

**Минобрнауки России**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись) Василенко В.Н.  
(Ф.И.О.)  
" 25 " мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теоретические и экспериментальные методы**  
**исследования веществ**  
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки  
**18.04.01 – Химическая технология**  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность (профиль) подготовки  
**Химическая технология неорганических веществ**  
(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**  
(Бакалавр/Специалист/Магистр)

## 1. Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производство продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производство химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов; нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности:  
*научно-исследовательского типа*

- постановка и формулирование задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- разработка программ и выполнение научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций;
- подготовка научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 18.04.01 – Химическая технология

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компет енции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 <sub>ПКв-4</sub> - Осуществляет поиск, обработку и анализ научно-технической информации по заданной тематике; ИД2 <sub>ПКв-4</sub> - Проводит научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулирует выводы и рекомендации к внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ПКв-4</sub> - Осуществляет поиск, обработку и анализ научно-технической информации по заданной тематике;	Знает: теоретические основы используемых методов исследования, области применения и точность; общие принципы проведения эксперимента при использовании конкретного физико-химического метода
	Умеет: пользоваться современными базами данных спектральных характеристик веществ
	Владеет: выбором метода (методов) исследования для конкретного вещества и конкретной задачи
ИД2 <sub>ПКв-4</sub> - Проводит научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулирует выводы и рекомендации к внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	Знает: современные физико-химические методы исследования, используемые для качественного и количественного определения неорганических веществ;
	Умеет: пользоваться современными компьютерными программами: для расчета параметров молекул, расчета УФ- и ИК-спектров; оформлять результаты экспериментов
	Владеет: методами интерпретации экспериментальных данных

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений*. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин бакалавриата 18.03.01 Химическая технология.

Дисциплина является предшествующей для *изучения последующих дисциплин, практик: Тонкий неорганический синтез; Кристаллохимия; Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Производственная практика, научно-исследовательская работа; Производственная практика, преддипломная практика; подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты*

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. ч.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	54,05	54,05
Лекции	17	17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические/лабораторные занятия	34	34
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	34	34
Консультации текущие	0,85	0,85
Консультации перед экзаменом	2	2
<b>Вид аттестации (зачет/экзамен)</b>	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	92,15	92,15
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	52,15	52,15
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	20	20
Электронная презентация	12	12
Подготовка к решению кейс-задачи	8	8
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### 5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, ак.ч
1	Классификация методов анализа. Теоретические основы спектральных	Прямая и обратная задачи методов. Корректно и некорректно поставленные задачи. Классификация физических методов. Теоретические основы спектральных методов анализа	36

	методов анализа		
2	Абсорбционные оптические методы. Спектрофотометрия, Фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. КР-спектроскопия	Абсорбционные оптические методы Атомно-абсорбционный анализ. Люминесцентный анализ. Молекулярно-абсорбционный анализ: колориметрия, спектрофотометрия, фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. КР-спектроскопия. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Частоты и формы нормальных колебаний молекул.	68
3	Рентгеноструктурный анализ	Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновских спектров. Значение рентгеновских методов исследования неорганических веществ. Строение химической связи. Классификация рентгеновских методов анализа.	21
4	Масс-спектроскопия	Масс-спектроскопия Общие положения метода масс-спектрометрии. Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров.	16,15
		<i>Консультации текущие</i>	0,85
		<i>Консультации перед экзаменом</i>	2
		<i>Зачет, экзамен</i>	0,2

\*в форме практической подготовки

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	Практические/лабораторные занятия, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Классификация методов анализа. Теоретические основы спектральных методов анализа	4	8	24
2	Абсорбционные оптические методы. Спектрофотометрия, Фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. КР-спектроскопия	8	16	44
3	Рентгеноструктурный анализ	2	6	13
4	Масс-спектроскопия	3	2	11,15
	<i>Консультации текущие</i>		0,85	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2	
	<i>Зачет, экзамен</i>		0,2	

\*в форме практической подготовки

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Классификация методов анализа. Теоретические основы спектральных методов анализа	Прямая и обратная задачи методов. Корректно и некорректно поставленные задачи. Классификация физических методов. Теоретические основы спектральных методов анализа	2 2
2	Абсорбционные оптические методы. Спектрофотометрия, Фотоколориметрия. ИК-	Абсорбционные оптические методы Атомно-абсорбционный анализ. Люминесцентный анализ. Молекулярно-абсорбционный анализ:	2

	спектроскопия. КР-спектроскопия	колориметрия, спектрофотометрия, фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. КР-спектроскопия. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Частоты и формы нормальных колебаний молекул.	2  2  2
3	Рентгеноструктурный анализ	Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновских спектров. Значение рентгеновских методов исследования неорганических веществ. Строение химической связи. Классификация рентгеновских методов анализа.	2
4	Масс-спектроскопия	Масс-спектроскопия Общие положения метода масс-спектрометрии. Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров.	3

\*в форме практической подготовки

## 5.2.2 Практические занятия (семинары) *не предусмотрены*

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
1	Классификация методов анализа. Теоретические основы спектральных методов анализа	Техника безопасности. Теоретические основы спектральных методов исследования.	4*
		Определение калия, натрия и кальция в водном растворе методом атомной эмиссионной спектроскопии (пламенной фотометрии)	4*
2	Абсорбционные оптические методы. Спектрофотометрия, Фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. КР-спектроскопия	Спектрофотометрическое определение перманганата калия и дихромата калия при совместном присутствии.	4*
		Спектрофотометрическое определение железа (II) и железа (III) в воде по сульфосалицилатным комплексам.	4*
		Определение состава комплексного соединения методом изомолярных серий	4*
		Синтез сульфата тетрааминмеди (II) И качественный анализ с использованием ИК-спектроскопии.	4*
3	Рентгеноструктурный анализ	Расчет и расшифровка рентгенограмм. Определение формы и размеров элементарной кристаллической ячейки монокристалла и размещение атомов внутри этой ячейки. Расчет рентгенограммы вращения. Определение периодов идентичности и типа решетки Бравэ.	6*
4	Масс-спектроскопия	Расшифровка масс-спектрограмм. Обработка результатов дифференциально-термического анализа с данными масс-спектрографа.	2*

