

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
аналитической химии

Елисеева Т.В.  
03.04.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.08 Прикладной химический анализ**

1. Код и наименование направления подготовки: 04.03.01 Химия
2. Профиль подготовки: Химия
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра аналитической химии
6. Составители программы: Васильева Вера Ивановна, д.х.н., профессор
7. Рекомендована: НМС химического факультета от 27.03.2025, протокол № 10-03
8. Учебный год: 2028-2029                      Семестр(ы)/Триместр(ы): 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целью освоения учебной дисциплины является:*

*расширение знаний студентов об основных приемах сбора, анализа и обработки научно-технической информации и практическом применении современных экспериментальных и расчетно-теоретических методов для установления структуры и реакционной способности химических соединений.*

*Задачи учебной дисциплины:*

*- освоение комплекса приемов поиска основной и дополнительной литературы по заданной тематике;*

*- освоение современных химических, физико-химических методов анализа и объектов неорганической и органической химии для решения задач, поставленных специалистом более высокой квалификации;*

*- развить умение систематизации элементов аналитического обзора источников научно-технической литературы;*

*- развить умение практического применения теоретических знаний в области органической, аналитической, физической, неорганической химии для установления реакционной способности химических соединений, структуры и состава материалов, сложных смесей;*

*- овладение навыками выделения главного и изложение мыслей в логической последовательности для составления аналитического обзора литературных источников по заданной тематике;*

*- овладение базовыми навыками изучения реакционной способности химических соединений с применением типовых экспериментальных и расчетно-теоретических методов.*

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, блока Б1.

*Требования к входным знаниям, умениям и навыкам:* знать дисциплины базового профессионального цикла – физику, химию (аналитическую химию), математическую обработку результатов эксперимента.

Данная дисциплина является предшествующей выпускной квалификационной работе.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	<b>Знать:</b> подходы организации проведения сбора, анализа и обработки научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической направленности; <b>Уметь:</b> самостоятельно анализировать факты, явления и процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; <b>Владеть:</b> навыками анализа и обработки научно-технической информации.

	направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.2	Составляет аналитический обзор литературных источников по заданной тематике, оформляет отчеты о выполненных научно-исследовательских работах по заданной форме	<b>Знать:</b> приемы поиска основной и дополнительной литературы по заданной тематике; <b>Уметь:</b> сбор и систематизация элементов аналитического обзора литературных источников по заданной тематике; <b>Владеть:</b> навыками выделения главного, изложение мыслей в логической последовательности для составления аналитического обзора литературных источников по заданной тематике.
ПК-2	Способен использовать современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы для установления структуры и исследования реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-2.1	Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры химических соединений	<b>Знать:</b> комплекс современных экспериментальных и расчетно-теоретических методов для установления структуры химических соединений. <b>Уметь:</b> применять на практике экспериментальные методы для установления структуры и состава материалов, сложных смесей. <b>Владеть:</b> навыками экспериментальной работы для установления структуры химических соединений.
		ПК-2.2	Способен изучать реакционную способность химических соединений с применением типовых экспериментальных и расчетно-теоретических методов	<b>Знать:</b> типовые экспериментальные и расчетно-теоретические методы для установления реакционной способности химических соединений. <b>Уметь:</b> проводить экспериментальные работы и теоретические расчеты для установления реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации <b>Владеть:</b> базовыми навыками изучения реакционной способности химических соединений с применением типовых экспериментальных и расчетно-теоретических методов.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			8 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия		72	72		
в том числе:	лекции	36	36		
	практические	-	-		
	лабораторные	36	36		
Самостоятельная работа		36	36		
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-		
Форма промежуточной аттестации <i>зачет с оценкой</i>					
Итого:		108	108		

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса,
-------	---------------------------------	-------------------------------	---

			ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Понятие об анализе. Отбор и подготовка пробы к анализу.	Принципы анализа. Классификация методов анализа. Аналитический процесс получения информации. Отбор пробы. Проботодготовка.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
1.2	Анализ конкретных объектов.	Выбор метода анализа. Фазовый анализ. Локальный анализ. Анализ минерального сырья. Анализ металлов и сплавов. Анализ веществ высокой чистоты. Анализ объектов окружающей среды. Анализ других объектов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
1.3	Методы анализа и их практическое применение. Электрохимические методы.	Ионометрия. Потенциометрическое титрование. Полярография. Инверсионная вольтамперометрия.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
1.4	Спектроскопические методы. Атомная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия.	Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. Электронная микроскопия. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Молекулярная люминесценция. Нефелометрия и турбидиметрия.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
1.5	Радиоспектроскопические методы.	Качественный и количественный анализ ЯМР. ЭПР анализ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
1.6	Методы разделения и концентрирования.	Экстракция. Сорбционные методы концентрирования. Диализ и электродиализ. Хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Тонкослойная хроматография.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
1.7	Кинетические методы анализа. Ферментативные методы анализа.	Индикаторные реакции. Гибридные кинетические методы. Биосенсоры с иммобилизованными ферментами. Ферментные тест-методы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
не предусмотрены учебным планом			
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Анализ конкретных объектов.	Органолептический метод определения вкуса и запаха питьевой воды. Фотометрическое определение цветности питьевой воды. Определение общей жесткости питьевых и поверхностных вод. Определение содержания остаточного хлора в питьевой воде. Определение окисляемости природных и сточных вод. Определение содержания нитрат-ионов в пищевых продуктах. Определение содержания аскорбиновой кислоты в фруктовых соках. Определение содержания аскорбиновой кислоты в фармацевтических препаратах. Аналитический скрининг сильнодействующих и лекарственных веществ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>

3.2	Спектроскопические методы. Атомная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия.	<p>Определение меди методом атомно-абсорбционного метода.</p> <p>Определение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах воды.</p> <p>Рефрактометрическое определение глицерина / этиленгликоля.</p> <p>Определение поглощения растворов высоких концентраций дифференциальным спектрофотометрическим методом.</p> <p>Определение кальция методом эмиссионной фотометрии пламени.</p> <p>Определение железа (III) с сульфосалициловой кислотой в кислой среде.</p> <p>Определение общего железа с сульфосалициловой кислотой в щелочной среде.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>
3.3	Методы разделения и концентрирования.	Газохроматографическое определение этанола алкилнитритным методом.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25855</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Понятие об анализе. Отбор и подготовка пробы к анализу.	4	-	0	6	10
2	Анализ конкретных объектов.	8	-	8	5	21
3	Методы анализа и их практическое применение. Электрохимические методы.	6	-	0	5	11
4	Спектроскопические методы. Атомная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия.	8	-	24	8	44
5	Радиоспектроскопические методы.	2	-	0	2	4
6	Методы разделения и концентрирования.	6	-	4	4	14
7	Кинетические методы анализа. Ферментативные методы анализа.	2	-	0	6	8
	Итого:	36	-	36	36	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывая его с использованием рекомендованной учебной литературы и учебно-методических пособий (п. 15). Лабораторные занятия проводятся с целью:

1. Проработки теоретических основ изучаемых процессов и оборудования.
2. Обучения основным приемам проведения расчетов характеристик процессов и оборудования.
3. Выполнения практической части работы.
4. Обработки полученных результатов и выбора оптимальных условий функционирования конкретных процессов и оборудования.

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с химическими реактивами и лабораторным оборудованием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты. Защита лабораторной работы включает оформление результатов, устную беседу с преподавателем о полученных данных и основных теоретических понятиях по теме работы.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов. Она включает регулярные отчеты по лабораторным работам, выполнение тестовых и иных заданий к лекциям. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают рекомендованную преподавателем литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат и закрепляют теоретические знания. Планирование и организация текущих аттестаций знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование; время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «MOOK ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Сальников, В.Д. Современные методы аналитического контроля материалов : лаб. практикум / В.Д. Сальников, И.В. Муравьева. — Москва : МИСИС, 2020. — 77 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/147916">https://e.lanbook.com/book/147916</a>
2.	Прикладная химия: практикум : учебно-методическое пособие / составители И. Н. Савельева [и др.]. — Абакан : ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-7810-1897-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/301334">https://e.lanbook.com/book/301334</a>
3.	Аналитическая химия : учебно-методическое пособие : в 3 частях : [16+] / сост. Ю. Н. Власова, О. И. Бойкова, Т. Н. Валуева, Е. В. Иванова [и др.]. — Москва : Директ-Медиа, 2020. — Часть 3. Физико-химические методы анализа. — 133 с. : ил., табл. — Режим доступа:

