

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Куижева Саида Казбековна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.09.2021 13:52:03  
Уникальный программный ключ:  
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c1a975e6f

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Факультет** \_\_\_\_\_ **аграрных технологий**

**Кафедра** \_\_\_\_\_ **химии и физико-химических методов исследования**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине** \_\_\_\_\_ **Б1.О.26 Физические методы исследования в химии**

**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 04.03.01. Химия, по профилю подготовки «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность»

Составитель рабочей программы:

проф., д-р филос. наук, канд. физ-мат. наук  
(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

Беданокв Р.А.  
(Ф.И.О.)

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

Заведующий кафедрой  
«\_\_»\_\_20\_\_г.



(подпись)

Попова А.А.  
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией  
аграрного факультета

«\_\_»\_\_20\_\_г.

Председатель  
научно-методического  
совета направления



(подпись)

Попова А.А.  
(Ф.И.О.)

Декан  
аграрного факультета  
«\_\_»\_\_20\_\_г.



(подпись)

Шхапацев А.К.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:  
Начальник УМУ  
«\_\_»\_\_20\_\_г.



(подпись)

Чудесова Н.Н.  
(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой  
по направлению  
«\_\_»\_\_20\_\_г.



(подпись)

Попова А.А.  
(Ф.И.О.)

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Физические методы исследования в химии» является формирование системы знаний по основам физических методов анализа, привитие умений провести рациональный выбор способа решения конкретной аналитической задачи, приобретение навыков правильного и точного выполнения аналитических операций.

**Задачами** освоения дисциплины является:

- закрепление знаний студентов по теоретическим основам изучаемых методов, знакомство с возможностями и ограничениями методов и овладение практическими навыками исследования структуры органических соединений физическими методами
- ознакомление с современным лабораторным оборудованием и приборами, с современными достижениями отечественной и зарубежной науки и техники в области исследования органических веществ;
- развитие интеллектуальных способностей студентов и способности к логическому мышлению;

#### **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 базовой 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 «Физические методы исследования в химии», соотнесенных 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 «Физические методы исследования в химии» направлена на формирование у студентов следующих компетенций:

**ОПК-6** – владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

**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;

В результате студент должен:

- **знать:** область применения физических методов, используемых в тонком органическом синтезе;

- **уметь:** интерпретировать полученные экспериментальные данные и проводить анализ на их основе; по структурной формуле вещества предсказать в общих чертах виды и особенности его спектров, а также по предлагаемым спектрам определять структуру и

строение неизвестного вещества;

- *владеть*: теоретическими основами, справочным материалом и научными поисковыми базами данных для подтверждения и доказательства строения молекул органических и элементоорганических соединений.

#### 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 2 зачетные единицы (72 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры			
		3			
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>34,25/0,95</b>	<b>34,25/0,95</b>			
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)					
Контактная работа в период аттестации (КРАт)					
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0,25/0,007	0,25/0,007			
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)</b>	<b>37,75/1,05</b>	<b>37,75/1,05</b>			
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.	16,75/0,47	16,75/0,47			
2. Составление плана-конспекта.	11/0,31	11/0,31			
<b>Контроль (всего)</b>					
Форма промежуточной аттестации: зачет	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72/2</b>	<b>72/2</b>			

**4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения**  
 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры			
		5			
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>4,25/0,12</b>	<b>4,25/0,12</b>			
В том числе:					
Лекции (Л)	2/0,6	2/0,6			
Практические занятия (ПЗ)	2/0,6	2/0,6			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Контактная работа в период аттестации (КРАт)	0,25/0,007	0,25/0,007			
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)					
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)</b>	<b>64/1,78</b>	<b>64/1,78</b>			
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.	29/0,81	29/0,81			
4. Составление плана-конспекта.	25/0,69	25/0,69			
<b>Всего (контроль)</b>					
Форма промежуточной аттестации: <b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72/2</b>	<b>72/2</b>			