\*в форме практической подготовки

## 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	Классификация методов анализа. Теоретические основы спектральных методов анализа	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	12
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	6
		Электронная презентация	4
		Подготовка к решению кейс-задачи	2
2	Абсорбционные оптические методы. Спектрофотометрия, Фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. КР-спектроскопия	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	24
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	10
		Электронная презентация	4
		Подготовка к решению кейс-задачи	6
3	Рентгеноструктурный анализ	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	8
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3
		Электронная презентация	2
4	Масс-спектроскопия	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	8,15
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3
		Электронная презентация	2

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : учебник для студ. вузов (гриф Пр.) : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. А. Ищенко. - М. : Академия, 2014. - 352 с.

2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия [Текст] : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. Аналитика 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с.

3. Алов, Н. В., Барбалатов, Ю. А., Гармаш, А. В., Дорохова, Е. Н., Долманова, И. Ф. Основы аналитической химии [Текст] : в 2 т. : учебник для студ. химич. спец. вузов (гриф МО). Т. 1 / Т. А. Большова [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012. - 384 с.

### 6.2 Дополнительная литература

4. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ [Электронный ресурс] : [учебное издание] / Булатов М. И., Ганеев А. А., Дробышев А. И., Ермаков С. С., Калинин И. П., Москвин Л. Н., Немец В. М., Семенов В. Г., Чижик В. И., Якимова Н. М. - Издательство "Лань", 2021. - 584 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/146616>

5. Ганеев А. А., Шолупов С. Е., Пупышев А. А., Большаков А. А. [Электронный ресурс] : Атомно-абсорбционный анализ, М. - Издательство "Лань", 2021. - 304 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167908?category=3866>

6. Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. [Электронный ресурс] : Спектральные методы анализа. Практическое руководство М. - Издательство "Лань", 2021. - 416 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168677?category=3866>

7. Фомичев В. В. Электронная спектроскопия и ее применение в химических исследованиях Фомичев В. В. Издательство МИРЭА - Российский технологический университет, 2020.- 54 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/163909>

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. – Режим доступа : <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

Теорические и экспериментальные методы исследования веществ. Учебное пособие для самостоятельной работы [Электронный ресурс]: Учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению 18.04.01 – «Химическая технология» / Плотникова С.Е., Нифталиев С.И.; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж, 2015. - 52 с.

Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/>

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru/">http://www.window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов	<a href="http://www.ict.edu.ru/">http://www.ict.edu.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsuet.ru">http://education.vsuet.ru</a>

### **6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Тестовые задания в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsuet.ru/>

2. Использование системы «Диагностическое тестирование»; «Интернет-тренажеры» в режимах: обучение, самоконтроль с ключом доступа к системе «Интернет-тренажеры» дисциплин ВО; контроль преподавателя по дидактическим

единицам дисциплины на сайте Интернет-тестирование в сфере образования <http://www.i-exam.ru/>

3. Информационная справочная система. Портал фундаментального химического образования ChemNet. Химическая информационная сеть: Наука, образование, технологии <http://www.chemnet.ru>

4. Информационная справочная система. Сайт о химии. Неорганическая химия. <http://www.xumuk.ru/nekrasov>

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – Microsoft Windows XP; Microsoft Windows 2008 R2 Server; Microsoft Office 2007 Professional 07.**

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Необходимый для реализации образовательной программы перечень материально-технического обеспечения включает:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеющие выход в Интернет);
- помещения для проведения семинарских, лабораторных и практических занятий (оборудованные учебной мебелью);
- библиотеку (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет);
- компьютерные классы.

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsu.ru>.

### Аудитории для проведения занятий лекционного типа

Учебная аудитория №37 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной и итоговой аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса на 150 мест Проектор Epson EB-955WH белый Микшерный пульт с USB-интерфейсом Behringer Xenyx X1204USB Активная акустическая система Behringer B112D Eurolive Акустическая стойка Tempo SPS-280 Комплект из 3 микрофонов в кейсе Behringer XM1800S Ultravoice Микрофонная стойка Proel RSM180 15.6" Ноутбук Acer Extensa EX2520G-51P0 черный Веб-камера Logitech ConferenceCam BCC950 (USB) Экран с электроприводом CLASSIC SOLUTION Classic Lyra (16:9) 308x220	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  AdobeReaderXI(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
--	---	--

Для проведения практических, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в распоряжении кафедры имеется:

Учебная аудитория № 020 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой	Комплект мебели для учебного процесса Экран проекционный Мультимедийный проектор BenQMW 519 Ноутбук IntelCore 2–1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы.	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#47881748 от
---	--	---



аттестации.	Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя.	24.12.2010г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  AdobeReaderXI (бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Учебная аудитория № 025 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Печь муфельная ЭКПС 10-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 027 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный ШС-80-01-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 029 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный тип. 23 151- 1 шт, Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 016 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Магнитная мешалка типа ММ-4- 1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 022 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Акводистиллятор ДЭ-15-1 шт, Термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет

#### Аудитория для самостоятельной работы студентов

Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 033.	Комплект мебели для учебного процесса Кондуктометр DDS-11C (COND-51) – 1 шт., Весы НСВ 123 – 1 шт.,	Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
---	---	---