	по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68819">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68819</a>
--	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Халфина, П. Д. Анализ минерального сырья : учебное пособие : [16+] / П. Д. Халфина ; Кемеровский государственный университет, Кафедра аналитической химии. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 72 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=278841">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=278841</a>
2.	Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия : учебник / Ю. Я. Харитонов - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-7075-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470756.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470756.html</a>
3.	Валова, В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Валова (Копылова) В.Д. - Москва : Дашков и К, 2017. - 200 с. - ISBN 978-5-394-01301-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html</a>
4.	Александрова, Т. П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. пособие / Александрова Т. П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 106 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html</a>
5.	Лефедова, О. В. Молекулярная спектроскопия : учеб. -метод. пособие для аспирантов / Лефедова О. В. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2016. - 95 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_010.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_010.html</a>
6.	Струнин, В.И. Атомная спектроскопия / В.И. Струнин ; Струнина Н. Н. ; Байсова Б. Т. — Омск : Омский государственный университет, 2013. — 104 с. — ISBN 978-5-7779-1653-2. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=238088">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=238088</a> >.
7.	Терещенко, А. Г. Внутрिलाбораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы / А. Г. Терещенко, Н. П. Пикула, Т. В. Толстихина. - 2-е изд. (эл. ). - Москва : БИНОМ, 2015. - 315 с. (Методы в химии) - ISBN 978-5-9963-2522-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325221.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325221.html</a>
8.	Бёккер Ю. Спектроскопия = Spektroskopie. Instrumentelle analytik mit atom- und molekülsektrometrie / Ю. Бёккер ; пер. с нем. Л.Н. Казанцевой под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. — Москва : Техносфера, 2009. — 527 с.
9.	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник : для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова. — Москва : Академия, 2014
10.	Бончев П. Введение в аналитическую химию / П.Р. Бончев ; Пер с болг. О.П. Таирова; под ред. Б.И. Лобова. — Л. : Химия : Ленингр. отд., 1978. — 496 с.
11.	Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия : в 5 т. / Т.Н. Плиев, Владикавказ: Иристон, 2001. - Т.5.- 2002. - 594 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2.	<a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> - ЭБС «Университетская библиотека online»
3.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> - ЭБС «Лань»
4.	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал
5.	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
6.	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/">http://www.chem.msu.ru/rus/</a> - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Пашкова, Е. В. Спектральные методы анализа : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля, Ю. А. Безгина, Глазунова Н. Н. - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. - 56 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00134.html">https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00134.html</a>
2.	Ярышев, Н. Г. Физические методы исследования и их практическое применение в

	химическом анализе : учебное пособие / Н. Г. Ярышев, Ю. Н. Медведев, М. И. Токарев, А. В. Бурихина, Н. Н. Камкин - Москва : Прометей, 2015. - 196 с. - ISBN 978-5-9906134-6-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990613461.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990613461.html</a>
3.	Спектральные методы анализа: практическое руководство: учебное пособие / В.И. Васильева [и др.]; под ред. В.Ф. Селеменева, В.Н. Семенова. — Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2014 .— 412 с.: — <a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a> .
4.	Атомно-эмиссионная спектроскопия : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т; сост.: О.Ф. Стоянова [и др.] .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 63 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 451): доска меловая, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран для проектора WinPro 8, Office Standard 2019, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome, Mozilla Firefox
Лаборатория практикума по прикладному химическому анализу (ауд. 441): химические лабораторные столы, вытяжной шкаф, наборы химической посуды, реактивы, нагревательные приборы, весы аналитические, рефрактометр, спектрофотометры СФ-46, фотоколориметр КФК-2, пламенный анализатор жидкости ПАЖ-1, иономер, газовый хроматограф «Хром-4», ИК спектрофотометр «Инфралюм ФТ-02»
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс (ауд. 271): специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Понятие об анализе. Отбор и подготовка пробы к анализу.	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Комплект тестов
2.	Анализ конкретных объектов.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос, протокол лабораторных работ
3.	Методы анализа и их практическое применение. Электрохимические методы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос, протокол лабораторных работ
4.	Спектроскопические методы. Атомная спектроскопия.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос, протокол лабораторных работ



