.
32. Ферментативный катализ. Константа Михаэлиса.
33. Понятие и примеры автокаталитических реакций. Индукционный период автокаталитических реакций.
34. Гетерогенный катализ. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов.
35. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций.
36. Теории гетерогенного катализа: активных центров, мультиплетов, активных ансамблей.

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

Требования к контрольной работе

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Контрольная работа представляет собой один из видов самостоятельной работы обучающихся. По сути – это изложение ответов на определенные теоретические вопросы по учебной дисциплине, а также решение практических задач. Контрольные проводятся для того, чтобы развить у обучающихся способности к анализу научной и учебной литературы, умение обобщать, систематизировать и оценивать практический и научный материал, укреплять навыки овладения понятиями определенной науки и т.д.

При оценке контрольной работы преподаватель руководствуется следующими критериями:

- работа была выполнена автором самостоятельно;
- обучающийся подобрал достаточный список литературы, который необходим для осмысления темы контрольной работы;
- автор сумел составить логически обоснованный план, который соответствует поставленным задачам и сформулированной цели;
- обучающийся проанализировал материал;
- обучающийся сумел обосновать свою точку зрения;
- контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями;
- автор защитил контрольную работу и успешно ответил на все вопросы преподавателя.

Контрольная работа, выполненная небрежно, без соблюдения правил, предъявляемых к ее оформлению, возвращается без проверки с указанием причин. В этом случае контрольная работа выполняется повторно.

Вариант контрольной работы выдается в соответствии с порядковым номером в списке студентов.

Критерии оценки знаний при написании контрольной работы

Отметка «отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Отметка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания.

Требования к написанию доклада

Доклад – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Критерии оценивания доклада:

Оценка «отлично» выполнены все требования к написанию и защите доклада: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция,

сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» – основные требования к докладу и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к докладу. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании доклада или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно» – тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Требования к выполнению тестового задания

Тестирование является одним из основных средств формального контроля качества обучения. Это метод, основанный на стандартизированных заданиях, которые позволяют измерить психофизиологические и личностные характеристики, а также знания, умения и навыки испытуемого.

Основные принципы тестирования, следующие:

– связь с целями обучения – цели тестирования должны отвечать критериям социальной полезности и значимости, научной корректности и общественной поддержки;

– объективность – использование в педагогических измерениях этого принципа призвано не допустить субъективизма и предвзятости в процессе этих измерений;

– справедливость и гласность – одинаково доброжелательное отношение ко всем обучающимся, открытость всех этапов процесса измерений, своевременность ознакомления обучающихся с результатами измерений;

– систематичность – систематичность тестирований и самопроверок каждого учебного модуля, раздела и каждой темы; важным аспектом данного принципа является требование репрезентативного представления содержания учебного курса в содержании теста;

– гуманность и этичность – тестовые задания и процедура тестирования должны исключать нанесение какого-либо вреда обучающимся, не допускать ущемления их по национальному, этническому, материальному, расовому, территориальному, культурному и другим признакам;

Важнейшим является принцип, в соответствии с которым тесты должны быть построены по методике, обеспечивающей выполнение требований соответствующего федерального государственного образовательного стандарта.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

– закрытая форма – является наиболее распространенной и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил.

– открытая форма – вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие – части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»).

– установление соответствия – в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

– установление последовательности – предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Оценка «Отлично» выставляется при условии правильных ответов не менее, чем на 85% тестовых заданий;

Оценка «Хорошо» выставляется при условии правильных ответов не менее, чем на 70% тестовых заданий;

Оценка «Удовлетворительно» выставляется при условии правильных ответов не менее, чем на 51% тестовых заданий;

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется при условии правильных ответов менее, чем на 50% тестовых заданий.

Требования к проведению текущей аттестации

Текущий контроль по дисциплине «Кинетика и катализ» проводится в форме контрольного среза по оцениванию фактических результатов освоения материала пройденных тем дисциплины, и осуществляется ведущим преподавателем.

Текущая аттестация проводится в форме теста.