	<p>Весы ВК-300.1 – 1 шт.,          Весы аналитические          HR-250 AZG          Водонепроницаемый стандартный          погружной/проникающий зонд тип          TD=5 – 2 шт.,          Компьютер CeleronD 320-1 шт,          Высокотемпературный          измерительный прибор с памятью          данных Testo 735-2 – 1 шт., Ионномер          И-160МИ 0-14рН(рХ) – 1 шт.,          Источник питания постоянного тока          АКИП Б5.30/10 – 1 шт.,          Спектрофотометр ПЭ-5300 В– 1 шт.,          Компьютер IntelCore 2DuoE7300-1          шт., Микроскоп Ievenhuk – 1 шт;          Сосуд криобиологический          (Дьюра) X-40-СКП;          Прибор рН-метр РНер-4 – 1 шт.          Плакаты, наглядные пособия, схемы.          Рабочие места по количеству          обучающихся.          Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Office 2010 Microsoft          Office 2010 Russian Academic          OPEN 1 License No Level          #47881748 от 24.12.2010 г.  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>AdobeReaderXI (бесплатное          ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a></p>
<p>Кабинет для          самостоятельной          работы          обучающихся № 39.</p>	<p>Комплект мебели для учебного          процесса          Компьютер          CeleronD 2.8 -3 шт.          Персональный компьютер          IntelCore 2 –1 шт.          Плакаты, наглядные пособия, схемы.          Рабочие места по количеству          обучающихся.          Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Open License          Microsoft WindowsXP          Academic OPEN No Level          #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>Microsoft Office 2010 Microsoft          Office 2010 Russian Academic          OPEN 1 License No Level          #47881748 от 24.12.2010 г.  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>AdobeReaderXI (бесплатное          ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a></p>
<p>Кабинет для          самостоятельной          работы          обучающихся № 024.</p>	<p>Комплект мебели для учебного          процесса,          Микроколориметр МИД-200-1 шт          Плакаты, наглядные пособия, схемы.          Рабочие места по количеству          обучающихся.          Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Читальные залы библиотеки.	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.	<p>Microsoft Office Professional Plus 2010  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г.  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>Microsoft Windows XP, Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>.</p> <p>AdobeReader XI, (бесплатное ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html</a></p>
----------------------------	--	--

**Помещение для хранения реактивов, химической посуды и обслуживания лабораторных занятий по органической химии**

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования <b>№ 031</b>	Ноутбук LenovoG 575 – 1 шт, Ph-метр PH-150 МИ – 1 шт, Холодильник NORD- 1 шт, Ксерокс XeroxWorkCentre 3119- 1шт.	<p>Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г.  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>AdobeReaderXI (бесплатное ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a></p>
---	---	---

**8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Всего академических часов</b>	<b>Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч</b>
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	21,5	21,5
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические/лабораторные занятия	13	13
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	13	13
Консультации текущие	0,3	0,3
Консультации перед экзаменом	2	2
<b>Вид аттестации (зачет/экзамен)</b>	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	124,7	124,7
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	53,9	53,9
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	15	15
Электронная презентация	12	12
Подготовка к решению кейс-задачи	8	8
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	33,8	33,8

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения модуля направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 <sub>ПКв-4</sub> - Осуществляет поиск, обработку и анализ научно-технической информации по заданной тематике;
		ИД2 <sub>ПКв-4</sub> - Проводит научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулирует выводы и рекомендации к внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать** теоретические основы используемых методов исследования, области применения и точность; общие принципы проведения эксперимента при использовании конкретного физико-химического метода; современные физико-химические методы исследования, используемые для качественного и количественного определения неорганических веществ;

**Уметь** пользоваться современными базами данных спектральных характеристик веществ; пользоваться современными компьютерными программами для расчета параметров молекул, расчета УФ- и ИК-спектров; оформлять результаты экспериментов

**Владеть:** выбором метода (методов) исследования для конкретного вещества и конкретной задачи; методами интерпретации экспериментальных данных

**Содержание разделов дисциплины.** Прямая и обратная задачи методов. Корректно и некорректно поставленные задачи. Классификация физических методов. Теоретические основы спектральных методов анализа

Абсорбционные оптические методы Атомно-абсорбционный анализ. Люминесцентный анализ. Молекулярно-абсорбционный анализ: колориметрия, спектрофотометрия, фотоколориметрия. ИК-спектроскопия. КР-спектроскопия. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Частоты и формы нормальных колебаний молекул.

Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновских спектров. Значение рентгеновских методов исследования неорганических веществ. Строение химической связи. Классификация рентгеновских методов анализа.

Масс-спектроскопия Общие положения метода масс-спектрометрии. Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Теоретические и экспериментальные методы исследования веществ

Направление подготовки

**18. 04.01 – Химическая технология**

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 <sub>ПКв-4</sub> - Осуществляет поиск, обработку и анализ научно-технической информации по заданной тематике;
			ИД2 <sub>ПКв-4</sub> - Проводит научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулирует выводы и рекомендации к внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ПКв-4</sub> - Осуществляет поиск, обработку и анализ научно-технической информации по заданной тематике;	Знает: теоретические основы используемых методов исследования, области применения и точность; общие принципы проведения эксперимента при использовании конкретного физико-химического метода
	Умеет: пользоваться современными базами данных спектральных характеристик веществ
	Владеет: выбором метода (методов) исследования для конкретного вещества и конкретной задачи
ИД2 <sub>ПКв-4</sub> - Проводит научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулирует выводы и рекомендации к внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	Знает: современные физико-химические методы исследования, используемые для качественного и количественного определения неорганических веществ;
	Умеет: пользоваться современными компьютерными программами для расчета параметров молекул, расчета УФ- и ИК-спектров; оформлять результаты экспериментов
	Владеет: методами интерпретации экспериментальных данных