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Молекулярная спектроскопия.			
5	Радиоспектроскопические методы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
6	Методы разделения и концентрирования.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос, протокол лабораторных работ
7	Кинетические методы анализа. Ферментативные методы анализа.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов КИМ к зачету с оценкой

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: лабораторные работы, тесты

#### Примеры вопросов задаваемых при защите лабораторных работ:

1. Перечислите условия титриметрического определения общей жесткости воды.
2. Каковы особенности титрования при определении содержания остаточного хлора в воде?
3. Содержание каких веществ характеризует окисляемость природных и сточных вод?
4. Перечислите возможные методы определения содержания нитрат-ионов в воде.
5. Охарактеризовать условия определения содержания аскорбиновой кислоты в фруктовых соках.
6. Охарактеризовать условия определения содержания аскорбиновой кислоты в фармацевтических препаратах.
7. В чем суть аналитического скрининга сильнодействующих и лекарственных веществ?
8. Перечислить особенности определения меди атомно-абсорбционным методом.
9. В чем преимущества определения массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды?
10. Ошибки рефрактометрического определения глицерина / этиленгликоля.
11. Каким спектроскопическим методом исследуют растворы высоких концентраций?
12. Перечислите методы определения кальция в растворах.
13. В какой среде (кислой или щелочной) определяют общее содержание железа с сульфосалициловой кислотой?
14. Перечислить условия газохроматографического определения этанола алкилнитритным методом.

#### Примеры заданий, входящих в комплект тестов:

**ПК-1** Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

#### **Задания закрытого типа (тестовые, средний уровень сложности):**

1. Технический документ с детальной информацией о товарах и с расширенным описанием характеристик – это  
а) **паспорт качества на продукцию**

- б) протокол испытания
- в) стандарт
- г) паспорт безопасности изделия

2. Контроль качества сырья и продукции химического назначения – это ...

- а) соблюдение установленных законодательством нормативных требований на всех этапах производства и хранения продукции.
- б) проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям**
- в) идентификация брака (несоответствующей продукции) и реализация действий по управлению такой продукцией;
- г) обеспечение исправности средств испытания и измерения, которыми определяется качество продукции.

3. Документ, который содержит результаты исследований (испытаний) и измерений, на основании которых принимается решение о соответствии продукции требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров, - это ...

- а) аттестат
- б) знак соответствия
- в) сертификат соответствия
- г) протокол испытания**

4. Укажите стандартную операцию при проведении фотометрических измерений продукции химического производства:

- а) термическое разложение пробы
- б) выбор аналитической длины волны**
- в) стандартизация титранта
- г) перевод анализируемого компонента в осадок

Ключи к тесту

**ПК-1**

Вопросы	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Ответы	а	б	г	б

**Задания открытого типа (тестовые, повышенный уровень сложности):**

1. Какой метод применяют для одновременного определения и разделения нескольких компонентов в сырье и продукции химических производства?

**Ответ:** хроматография.

2. Какой аппаратурой необходимо пользоваться при анализе неорганического сырья молекулярно-абсорбционным методом в видимой области?

**Ответ:** фотометр (фотоэлектроколориметр).

**Задания комбинированного типа (мини-кейсы, средний уровень сложности)**

1. Является ли стандартной операцией разложение образца сырья мокрым или сухим способом при контроле его качества методом эмиссионной фотометрии пламени?

**Ответ:** да

2. При фотометрическом контроле качества выпускаемой продукции поглощение света следует измерять в области ИК?

**Ответ:** нет.

**ПК-2** Способен использовать современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы для установления структуры и исследования реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации

### Задания закрытого типа (тестовые, средний уровень сложности):

1. Выберите метод, используемый для определения сульфатов в сырье и промежуточных продуктах при производстве серной кислоты:  
а) прямая потенциометрия  
б) **турбидиметрия**  
в) йодометрия  
г) фотоколориметрия
2. Выберите метод, используемый для определения нитратов в техническом образце селитры:  
а) **прямая потенциометрия**  
б) турбидиметрия  
в) йодометрия  
г) комплексонометрия
3. Выберите метод для определения неорганических компонентов неизвестной природы из набора имеющихся:  
а) эмиссионная фотометрия пламени  
б) атомно-сканирующая микроскопия  
в) **хромато-масс-спектрометрия**  
г) комплексонометрия
4. Что не является стадией аналитического процесса:  
а) измерение аналитического сигнала  
б) пробоподготовка  
в) обработка результатов измерения  
г) пробоотбор  
д) **написание паспорта химической продукции**
5. Какой метод не требует предварительного перевода пробы твердого вещества в раствор:  
а) эмиссионная фотометрия пламени  
б) **ИК-спектроскопия**  
в) гравиметрия  
г) титриметрия