## 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	С/ПЗ	КРАТ	ЛР	СРП	Контроль	СР		
3 семестр											
1.	Электронная спектроскопия сложных молекул	1-2	2	2						4	Тестирование
2.	Колебательная спектроскопия	3-4	2	3						5	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы Блиц-опрос.
3.	Вращательная спектроскопия	5-6	2	2						5	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
4.	Колебательно-вращательная спектроскопия	7-8	2	2						5	Модуль
5.	Рефрактометрия	9-10	2	2						4	Тестирование. Блиц-опрос.
6.	Спектроскопия радиочастотной области	11-12								4	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
7.	Метод ядерного гамма-резонанса	13-14	2	2						4	Модуль
8.	Масс-спектрометрия	15	2	2						4	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
9.	Спектроскопия в области рентгеновского излучения	16	3	2						2,75	Блиц-опрос. Защита лабораторной работы
	Промежуточная аттестация: зачет	17						0,25			зачет в устной форме
	<b>ИТОГО: 72</b>		<b>17</b>	<b>17</b>				<b>0,25</b>		<b>37,75</b>	

## 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/ПЗ	КРАТ	СРП	Контроль	СР
5 семестр									
1.	Электронная спектроскопия сложных молекул	1-2							6
2.	Колебательная спектроскопия	3-4							6
3.	Вращательная спектроскопия	5-6	1						6
4.	Колебательно-вращательная спектроскопия	7-8							6
5.	Рефрактометрия	9-10			1				6
6.	Спектроскопия в радиочастотной области	11-12							6
7.	Метод ядерного гамма-резонанса	13-14			1				5
8.	Масс-спектрометрия	15-16	1						10
9.	Спектроскопия в области рентгеновского излучения	17-18							13
10.	Промежуточная аттестация: зачет					0,25		3,75	
	<b>ИТОГО: 72</b>		<b>2</b>		<b>2</b>	<b>0,25</b>		<b>3,75</b>	<b>64</b>

5.3. Содержание разделов дисциплины «Физические методы исследования в химии», 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.	Электронная спектроскопия сложных молекул	2/0,06		<p>Характеристики электронных спектров- энергия перехода, интенсивность, ширина и форма полосы поглощения. Правила отбора. Объяснение спектров сложных молекул. С позиции метода МО ЛКАО. Общие принципы метода; классификация МО по симметрии, по характеру связывания атомов. Теоретический расчёт спектра. Сила осциллятора. Отнесение электронных переходов. Типы электронных переходов в спектрах органических молекул. Хромофоры и ауксохромы. Обзор спектров различных классов соединений. Объяснение спектров</p>	ОПК-6 ПК-16	<p><b>Знать:</b> квантово-механические представления о строении вещества.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при физико-химическом анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций при использовании оптических методов анализа.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации; методикой получения практической информации, на основе имеющихся экспериментальных данных.</p>	Традиционная лекция

				<p>комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля /ТКП/. Основные положения ТКП. Действие лигандов на энергетические состояния 3d-орбиталей. Спектрохимический ряд лигандов. Три типа диаграмм Орбела, примеры их использования. Обзор спектров комплексных соединений 3d – металлов. Сравнение теорий кристаллического поля и МО ЛКАО</p>			
Тема 2.	Колебательная спектроскопия	2/0,06	1/0,03	<p>Инфракрасная спектроскопия поглощения. Колебание гармонического осциллятора с позиции классической механики: вывод уравнения потенциальной кривой, частоты колебания. Силовая постоянная связи. Результат квантово-механического рассмотрения: уравнение стационарных состояний; колебательное квантовое число; правило отбора; предполагаемый спектр гармонического осциллятора. Учёт ангармоничности колебаний.</p>	ОПК-6 ПК-16	<p><b>Знать:</b> квантово-механические представления о строении вещества.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить качественный и количественный анализ в пределах использования приемов и методик, лежащих в основе инфракрасной спектроскопии; выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации; методикой получения</p>	Традиционная лекция

			<p>Кривая Морзе. Основные колебательные переходы и обер-ПК-3 ПК-2 ПК-6 Знать квантово-механические представления о строении вещества. Уметь ин-тона, их интенсивности и энергии. Расчёт постоянной аангармоничности. «Горячие» полосы. Колебания многоатомной молекулы. Классификация нормальных колебаний по форме и симметрии. Характеристичность колебаний. Отклонение от характеристичности по частоте - мера изменения свойств данной группы атомов. Причины усложнения экспериментальных ИК-спектров – влияние физического состояния образца, растворителя, полиморфизма. Внутри- и межмолекулярных взаимодействий, резонансного взаимодействия колебаний; изотопозамещение. Принципиальная схема ИК – спектрофотометра. Приготовление образцов, Интерпретация спектров. Дальняя и ближняя ИК-области в химических исследованиях. Спектроскопия комбинационного рассеивания света. Схема</p>
--	--	--	--