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Классификация методов анализа. Теоретические основы спектральных методов анализа	ПКв-4	Банк тестовых заданий	67-70	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	1-8, 45-49	Собеседование с преподавателем
			Электронная презентация	83-85, 87-94	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	99-105	Проверка преподавателем
2.	Абсорбционные оптические методы. Спектрофотометрия, Фотоколориметрия. ИК-спектроскопия	ПКв-4	Банк тестовых заданий	71-74	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	9-30, 50-59	Собеседование с преподавателем
			Электронная презентация	95-97	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	99-105	Проверка преподавателем
3.	Рентгеноструктурный анализ	ПКв-4	Банк тестовых заданий	75-78	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	31-38,60-63	Собеседование с преподавателем

			Электронная презентация	86	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	99-105	Проверка преподавателем
4.	Масс-спектроскопия	ПКв-4	Банк тестовых заданий	79-82	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	39-44,64-66	Собеседование с преподавателем
			Электронная презентация	98	Контроль преподавателем

### 3 Оценочные средства для промежуточной аттестации.

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

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся применяется балльно-рейтинговая система.

Балльно-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ФОС являются: тестирование, защита лабораторных работ (опрос в виде собеседования, сдачи тестов), контрольная работа (решение кейс-заданий), рубежный контроль (электронная презентация, творческое задание). Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов»

По результатам текущей работы в семестре студенту выставляется оценка в пятибалльной системе.

Магистрант, не выполнивший презентацию и творческое задание, отчеты по лабораторным работам, к сдаче экзамена не допускается. Если магистрант по результатам текущей работы в семестре набрал не менее 20 баллов и освоил все контрольные точки, то он может быть освобожден от сдачи экзамена. Выставляется оценка по дисциплине как средневзвешенная – среднеарифметическое из 6 оценок в течение периода изучения дисциплины.

Испытание промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине проводится по экзаменационным билетам.

Каждый билет включает в себя 1 теоретический вопрос (вопросы к собеседованию), 10 тестовых заданий, 1 кейс-задачу, из них:

- 1 теоретический вопрос и 8 тестовых заданий на проверку знаний;
- 2 тестовых задания на проверку умений;
- 1 кейс-задача на проверку навыков.

### **3.1 Вопросы к собеседованию (текущие опросы, экзамен)**

#### **3.1.1 Шифр и наименование компетенции:**

**ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство**

№ задания	Формулировка задания
1.	Назовите наиболее важные характеристики спектроскопических методов
2.	Укажите области применения методов рентгенографии, электронографии и нейтронографии. Эффективно ли использование метода рентгенографии для исследования газов и пленок?
3.	Как образуется спектр поглощения? Что такое спектр поглощения вещества?
4.	Какие виды спектров излучения и поглощения существуют?
5.	Запишите выражение для полной энергии молекул. Какие составляющие в нее входят?



6.	Какие значения энергий соответствуют электронным, колебательным, вращательным переходам?
7.	В зависимости от условий получения различают три вида спектров, назовите их.
8.	Какие методы относятся к дифракционным?
9.	Какие методы анализа относятся к абсорбционно оптическим?
10.	Чем обусловлено избирательное поглощение света молекулами?
11.	Какие методы и на основании чего выделяют в фотометрическом анализе?
12.	Дайте определение следующих понятий: пропускание, коэффициент пропускания, оптическая плотность, молярный коэффициент светопоглощения?
13.	Дайте формулировку следующих законов: закон Бера, закон Бугера-Ламберта и закон Бугера-Ламберта-Бера. Какой из этих законов лежит в основе фотометрических методов анализа?
14.	Чему равна оптическая плотность раствора при соблюдении основного закона светопоглощения?
15.	Дайте определение следующих понятий: хромофор, батохромный, гипсохромный, гиперхромный, гипохромный эффекты?
16.	На чем основано определение концентрации растворов с помощью фотометрических методов анализа?
17.	Выделите основные этапы определения концентрации исследуемого раствора с помощью метода градуировочного графика
18.	Каким образом осуществляется выбор интервала концентрации стандартных растворов при построении калибровочной кривой?
19.	На чем основано определение концентрации с помощью метода сравнения оптических плотностей стандартного и исследуемого растворов? Назовите преимущества и недостатки этого метода?
20.	Расскажите об устройстве и принципе действия спектрофотометра.
21.	Расскажите о правилах работы на КФК-2.
22.	Как осуществляется выбор рабочего светофильтра и кюветы?
23.	Как выглядит общая схема определения концентрации раствора с помощью КФК-2?
24.	Сколько колебательных степеней свободы имеется у молекул ацетилена, углекислого газа, гексафторида урана?
25.	Как приближенно соотносятся с основными колебательными частотами обертона и составные или комбинированные частоты?
26.	Чем определяются правила отбора переходов в ИК и КР спектрах?
27.	Дайте классическую трактовку активности колебаний в ИК и КР спектрах.
28.	Что такое нормальные колебания и нормальные координаты?
29.	Какие естественные внутренние координаты можно ввести для молекул $BF_3$ , $CH_2CH_2$ , $CH_3Cl$ ?
30.	Как определяются частоты нормальных колебаний и от каких параметров молекулы они зависят?
31.	Дифракция рентгеновских лучей
32.	Классификация рентгенограмм
33.	Сущность метода Лауэ.
34.	Устройство приборов для рентгено-дифракционного анализа
35.	Закон Вульфа-Брегга
36.	Детекторы ядерных излучений
37.	Основы метода Дебая-Шерера.
38.	Применение дифракционного анализа
39.	Какие методы ионизации используют в масс-спектрометрии? Почему используют .
40.	Какие типы ионов наблюдают в масс-спектре? В каких условиях и для какого типа молекул мала вероятность образования молекулярного иона?
41.	Дайте определение понятия сечения ионизации. Будет ли сечение ионизации зависеть от энергии ионизирующих электронов?
42.	В чем состоит принципиальная схема масс-спектрометра?
43.	Что называется чувствительностью масс-спектрометра и чем она определяется?
44.	Каковы принципы работы спектрометра ион-циклотронного резонанса?
45.	Прямая и обратная задачи методов.
46.	Корректно и некорректно поставленные задачи.
47.	Классификация физических методов.
48.	Теоретические основы спектральных методов анализа. Спектры. Виды спектров.
49.	Краткая характеристика дифракционных методов анализа.