Оценивание достижений обучающегося проводится по итогам контрольного среза за текущий период с выставлением оценок в ведомости. Прохождение процедуры текущего контроля является обязательным для обучающихся по очной форме обучения. Условием допуска к промежуточной аттестации по дисциплине обучающихся по очной форме является успешное прохождение процедуры текущего контроля (оценка не ниже, чем «удовлетворительно»).

Критерии оценки знаний при проведении текущей аттестации

Оценка «Отлично» выставляется при условии правильных ответов не менее, чем на 85% тестовых заданий;

Оценка «Хорошо» выставляется при условии правильных ответов не менее, чем на 70% тестовых заданий;

Оценка «Удовлетворительно» выставляется при условии правильных ответов не менее, чем на 51% тестовых заданий;

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется при условии правильных ответов менее, чем на 50% тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

Критерии оценки знаний на экзамене

Промежуточная аттестация по дисциплине «Кинетика и катализ» проводится в соответствии с учебным планом в 5-м семестре в виде экзамена в соответствии с графиком проведения экзаменов.

Обучающиеся допускаются к экзамену по дисциплине в случае выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных программой дисциплины (для обучающихся по очной форме – успешного прохождения текущего контроля).

Экзаменационное задание представляет собой тест в электронном виде или с использованием специальных бланков. Каждый вопрос предполагает только один правильный ответ. При указании студентом двух и более ответов на один вопрос ответ считается неверным.

Тестовые задания для экзамена утверждаются на заседании кафедры и подписываются заведующим кафедрой.

При оценке знаний обучающегося на экзамене преподаватель может принимать во внимание его учебные достижения в семестровый период, результаты текущего контроля знаний. Экзаменатор может выставить оценку без тестирования тем студентам, которые досрочно выполнили все лабораторные работы и самостоятельные задания к ним.

Оценка знаний в соответствии с установленными критериями реализуется следующим образом:

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;

Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. - СПб.: Лань, 2018. - 200 с.
2. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия. Задачник [Электронный ресурс] / А.П. Беляев [и др.]; под ред. А.П. Беляева - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 288 с. - ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428443.html>
3. **Попова, А.А. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие и практикум / [А.А. Попова и др.]. - Майкоп: Магарин О.Г., 2013. - 476 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Зарубин, Д.П. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.П. Зарубин. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 474 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469097>
2. **Попова, А.А. Физическая химия: учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. - СПб.: Лань, 2015. - 496 с.

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

- Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>
- Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru>
- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Научная электронная библиотека www.eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
- Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12;>
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

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

Методические указания представляют собой комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины (модуля). В соответствии с требованиями ФГОС, большая часть времени должна отводиться на самостоятельную работу студентов, поэтому особое внимание необходимо уделить разработке для нее методических рекомендаций для самостоятельной работы студентов. Методические указания могут включать:

- краткие теоретические и учебно-методические материалы по каждой теме, позволяющие студентам ознакомиться с сущностью вопросов, изучаемых на занятии;
- вопросы, выносимые на семинарские (практические) занятия, и тексты задач, практических заданий и ситуаций, рассматриваемых на занятиях;
- учебно-методические указания к семинарским занятиям;
- учебно-методические материалы по самостоятельной работе обучающихся, методические указания по подготовке к практическим, лабораторным и семинарским занятиям, темы рефератов, эссе, групповые задания, индивидуальные творческие задания и др.;
- методические указания по выполнению лабораторных работ (практикума), а также перечень контрольных вопросов или тестовых заданий для проверки готовности студентов к выполнению лабораторных работ (практикума) и оценки приобретенных ими в процессе выполнения работы знаний и навыков;

9.1 Учебно-методические материалы по самостоятельной работе студентов.