<p>практической информации, на основе имеющихся экспериментальных данных.</p>	
---	--

				<p>происхождения спектров КРС. Стоксовы, антистоксовы, релеевские линии. Правила отбора. Правило альтернативного запрета. Степень деполяризации линии в спектре КРС, её зависимость от симметрии молекулы и колебания. ИК – и КРС – спектроскопия – взаимно дополняющие методы исследования строения молекул</p>			
Тема 3.	Вращательная спектроскопия	2/0,06	<p>Условия применения микроволновой спектроскопии. Модель жёсткого ротатора. Момент инерции. Уравнение энергии вращательного уровня. Вращательное квантовое число. Набор энергетических состояний. Правила отбора. Вращательная постоянная. Вид вращательного спектра двухатомной молекулы. Нежёсткий ротатор. Постоянная центробежного растяжения, её связь с силовой постоянной связи. Вращательные спектры многоатомных молекул. Линейные молекулы. Молекулы типа</p>	ОПК-6 ПК-16	<p><b>Знать:</b> квантово-механические представления о строении вещества.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить качественный и количественный анализ в пределах использования приемов и методик; выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций.</p> <p><b>Владеть:</b> методами спектроскопических исследований в микроволновой области спектра; навыками сбора и анализа информации; методикой получения</p>	Традиционная лекция	

				сферического, симметричного, асимметричного волчка. Расчет энергетических состояний симметричного волчка. Понятие эффекта Штарка		практической информации, на основе имеющихся экспериментальных данных.	
Тема 4.	Колебательно-вращательная спектроскопия	2/0,06		Параллельные и перпендикулярные колебания многоатомных молекул. Колебательно-вращательные уровни, их энергетическая диаграмма. Правила отбора. Структура P, Q, R-ветвей в спектрах молекул различной симметрии	ОПК-6 ПК-16	<b>Знать:</b> квантово-механические представления о строении вещества. <b>Уметь:</b> выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации; методикой получения практической информации, на основе имеющихся экспериментальных данных.	Традиционная лекция
Тема 5.	Рефрактометрия	2/0,06		Понятие показателя преломления света. Относительный, абсолютный показатель преломления. Зависимость от плотности, поляризуемости молекулы, от	ОПК-6 ПК-16	<b>Знать:</b> основные понятия и законы, лежащие в основе рефрактометрического метода; применение рефрактометрического метода в количественном анализе и	Традиционная лекция

				<p>температуры, давления, состава растворов, длины волны света. Относительная, средняя, удельная дисперсия. Принципиальная схема рефрактометра типа Аббе. Удельная и молярная рефракции. Групповые, связевые, атомные рефракции, структурные инкременты. Вычисление рефракции по аддитивной схеме. Экзальтация молекулярной рефракции. Определение структуры органических соединений по молекулярной рефракции и дисперсии. Вычисление рефракции растворенного вещества</p>		<p>в определении содержания полезных и вредных элементов и соединений; устройство и порядок выполнения работы на рефрактометре.</p> <p>Уметь: проводить качественный и количественный анализ в пределах использования приемов и методик, лежащих в основе рефрактометрического метода; выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при физико-химическом анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций при использовании рефрактометрического методов анализа.</p> <p>Владеть: навыками работы на рефрактометре; навыками сбора и анализа информации; методикой получения практической информации, на основе имеющихся экспериментальных данных.</p>	
Тема 6.	Спектроскопия в радиочастотной области	2/0,06	1/0,03	Метод электронного парамагнитного резонанса Спиновый и магнитный	ОПК-6 ПК-16	Знать: квантово-механические	Традиционная лекция

				<p>моменты электрона. Эффект Зеемана для неспаренного электрона.          Элементарный магнитный резонанс. Основное уравнение ЭПР.          Сверхтонкое взаимодействие и его проявление в спектре ЭПР.          Приложение метода ЭПР в химии.          Идентификация и определение концентрации парамагнитных молекул, изучение механизма и кинетики химических реакций.          Метод ядерного магнитного резонанса. Физические основы метода. Условие ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие ядер. Анализ спектров ЯМР. Протонный магнитный резонанс и его применение в органической химии, достоинства и недостатки метода.          ЯМР других магнитных ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР</p>		<p>представления о строении вещества.  <b>Уметь:</b> выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций.  <b>Владеть:</b> методами спектроскопических исследований ЭПР.</p>	
Тема 7.	Метод ядерного гамма-резонанса	2/0,06		<p>Эффект Мессбауэра. Доплеровское уширение линий и энергия отдачи.          Получение гамма-резонансных</p>	ОПК-6 ПК-16	<p><b>Знать:</b> квантово-механические представления о строении вещества.</p>	Традиционная лекция