50.	Абсорбционные оптические методы. Общая характеристика.
51.	Атомно-абсорбционный анализ.
52.	Люминесцентный анализ.
53.	Молекулярно-абсорбционный анализ: колориметрия, спектрофотометрия, фотоколориметрия. Общая характеристика методов.
54.	Спектрофотометрические и фотоколориметрические методы анализа.
55.	Спектр поглощения. Основные характеристики полосы поглощения
56.	Основной закон светопоглощения.
57.	Ультрафиолетовая спектроскопия.
58.	ИК-спектроскопия. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация.
59.	Виды и энергия колебаний молекул. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении.
60.	Рентгеноструктурный анализ. Рентгеновские лучи. Значение рентгеновских методов исследования неорганических веществ.
61.	Рентгенограмма. Типы рентгенограмм. Лауэграмма. Опыт Лауэ. Дифрактограмма.
62.	Рентгеновская камера. Устройство рентгеновской трубки.
63.	Метод Дебая-Шеррера.
64.	Масс-спектроскопия. Общие положения метода масс-спектрометрии.
65.	Методы ионизации пробы в масс-спектроскопии
66.	Анализ по масс-спектрам

### 3.2. Тесты (тестовые задания)

#### 3.2.1 Шифр и наименование компетенции:

**ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство**

№ задания	Тест (тестовое задание)
67.	Спектральные методы анализа... 1) <b>основаны на измерении интенсивности электромагнитного излучения, которое поглощается или испускается анализируемым веществом;</b> 2) основаны на измерении поглощения веществом электромагнитного излучения в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра; 3) основаны на исследовании спектров отражения веществ; 4) <b>основаны на изучении взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.</b>
68.	Атомно-абсорбционный анализ... 1) <b>основан на исследовании спектров поглощения;</b> 2) основан на исследовании спектров испускания; 3) <b>требует применения специальных ламп, катод которых сделан из металла, концентрацию которого определяют;</b> 4) не требует перевода вещества в атомарное состояние с помощью пламени.
69.	Фотометрия пламени... 1) <b>разновидность атомно-эмиссионного анализа;</b> 2) разновидность атомно-абсорбционного анализа; 3) <b>применяется для анализа активных металлов;</b> 4) применяется для анализа неметаллов.
70.	Молекулярная спектроскопия основана... 1) <b>на получении и анализе спектров поглощения молекул;</b> 2) на получении и анализе спектров испускания молекул; 3) на анализе спектров поглощения молекулами радио - и микроволнового излучения; 4) на анализе спектров эмиссии молекул.
71.	Фотометрический анализ основан... 1) на анализе сорбционной способности различных веществ при прохождении через поглотитель; 2) <b>на измерении поглощения излучения оптического диапазона;</b> 3) на исследовании способности молекул деформироваться под действием ультрафиолетового излучения.

72.	Спектрофотометрия... 1) использует монохроматическое излучение; 2) основана на исследовании поглощения раствором излучения оптического диапазона; <b>3) основана на измерении интенсивности рассеивания света анализируемым раствором;</b> 4) <b>применяется для анализа прозрачных неокрашенных растворов.</b>			
73.	Поглощение излучения веществом количественно описывается законом: 1) Ленгмюра <b>2) Бугера-Ламберта-Бера</b> 3) Брунауэра-Эйлера-Тейлора			
74.	Установите соответствие между методами			
	1)	инфракрасная спектроскопия	А)	колебательная спектроскопия
	2)	спектроскопия комбинационного рассеяния	Б)	колебательная спектроскопия
	3)	спектрофотометрия	В)	фотометрический анализ
4)	фотоколориметрия	Г)	фотометрический анализ	
75.	Рентгеноспектральный анализ — это инструментальный метод элементного анализа, основанный на: 1) <b>изучении спектра рентгеновских лучей прошедших сквозь образец .</b> 2) изучении спектра рентгеновских лучей поглощенных образцом. 3) Изучении рентгеновского излучения, действовавшего на образец.			
76.	Сущность метода Лауэ: 1) Образец периодически находится под действием рентгеновских лучей, направляемых с разных сторон. <b>2) Образец облучается пучком с непрерывным спектром, взаимная ориентация пучка и кристалла не меняется.</b> 3) Образец в момент высыпания облучается пучком с непрерывным спектром.			
77.	Метод Дебая-Шеррера основан на : 1) <b>Определении фазового состава вещества и оценке размера кристаллов.</b> 2) Определении строения кристаллической решетки и ионного состава вещества. 3) Определении направлении и интенсивности рентгеновского излучения.			
78.	Установите соответствие между типом переходов, вызванных поглощением, и типом поглощаемого излучения			
	Тип перехода		Тип излучения	
	1)	Переход внутренних электронов	А)	Рентгеновское излучение
	2)	Переход внешних электронов	Б)	УФ и видимое излучение
	3)	Молекулярное колебание	В)	ИК-излучение
	4)	Молекулярное вращение	Г)	Микроволновое излучение
5)	Изменение спинового состояния под действием магнитного поля (ЯМР)	Д)	Радиоизлучение	
79.	Установите соответствие между методом анализа и графической зависимостью (спектром)			
	Метод анализа		Спектр	
	1)	Масс-спектрометрия	А)	Зависимость интенсивности от массового числа
	2)	Рентгеноскопия	Б)	Зависимость интенсивности от угла дифракции
	3)	Фотоколориметрия	В)	Зависимость оптической плотности от длины волны
4)	ИК-спектроскопия	Г)	Зависимость пропускания от волнового числа	
80.	На чем основано исследование анализа веществ методом масс-спектропии? <b>а) на ионизации атомов и молекул вещества и последующем разделении образующихся ионов;</b> б) на способности атомов образовывать линейчатые спектры; в) на рассеянии излучения или потока частиц без изменения их энергии; г) на атомизации молекул			
81.	Недостатком метода масс-спектропии является: 1) необходимо большое количество вещества для анализа; <b>2) разрушение вещества в процессе исследования;</b> 3) исследуются только органические вещества; 4) для анализа используется малое количество вещества.			
82.	С какой целью масс-спектрометрический анализ проводят в вакууме? <b>1) чтобы исключить соударение ионов с другими атомами или молекулами;</b> 2) для понижения температуры в аппарате; 3) для увеличения скорости потоков ионов; 4) повышение испарения исследуемого вещества.			