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Формируемые компетенции	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1	2	3	4	5
Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18	Выполнение практических заданий для закрепления знаний через навыки.	Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно- методические пособия, ПК
Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно- методические пособия, ПК
Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно- методические пособия, ПК
Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно- методические пособия, ПК
Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно- методические пособия, ПК

Реакции в растворах	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Сопряженные и фотохимические реакции	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Цепные реакции. Теория воспламенения Н.Н. Семёнова. Тепловой взрыв	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК

9.2. Учебно-методические материалы по практическим (лабораторным) занятиям дисциплины

№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1		2	3	4
Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	Изучение скорости гидролиза уксусного ангидрида методом электрической проводимости	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование
Кинетика сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные	Изучение кинетики реакции гидролиза уксусного ангидрида колориметрическим методом	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование

		познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный		
Принцип квазиравновесия и квазистационарности. Зависимость скорости реакции от температуры.	Изучение кинетики реакции окисления тиомочевины и тиоацетамида гексацианоферрата (III) в щелочном растворе	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование
Теория активных соударений. Мономолекулярные реакции в ТАС.	Изучение кинетики окисления металлов и сплавов.	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование
Теория активированного комплекса. Полуэмпирический метод ППЭ Эйринга-Поляни	Йодирование ацетона в кислой среде.	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование

Реакции в растворах	Кинетическое разложение перекиси водорода.	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование
Каталитические реакции. Гомогенный, гетерогенный катализ.	Гидролиз тростникового сахара в кислой среде.	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование
Основные понятия. Кинетика простых необратимых реакций. Методы определения порядка реакции.	Изучение скорости гидролиза уксусного ангидрида методом электрической проводимости	по источнику знаний: лекции, практические работы по назначению: приобретение знаний, анализ, закрепление, проверка знаний по типу познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный	Самостоятельная работа студента, домашние задания.	Устная речь, раздаточный материал, лабораторное оборудование

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
Kaspersky Anti-virus 6/0	№ лицензии 26FE-000451-5729CF81 Срок лицензии 07.02.2020
Adobe Reader 9	Бесплатно, 01.02.2019,
K-Lite Codec Pack, Codec Guide	Бесплатно, 01.02.2019, бессрочный
ОС Windows 7 Профессиональная, Microsoft Corp.	№ 00371-838-5849405-85257, 23.01.2012, бессрочный
7-zip.org	GNU LGPL
Офисный пакет WPSOffice	Свободно распространяемое ПО


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 «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
2. 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>)
5. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru>)
6. Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>)

СОГЛАСОВАНО
С БИБЛИОТЕКОЙ МГТУ

САМУСОВА Е.Е.

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		
<p>Лаборатория аналитической химии кафедры химии, физики и физико-химических методов исследования: а. 302.</p> <p>Лаборатория общей и неорганической химии кафедры химии, физики и физико-химических методов исследования с препаратурской: а. 303, а. 304.</p>	<p>Учебная мебель: столы, стулья, доска для письма мелом; лабораторные столы, шкафы, наглядные пособия, реактивы, оборудование - весы технические, весы аналитические, автоматический титратор, роторный испаритель, магнитная мешалка, рН-метр, сушильный шкаф, ультразвуковая баня</p> <p>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, термостат, ультразвуковая баня, центрифуга, дистиллятор, потенциостат.</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение;</p> <p>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;</p> <p>3. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;</p> <p>4. Офисный пакет «WPS office»;</p> <p>5. Программа для работы с архивами «7zip»;</p> <p>6. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;</p>
Помещения для самостоятельной работы		
<p>В качестве помещений для самостоятельной работы могут быть:</p> <p>Мультимедийная лаборатория а.228, ул. Первомайская, 191, 2 этаж;</p> <p>читальный зал: ул. Первомайская, 191, 3 этаж.</p>	<p>Компьютерный класс <i>на 8 посадочных мест</i>, оснащенный компьютерами с выходом в Интернет, лабораторным оборудованием, наглядными пособиями, справочной литературой.</p> <p>Читальный зал</p> <p>Переносное мультимедийное оборудование, компьютеры <i>на 15 посадочных мест</i>, оснащенный компьютерами Pentium с выходом в Интернет, учебно-методической литературой.</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <p>1. Программа для 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
на _____ / _____ учебный год**

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

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

вносятся следующие дополнения и изменения:

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

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

(наименование кафедры)

« ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)