				спектров. Возможности применения гамма-резонансной спектроскопии в химии		<p><b>Уметь:</b> выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций.</p> <p><b>Владеть:</b> методами спектроскопических исследований.</p>	
Тема 8.	Масс-спектрометрия	2/0,06		<p>Физические основы метода. Принципиальная схема масс-спектрометра. Методы ионизации. Типы ионов в масс-спектрах, разделение и регистрация ионов. Ионная область и разрешающая способность масс-спектрометра, применение метода. Идентификация веществ. Проблемы расшифровки спектров. Корреляция между молекулярной структурой и масс-спектрами. Измерение потенциалов появления ионов и определения потенциалов ионизации и энергии разрыва связей. Количественный анализ, применение ЭВМ</p>	ОПК-6 ПК-16	<p><b>Знать:</b> квантово-механические представления о строении вещества.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые при анализе; владеть техникой выполнения основных аналитических операций.</p> <p><b>Владеть:</b> методами спектроскопических исследований.</p>	Традиционная лекция

Тема 9.	Спектроскопия в области рентгеновского излучения	1/0,03		<p>Схема возникновения фотоэлектронной эмиссии в результате поглощения вакуумного ультрафиолета или рентгеновского излучения в изолированной молекуле в твердом теле. РФЛА и оже-спектроскопия. Правила отбора. Возможности УФЭС, РФЭС и РФЛА. Количественный элементный анализ. Химический сдвиг в ФЭС и установление структуры молекул. Особенности эксперимента. Достоинства и недостатки метода</p>		<p><b>Знать:</b> теорию обеспечения безопасной работы с источниками высокочастотных излучателей ЭМИ; теорию строения вещества.</p> <p><b>Уметь:</b> интерпретировать экспериментальные результаты.</p> <p><b>Владеть:</b> методами математической обработки экспериментальных данных.</p>	
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	Колебательная спектроскопия	Анализ однокомпонентных систем в инфракрасной области спектра. Метод базовой линии.	4/0,11	
2	Электронная спектроскопия сложных молекул	Количественный анализ многокомпонентных систем в молекулярно-адсорбционной спектроскопии.	4/0,11	1/0,03
3	Рефрактометрия	Определение состава бинарного раствора рефрактометрическим методом	4/0,11	1/0,03
4	Электронная спектроскопия сложных молекул	Спектрофотометрическое исследование состава цитратного комплекса железа (III)	4/0,11	
5	Вращательная спектроскопия	Определение области применимости закона Ламберта-Бера-Бугера	1/0,03	
	<b>Итого</b>		<b>17/0,47</b>	<b>2/0,06</b>

**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

№ 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.	Рефрактометрия	УИРС. Определение структурной формулы вещества.	2-5 неделя	4/0,11	5/0,14
2.	Электронная спектроскопия сложных молекул	УИРС. Спектры атомов и двухатомных молекул и определение энергии диссоциации	6-8 неделя	4/0,11	5/0,14
3.	Электронная спектроскопия сложных молекул	УИРС. Изучение рентгеновских спектров и фотографий поверхности кристаллов	9-11 неделя	4/0,11	5/0,14
4.	По всем разделам курса	Написание <i>реферата</i> на одну из тем, предложенную преподавателем.	В течение семестра	10/0,27	10/0,27
5.	Электронная спектроскопия сложных молекул	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Объяснение спектров комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля /ТКП/. Основные положения ТКП. Действие лигандов на энергетические состояния 3d-орбиталей. Спектрохимический ряд лигандов. Три типа диаграмм Оргела, примеры их использования. Обзор спектров комплексных соединений 3d – металлов. Сравнение теорий кристаллического поля и МО ЛКАО	сентябрь	2/0,06	5/0,14
6.	Колебательная спектроскопия	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Схема происхождения спектров КРС. Стоксовы, антистоксовы, ре-леевские линии. Правила отбора. Правило альтернативного запрета. Степень деполаризации линии в	сентябрь	2/0,06	5/0,14