### 3.3 Электронная презентация

#### 3.3.1 Шифр и наименование компетенции:

**ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство**

#### Примерная тематика электронных презентаций

№ вопроса	Тема
83.	Метод ядерного гамма-резонанса
84.	Пламенная эмиссионная спектроскопия
85.	Атомный флуоресцентный анализ
86.	Рентгенофлуоресцентный анализ
87.	Метод электронного парамагнитного резонанса
88.	Метод микроволновой спектроскопии
89.	Метод ядерного квадрупольного резонанса
90.	Метод ядерного магнитного резонанса
91.	Нейтроннография
92.	Электронография
93.	Атомно-абсорбционный анализ
94.	Люминесцентный анализ
95.	Ультрафиолетовая спектроскопия.
96.	Метод фотоэлектронной спектроскопии
97.	Спектроскопия комбинационного рассеяния
98.	Масс-спектрометрия в сочетании с другими методами анализа

### 3.5 Кейс-задачи (задания)

#### 3.5.1 Шифр и наименование компетенции:

**ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство**

№ задания	Условие задачи
99.	<p><b>Ситуация.</b> Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.</p> <p><b>Задание:</b> Молярный коэффициент поглощения комплекса бериллия с ацетилацетоном в хлорформе для волны 295 нм равен 31600. Каково содержание бериллия (в %) в навеске 1 г, растворенной в 50 мл, если в кювете с толщиной слоя 5 см, оптическая плотность фотоколориметра 0,25? В окрашенном соединении на атом бериллия приходится молекула ацетилацетона.</p> <p><b>Решение.</b> Применяя закон Бугера-Ламберта-Бера (формула 3), получаем:</p> $C = \frac{A}{\varepsilon_{\lambda} \cdot l}$ $C = \frac{0,25}{31600 \cdot 5} = 1,58 \cdot 10^{-6} \quad (\text{моль/л})$ <p>Учитывая определение молярной концентрации (<math>v = C \cdot V</math>), найдем массу бериллия:</p> $m = v \cdot M = C \cdot V \cdot M$ $m = 1,58 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 \cdot 9 = 0,711 \cdot 10^{-6}(\text{г})$

Отсюда содержание бериллия (в %) равно:

$$\omega = \frac{0,711 \cdot 10^{-6}}{1} \cdot 100 = 7,11 \cdot 10^{-5} \quad (\%)$$

100.

**Ситуация.** Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.

**Задание:** Для стандартного 0,005 моль/л раствора комплекса меди с избытком аммиака оптическая плотность составляет 0,067. Определить концентрацию меди (в мкг/мл) в растворе, если для него оптическая плотность равна 0,029.

**Решение.** Воспользуемся методом стандартного раствора (формула 4):

$$C_x = \frac{A_x \cdot C_{cm}}{A_{cm}}$$

$$C_x = \frac{0,029 \cdot 0,005}{0,067} = 0,00216 \quad (\text{моль/л})$$

Концентрацию меди в мкг/мл обозначим T:

$$T = \frac{m}{V} = \frac{v \cdot M}{V} \quad (5)$$

$$T = \frac{0,00216 \cdot 64 \cdot 10^6}{10^3} \approx 138 \quad (\text{мкг/мл})$$

101.

**Ситуация.** Объектами исследования некоторой аналитической лаборатории являются водные растворы, которые содержат соли металлов, неорганические кислоты и основания и другие химические соединения. Используя различные химические и физико-химические методы в лаборатории, устанавливается качественный и количественный состав анализируемых объектов.

**Задание:** При фотоколориметрическом определении Fe<sup>3+</sup> с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа 10 мг/см<sup>3</sup> приготовили ряд разведений в мерных колбах вместимостью 100 см<sup>3</sup>, измерили оптическое поглощение и получили следующие данные:

V <sub>ст</sub> , см <sup>3</sup>	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию Fe<sup>3+</sup> в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

**Решение.** Находим концентрацию Fe<sup>3+</sup> в первом стандартном растворе по формуле 5:

$$T = \frac{10 \cdot 1}{100} = 0,1 \quad (\text{мг/см}^3)$$

Аналогично рассчитываем содержание ионов железа для остальных стандартных растворов и строим калибровочный график.