		спектре КРС, её зависимость от симметрии молекулы и колебания. ИК – и КРС – спектроскопия – взаимно дополняющие методы исследования строения молекул			
7.	Вращательная спектроскопия	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Молекулы типа сферического, симметричного, асимметричного волчка. Расчет энергетических состояний симметричного волчка. Понятие эффекта Штарка	октябрь	2/0,06	5/0,14
8.	Колебательно-вращательная спектроскопия	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Структура P, Q, R- ветвей в спектрах молекул различной симметрии	октябрь	2/0,06	5/0,14
9.	Рефрактометрия	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Экзальтация молекулярной рефракции. Определение структуры органических соединений по молекулярной рефракции и дисперсии. Вычисление рефракции растворенного вещества	октябрь	2/0,06	5/0,14
10.	Спектроскопия радиочастотной области	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие ядер. Анализ спектров ЯМР. Протонный магнитный резонанс и его применение в органической химии, достоинства и недостатки метода. ЯМР других магнитных ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР	ноябрь	2/0,06	5/0,14
11.	Масс-спектрометрия	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Измерение потенциалов появления ионов и определения потенциалов ионизации и энергии разрыва связей. Количественный анализ,	ноябрь	2/0,06	5/0,14

		применение ЭВМ			
12.	Спектроскопия в области рентгеновского излучения	<i>Вопросы на самостоятельное изучение, составление план-конспекта:</i> Возможности УФЭС, РФЭС и РФЛА. Количественный элементный анализ. Химический сдвиг в ФЭС и установление структуры молекул. Особенности эксперимента. Достоинства и недостатки метода	ноябрь	1,75/0,05	4/0,11
13.	<b>Итого</b>			<b>37,75/1,05</b>	<b>64/1,78</b>

#### 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.

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

### 6.1. Методические указания (собственные разработки)

### 6.2. Литература для самостоятельной работы

1. \*\* Валова (Копылова), В.Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: Практикум / В.Д. Валова (Копылова), Л.Т. Абесадзе. – М.: Дашков и К, 2018. – 224с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/430532>
2. \*\*Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования: учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова; под ред. А.И. Окара. - СПб.: Лань, 2012. - 480 с.
3. \*\*Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика. В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник / Ю.Я. Харитонов. - М.: Высшая школа, 2010. - 559 с.
4. Атомно-абсорбционный анализ : учебное пособие / [А.А. Ганеев и др.]. - СПб. : Лань, 2017. - 304 с.
5. Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ Криштафович В.И., Криштафович Д.В., Еремеева Н.В. - М.: Дашков и К, 2018. - 208 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/513811>

## 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
<b>ОПК-6: владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий</b>	
6	Методы разделения и концентрирования
8	Координационная химия
3	<b>Физические методы исследования в химии</b>
8	Химия природных соединений и основы биохимии
7	Прикладная электрохимия
8	Химия гетероциклов и основы молекулярной биологии
8	Химия и технология макроциклических соединений
<b>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</b>	

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	Кинетика и катализ
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	<i>Физические методы исследования в химии</i>
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

**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><b>ОПК-6: владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий</b></i>					
<b>знать:</b> основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные математические знания	тесты, рефераты, экзамен.
<b>уметь:</b> использовать основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>владеть:</b> навыками защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<i><b>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</b></i>					
<b>Знать:</b> сущность химических методов анализа; основные законы и теории, применяемые в аналитической химии; физические основы измерений;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные математические знания	Тесты, рефераты, экзамен.

навыками проведения количественного анализа в водных растворах; навыками планирования физических и химических экспериментов.					
<b>Уметь:</b> 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	
<b>Владеть:</b> 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	

**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
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
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"> <li>• 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;</li> <li>• 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»);</li> </ul>	Фонд тестовых заданий	Четырёхбалльная шкала

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• установление соответствия - в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;</li> <li>• установление последовательности - предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.</li> </ul>		
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 к блокам