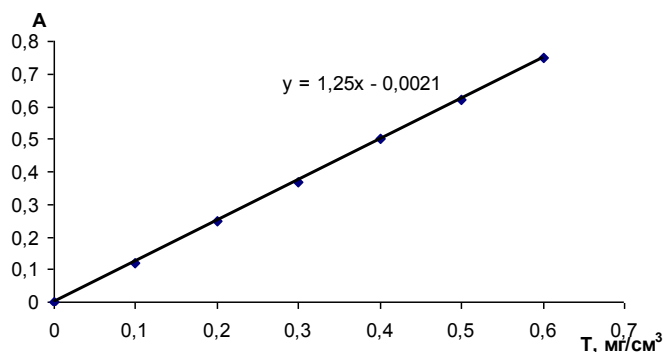


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от концентрации ионов  $\text{Fe}^{3+}$   
 По уравнению прямой находим концентрацию при оптическом поглощении 0,30 и 0,50:  
 $0,3 = 1,25 \cdot T_x - 0,0021$  и  $0,5 = 1,25 \cdot T_x - 0,0021$   
 $T_x \approx 0,24 \text{ мг/см}^3$        $T_x \approx 0,40 \text{ мг/см}^3$

102. **Ситуация.** Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.  
**Задание:** Навеску сплава, содержащего титан массой 0,25 г, растворили и разбавили дистиллированной водой в мерной колбе до 100 см<sup>3</sup>. К 25,00 см<sup>3</sup> полученного раствора добавили соответствующие реактивы и разбавили до 50 см<sup>3</sup>, при этом получили соединение желтого цвета. Оптическая плотность, полученного раствора равна 0,220. К другой порции объемом 25,00 см<sup>3</sup> добавили раствор, содержащий 0,20 мг титан и обработали аналогично первому раствору. Оптическая плотность этого раствора равна 0,5. Определите содержание титана в сплаве ( $\omega$ , %).

**Решение.** Найдем концентрацию добавленного титана  $C_g$

$$C_g = \frac{0,2}{50} = 0,004 \text{ мг/см}^3 = 4 \text{ мкг/см}^3$$

Используя метод добавок, запишем уравнение (6)

$$\frac{A_x}{A_{x+g}} = \frac{C_x}{C_x + C_g};$$

$$\frac{0,22}{0,5} = \frac{C_x}{C_x + 4};$$

$$C_x = 3,14 \text{ мкг/см}^3$$

$$m = 3,14 \cdot 50 = 157 \text{ мкг} = 0,157 \text{ мг.}$$

Так как для анализа взята аликвотная часть, равная  $\frac{1}{4}$  от всей пробы, то содержание титана равно

$$m = 0,157 \cdot 4 = 0,628 \text{ мг;}$$

$$\omega = \frac{0,628}{250} \cdot 100\% \approx 0,25\%$$

103. **Ситуация.** Объектами исследования некоторой аналитической лаборатории являются водные растворы, которые содержат соли металлов, неорганические кислоты и основания и другие химические соединения. Используя различные химические и физико-химические методы в лаборатории, устанавливается качественный и количественный состав анализируемых объектов.

**Задание:** Рассчитать концентрацию (моль/л)  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  при их совместном присутствии в растворе по следующим данным спектрофотометрических измерений:

Ион	$\lambda$ , нм	$A_{\text{общ}}$	$\epsilon (\text{MnO}_4^-)$	$\epsilon (\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$
$\text{MnO}_4^-$	450	0,71	2100	0
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	530	0,42	500	220

**Решение.** Определение  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  в смеси основано на законе аддитивности светопоглощения. При длине волны 550 нм поглощает только  $\text{MnO}_4^-$ , а при 430 нм поглощают  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Следовательно при 550 нм:

$$A_{550} = A(\text{MnO}_4^-)_{550}$$

При 430 нм:

$$A_{430} = A(\text{MnO}_4^-)_{430} + A(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{430}$$

Согласно закону Бугера — Ламберта — Бера данную систему можно записать:

$$A_{550} = \epsilon(\text{MnO}_4^-)_{550} \cdot C_{\text{MnO}_4^-}$$

$$A_{430} = \epsilon(\text{MnO}_4^-)_{430} \cdot C_{\text{MnO}_4^-} + \epsilon(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{430} \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$$

В условии задачи не дано значение толщины слоя  $l$ , поэтому примем данное значение равным 1. Подставим численные значения и решим полученную систему уравнений.

$$0,71 = 2100 \cdot C(\text{MnO}_4^-)$$

$$0,42 = 500 C(\text{MnO}_4^-) + 220 \cdot C(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$$

$$C(\text{MnO}_4^-) = 0,0003381 \text{ моль/дм}^3,$$

$$C(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0,001140 \text{ моль/дм}^3.$$

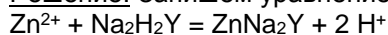
**Ситуация.** Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.

**Задание:** Навеску 1,5432 г образца после растворения поместили в мерную колбу вместимостью 200,0 мл, добавили необходимые реагенты для получения окрашенного раствора и довели объем до метки дистиллированной водой. Затем взяли аликвоту 5,0 мл и оттитровали 0,05 н. раствором ЭДТА при определенной длине волны.

V(ЭДТА), см <sup>3</sup>	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
A	0,70	0,70	0,72	0,98	1,23	1,25	1,25

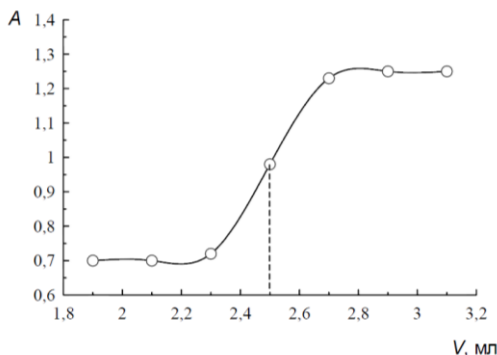
Построить кривую титрования и определить массовую долю Zn в образце (%).