#### Блок 1. Электронная спектроскопия

1. В каких координатах необходимо представить спектр с исчерпывающей информацией?
2. Каковы общие принципы допущения метода МО ЛКАО?
3. Каким образом классифицируются МО?
4. На каком основании в некоторых учебниках приводятся укороченные энергетические диаграммы МО органических соединений?
5. Приведите примеры соединений, в ЭСП которых проявляются бато- и гипсохромное смещения полос?
6. Как с позиции теории МО ЛКАО объяснить концепцию хромофорного и ауксохромного влияния на поглощения излучения?
7. Объясните различия энергетических диаграмм МО октаэдрических комплексов, рассчитанных: а) с учётом лишь сигма-связей металл-лиганд; б) с учётом и сигма- и пи-связей металл-лиганд.
8. Какие результаты квантово-механического расчёта используются для предсказания спектров сложных молекул?
9. Какие факторы влияют на значение молярного коэффициента экстинкции?
10. Орбитали каких атомов в комплексных соединениях рассматриваются в ТКП? Нарисуйте эти орбитали.
11. Объясните тот факт, что спектр многоатомной молекулы имеет несколько полос, а не одну.

#### Блок 2. Колебательная спектроскопия

1. Каков результат рассмотрения модели гармонического осциллятора с позиции классической механики?
2. Какие характеристики двухатомной молекулы влияют на чистоту ее колебания? Напишите уравнение этой зависимости.
3. Каков результат рассмотрения модели гармонического осциллятора с позиции квантовой механики?
4. Каков результат рассмотрения модели ангармонического осциллятора с позиции квантовой механики?
5. Предскажите и сравните ИК-спектры гармонического и ангармонического осцилляторов.
6. Справедливо ли утверждение «чем больше частота колебательного перехода, тем больше его интенсивность»?
7. В чем заключается различие понятий «нормальная координата» и «естественная координата»?
8. Чем вызвана необходимость введения понятия нормальной координаты многоатомной молекулы?
9. Объясните, почему для молекул  $\text{Br}_2$ ,  $\text{O}_2$  и других гомоядерных двухатомных молекул не удаётся зарегистрировать ИК- спектр?
10. Какие классификации нормальных колебаний Вам известны? Приведите примеры.
11. Приведите примеры и сравните частоты колебаний разной формы у одной и той же группы атомов.
12. Какие факторы влияют на частоту и интенсивность полосы поглощения определённой группы атомов?

### Блок 3. Колебательно-вращательная спектроскопия

1. Какие из представленных молекул –  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$  можно исследовать методами вращательной и колебательно-вращательной спектроскопии?
2. Вычислите и нарисуйте энергетическую диаграмму вращательных уровней, в которой вращательное квантовое число равно 0, 1, 2, 3, 4.
3. Объясните факт наличия большого числа линий и прохождение интенсивности их через максимум во вращательном спектре.
4. Докажите, что симметричного волчка один момент инерции отличается от двух других одинаковых моментов инерции.
5. Имеются ли различия в колебательно-вращательных спектрах молекул  $\text{CO}_2$  и  $\text{HCN}$ ? Ответ обоснуйте.
6. У молекул  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{NO}_2$  имеется по 3 основных колебания, некоторые из них видны одновременно в ИК и КР – спектрах. Полосы  $\text{N}_2\text{O}$  имеют простой PR – контур, полосы  $\text{NO}_2$  – сложную вращательную структуру. Каково строение молекул?

### Блок 4. Рефрактометрия

1. Какие из приведённых ниже выражений относятся к абсолютному показателю преломления, какие – к относительному?
  - а) отношение синуса угла падения луча в первой среде к синусу угла падения во второй среде;
  - б) отношение угла падения луча во второй среде к углу падения в первой среде;
  - в) отношение абсолютного показателя преломления 2-го вещества к абсолютному показателю преломления 1-го вещества;
  - г) отношение скорости света в пустоте к скорости света в веществе;
  - д) отношение скорости света в первой среде к скорости света во второй среде;
  - е) произведение показателя преломления воздуха и показателя преломления вещества, измеренного по отношению к воздуху.
  - ж) произведение 1,00027 и измеренного показателя преломления исследуемого вещества.
2. Зависимость показателя преломления от длины волны называют:
  - а) рефракцией;
  - б) дисперсией
  - в) экзальтацией
  - г) поляризацией
  - д) аномалией
  - е) поляризуемостью.
3. Каковы причины наличия экзальтации молекулярной рефракции?
  - а) сопряжение связей в молекуле;
  - б) усреднение результатов расчёта по аддитивной схеме; в) ошибка эксперимента;
  - г) наличие нециклической сопряжённой системы у молекулы, конденсированных колец, сопряженных колец.
4. В каких случаях зависимость показателя преломления от состава раствора прямолинейна?
  - а) для идеальных растворов, если измерялся  $n_D$  или  $n_F$ ;
  - б) для неокрашенных растворов;
  - в) для идеальных растворов, если состав раствора выражен в объёмных долях или процентах;
  - г) для смесей жидкостей, кипящих при близких температурах.
5. Одинаково ли значение молекулярной рефракции одного и того же вещества,

вычисленное и по  $n_D$  и по  $n_F$ ?