**Решение.** Запишем уравнение реакции



Факторы эквивалентности у цинка и у ЭДТА одинаковые и равны  $\frac{1}{2}$ , так как при реакции выделяется два иона  $\text{H}^+$ .

Построим кривую титрования (рис. 3).



104.

Рис. 3. Кривая титрования

По кривой титрования находим точку эквивалентности и соответствующий ей объем ЭДТА:  $V = 2,5 \text{ мл}$ .

Массу цинка в аликвоте найдем из закона эквивалентов

$$C_N(\text{Zn}^{2+}) \cdot V(\text{Zn}^{2+}) = C_N(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) \cdot V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y})$$

$$C_N(\text{Zn}^{2+}) = 0,05 \cdot 2,5/5 = 0,025 \text{ (моль-экв/дм}^3\text{)}$$

Для определения массы  $\text{Zn}^{2+}$  в мерной колбе применим формулу:

$$m = v_3 \cdot M_3 = C_N \cdot V \cdot M_3$$

$$m = 0,025 \cdot 0,2 \cdot 32,690 \approx 0,163 \text{ (г)}$$

Массовая доля (%) цинка в образце составит:

$$\omega = \frac{m_{\text{Zn}}}{m_{\text{навески}}} \cdot 100\% = \frac{0,163}{1,5432} \cdot 100\% \approx 10,56\%$$

**16. Ситуация.** Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.

**Задание:**

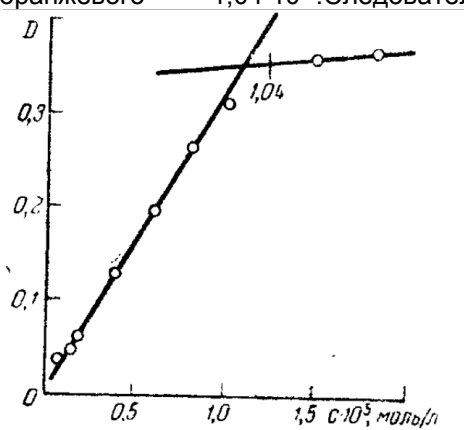
105.

Рассчитать состав комплекса Ni с ксиленоловым оранжевым по следующим величинам оптических плотностей, полученных добавлением реагента с возрастающей концентрацией к равным объемам раствора никеля с постоянной концентрацией никеля  $1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

$C \cdot 10^5$ , моль/дм <sup>3</sup>	0,12	0,16	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,48	1,80
A	0,040	0,050	0,065	0,130	0,200	0,270	0,315	0,360	0,365	0,370

**Решение.** По приведенным данным строим график зависимости оптической плотности от

концентрации ксиленолового оранжевого (рис. 5). Отбрасывая точку, близкую к точке излома прямых (для  $C=1,0 \cdot 10^{-5}$ ), получаем пересечение прямых при концентрации ксиленолового оранжевого  $1,04 \cdot 10^{-5}$ . Следовательно, состав комплекса будет Ni:R=1:1.



#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

##### характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2017 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2017 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.



**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b><i>ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство</i></b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> теоретические основы используемых методов исследования, области применения и точность; современные физико-химические методы исследования, используемые для качественного и количественного определения неор-ганических веществ.	Собеседование	Знание теоретических основ методов, области применения и точность используемых методов; общие принципы проведения эксперимента, основную аппаратуру.	Студент не внес вклада в собеседование и обсуждение, предлагал неверные решения.	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			Студент участвовал в обсуждении, предоставил мало аргументов в пользу решения, допустил более 3, но менее 5 ошибок;	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Студент участвовал в обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других, допустил более 1, но менее 3 ошибок;	хорошо	Освоена (продвинутый)
			Студент активно участвовал в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других; допустил не более 1 ошибки в ответе	отлично	Освоена (повышенный)
	Тест	Результат тестирования	При тестировании набрано менее 55 баллов.	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			При тестировании набрано более 55, но менее 70 баллов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			При тестировании набрано более 70, но менее 85 баллов	хорошо	Освоена (продвинутый)
			При тестировании набрано более 85 баллов	отлично	Освоена (повышенный)
<b>УМЕТЬ:</b> пользоваться современными базами данных спектральных характеристик веществ; пользоваться современными	Электронная презентация	Электронная презентация, отражающая научные основы метода, его сущность,	Электронная презентация содержит информацию в недостаточном объеме, на слайдах много текста, нет обобщения, понимания материала магистром.	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			Электронная презентация содержит информацию в малом объеме, на слайдах	удовлетворительно	Освоена (базовый)

компьютерными программами: для расчета параметров молекул, расчета УФ- и ИК-спектров; оформлять результаты экспериментов		сравнение с другими методами анализа	много текста, нет понимания всего объема материала магистром.		
			Электронная презентация содержит информацию в нужном объеме, но эта информация плохо структурирована, в презентации не хватает наглядности, уровень владения материалом средний.	хорошо	Освоена (продвинутый)
			Электронная презентация содержит информацию в нужном объеме, наглядная, красочная, выполнена на высоком уровне понимания материала.	отлично	Освоена (повышенный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> выбором метода (методов) исследования для конкретного вещества и конкретной задачи методами интерпретации экспериментальных данных..	Кейс- задание	Содержание решения	Магистрант не владеет методами интерпретации экспериментальных данных, не может правильно выбрать метод исследования.	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			Магистрант слабо владеет методами интерпретации экспериментальных данных, выбрать метода исследования осуществляет с ошибками или помощью преподавателя	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Магистрант при выборе методов исследования для конкретного вещества и интерпретации экспериментальных данных допускает неточности, небольшие ошибки.	хорошо	Освоена (продвинутый)
			Магистрант владеет методами интерпретации экспериментальных данных, выбором методов исследования для конкретного вещества и конкретной задачи	отлично	Освоена (повышенный)