- а) одинаково;
  - б)  $n_D$  больше  $n_F$ , т.к. F – лучи поглощаются веществом;
  - в)  $n_D$  меньше  $n_F$ , т.к. для C- лучей связевые рефракции меньше;
  - г)  $n_D$  больше  $n_F$ , имеем дело с аномальной дисперсией.
6. Что называют молекулярной дисперсией, обладает ли она свойством аддитивности?
- а) неаддитивное отклонение теоретически вычисленной молекулярной рефракции для  $20^\circ \text{C}$  от экспериментальной;
  - б) разность молекулярных рефракций для двух длин волн; аддитивна, т.к. это разность аддитивных величин;
  - в) произведение удельной дисперсии и молярной массы; аддитивно;
  - г) разность показателей преломления, вычисленная по дисперсионным формулам; аддитивна;
7. Каким образом можно получить сведения о молекулярной рефракции твёрдого вещества?
- а) измерить показатель преломления, вычислить рефракцию;
  - б) для твёрдых веществ показатель преломления практически определить нельзя;
  - в) растворить вещество, измерить  $n$  х раствора и, используя свойство аддитивности удельной рефракции раствора, зная концентрацию его, вычислить удельную рефракцию растворённого вещества, затем- молекулярную;
  - г) по показателю преломления раствора и плотности твёрдого вещества рассчитываем молекулярную рефракции, из которой вычтем молекулярную рефракцию растворителя.

### Блок 5. Масс-спектрометрия

1. В чём состоит фокусирующее действие магнитного поля анализатора в масс-спектрометре?
2. Что называется разрешающей силой масс-спектрометра и чем она определяется? Каковы пути её увеличения?
3. Что называется чувствительностью масс-спектрометра и чем она определяется? Каковы пути её увеличения?
4. На чём основана идентификация ионов в масс-спектре? 5. Как устанавливается брутто-формула вещества?
6. приведите примеры закономерностей диссоциативной ионизации органических соединений.
7. как определяются потенциалы ионизации молекул? Почему при фотоионизации точность определения потенциалов ионизации наивысшая?
8. В чём состоит различие вертикальных и адиабатических потенциалов ионизации?
9. Как определяются энергии разрыва химических связей? Какие данные нужны для их определения.

### Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

#### Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине

#### «Физические методы исследования в химии»

1. Правила отбора в ИК-спектроскопии. Обертоны.
2. Эффект Штарка.
3. Гармонические и ангармонические колебания. Силовая постоянная.

4. Комбинационное рассеяние света.
5. Спектры комбинационного рассеяния.
6. Групповые колебания.
7. Вращательная спектроскопия. Модель жесткого ротатора.
8. Гармонический осциллятор. Ангармоничность.
9. Условия появления вращательных спектров.
10. Применение ИК-спектроскопии. Метод базовой линии.
11. Эффект Зеемана для магнитных ядер.
12. ИК-спектроскопия – основные положения и правила отбора.
13. Поляризованные и деполаризованные линии в спектрах КР.
14. Обертоны в ИК-спектрах.
15. Сопоставьте возможности методов спектроскопии (электронной, колебательной, вращательной, колебательно-вращательной) в исследованиях строения молекул.
16. Блок-схема спектрометра ЯМР и принцип его действия.
17. Колебания ангармонического осциллятора.
18. Изотропное и анизотропное сверхтонкое взаимодействие.
19. Вращательный спектр жесткого ротатора.
20. Химический сдвиг в спектрах ЯМР.
21. Предсказание с позиций ТКП различия электронных спектров поглощения тетраэдрического и квадратного комплексного ионов одного и того же металла.
22. Характеристики электронных спектров многоатомных молекул.
23. Спин-спиновое взаимодействие в спектрах ЯМР.
24. Правила отбора в электронной спектроскопии поглощения.
25. Колебания многоатомных молекул.
26. Электронные спектры поглощения органических соединений.
27. Колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул.
28. Электронные спектры поглощения комплексных соединений 3d-металлов с позиций метода МО ЛКАО.
29. Колебательно-вращательные спектры многоатомных молекул.
30. Причины, вызывающие усложнение интерпретации ИК-спектров сложных молекул.
31. Эффект Зеемана для молекулы O<sub>2</sub>.
32. Расчет энергетических вращательных уровней жесткого ротатора.
33. Правила отбора в электронной спектроскопии поглощения.
34. Можно ли зарегистрировать электронные, колебательные, вращательные, колебательно-вращательные спектры поглощения молекул O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CHN, C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>. Объясните особенности спектров.
35. Эффект Зеемана для магнитных ядер.
36. Типы электронных переходов многоатомной молекулы органического соединения, их характеристики, проявления в спектрах.
37. Спектроскопия комбинационного рассеяния света
38. Объясните с позиций ТКП электронные спектры поглощения комплексных соединений.
39. Колебания гармонического осциллятора.
40. Сверхтонкое взаимодействие в спектрах ЯМР.
41. Парамагнитный и диамагнитный эффекты.
42. Колебательно-вращательные спектры многоатомных молекул.
43. Классификация нормальных колебаний многоатомной молекулы по форме и симметрии.
44. Расчет силы осциллятора электронного перехода.
45. Сопоставить правила отбора, возможности методов ИК- и КРС-спектроскопии.

46. Вращательный спектр молекулы типа симметричного волчка.  
47. Каким образом, имея ИК-спектр поглощения, вычислить частоту колебаний гармонического осциллятора и коэффициент ангармоничности?  
48. Характеристики всех типов электронных переходов в спектрах органических молекул. Факторы, влияющие на эти характеристики.

#### **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 «Физические методы в исследовании химии» 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 «Физические методы исследования в химии» проводится в соответствии с учебным планом в 3-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. \*\* Валова (Копылова), В.Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: Практикум / В.Д. Валова (Копылова), Л.Т. Абесадзе. – М.: Дашков и К, 2018. – 224с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/430532>
2. \*\*Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования: учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова; под ред. А.И. Окара. - СПб.: Лань, 2012. - 480 с.
3. Атомно-абсорбционный анализ: учебное пособие / [А.А. Ганеев и др.]. - СПб.: Лань, 2017. - 304 с.

### 8.2. Дополнительная литература

1. \*\*Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика. В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник / Ю.Я. Харитонов. - М.: Высшая школа, 2010. - 559 с.
2. Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ Криштафович В.И., Криштафович Д.В., Еремеева Н.В. - М.: Дашков и К, 2018. - 208 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/513811>

### 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](http://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/>

СОГЛАСОВАНО  
С БИБЛИОТЕКОЙ МГТУ  
/САМУСОВА Е.Е./

## 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
Электронная спектроскопия сложных молекул	ОПК-6 ПК-16	Выполнение практических заданий для закрепления знаний через навыки.	Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Колебательная спектроскопия	ОПК-6 ПК-16		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Вращательная спектроскопия	ОПК-6 ПК-16		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Колебательно-вращательная спектроскопия	ОПК-6 ПК-16		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Рефрактометрия	ОПК-6 ПК-16		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Спектроскопия	ОПК-6		Работа в библиотеке.	Учебно-

радиочастотной области	ПК-16		Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	методические пособия, ПК
Метод ядерного гамма-резонанса	ОПК-6 ПК-16		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Масс-спектрометрия	ОПК-6 ПК-16		Работа в библиотеке. Работа с электронными библиотеками и другими ресурсами	Учебно-методические пособия, ПК
Спектроскопия в области рентгеновского излучения	ОПК-6 ПК-16		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
Колебательная спектроскопия	Анализ однокомпонентных систем в инфракрасной области спектра. Метод базовой линии.	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
Электронная спектроскопия сложных молекул	Количественный анализ многокомпонентных систем в молекулярно-адсорбционной спектроскопии.	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

Рефрактометрия	Определение состава бинарного раствора рефрактометрическим методом	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
Электронная спектроскопия сложных молекул	Спектрофотометрическое исследование состава цитратного комплекса железа (III)	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
Вращательная спектроскопия	Определение области применимости закона Ламберта-Бера-Бугера	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 SPI 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./

**10. 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
<b>Специальные помещения</b>		
<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 препараторской: 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>
<b>Помещения для самостоятельной работы</b>		
<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.)