Ключи к тесту

#### ПК-2

Вопросы	1	2	3	4	5
Ответы	б	а	в	д	б

### Задания открытого типа (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Укажите, в каком варианте хроматографического разделения можно получить все компоненты в чистом виде?

**Ответ:** Элюентная (проявительная)

2. Укажите физико-химический метод анализа при производстве неорганических веществ, основанный на измерении изменяющейся в результате химической реакции электропроводимости исследуемых растворов.

**Ответ:** Кондуктометрия

3. Какой метод оптической спектроскопии позволяет определять только щелочные и щелочноземельные металлы в образцах минерального сырья?

**Ответ:** Эмиссионная фотометрия пламени (Пламенная фотометрия).

### Задания комбинированного типа (мини-кейсы, средний уровень сложности)

1. Можно ли катионы кальция и магния удалить из сырья и продукции химического производства с помощью ионообменных смол?

**Ответ:** да.

2. При пробоподготовке минерального сырья способ разложения образца выбирают исходя из фазового состава и целей анализа?

**Ответ:** да.

#### Описание технологии проведения

Текущая аттестация включает устный опрос, который может проводиться как в форме индивидуального опроса, так и фронтальной беседы. Письменные работы представлены тестами. Тестирование используется для быстрой оценки уровня знаний по определенным темам.

Тесты могут проводиться как в электронной форме, так и на занятиях. Время выполнения этих заданий устанавливается преподавателем. Результаты текущей аттестации могут быть учтены при проведении промежуточной аттестации.

Лабораторные работы направлены на развитие практических навыков в области прикладного химического анализа, включая выполнение эксперимента по заданной методике, сбор и анализ данных, а также формирование умений безопасной работы с химическими реактивами и оборудованием.

Технология проведения текущей аттестации включает использование электронных ресурсов для организации и контроля процесса, что позволяет автоматизировать оценку и хранение результатов. Мониторинг успеваемости осуществляется через электронный журнал оценок, что позволяет преподавателям и студентам отслеживать прогресс в режиме реального времени.

#### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); тестирования.

Критерии оценивания:

#### *Критерии оценивания выполнения лабораторной работы*

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами методов анализа по стандартизации веществ и материалов, лабораторная работа выполнена, сделаны правильные наблюдения и выводы (допускаются некоторые малозначительные ошибки, которые студент обнаруживает и быстро исправляет самостоятельно или при помощи преподавателя), что соответствует освоению компетенций.	Зачтено
Обучающийся не знает методики выполнения практической работы и ее теоретических основ, не может самостоятельно провести исследование, делает грубые ошибки в интерпретации полученных результатов, не может сформулировать выводы, оформить работу, что соответствует не освоению компетенций.	Не зачтено

#### *Критерии оценивания результатов тестирования*

Для оценивания результатов тестирования используется шкала: «зачтено», «не зачтено». Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

##### 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

##### 2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

##### 3) задания комбинированного типа (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<i>При ответах на вопросы тестов обучающийся получил 70 % и более правильных ответов</i>	<i>Зачтено</i>
<i>При ответах на вопросы тестов обучающийся получил менее 70% правильных ответов</i>	<i>Не зачтено</i>

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам к зачету с оценкой.

### Перечень вопросов к зачету с оценкой и порядок формирования КИМ

КИМ содержит два вопроса и формируется из следующего списка:

Перечень вопросов к зачету с оценкой
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие об анализе.</li> <li>2. Принципы анализа.</li> <li>3. Классификация методов анализа.</li> <li>4. Аналитический процесс получения информации.</li> <li>5. Валидация и верификация аналитических методик.</li> <li>6. Отбор пробы.</li> <li>7. Требования к представительной пробе вещества.</li> <li>8. Способы отбора пробы.</li> <li>9. Отбор пробы газов.</li> <li>10. Отбор пробы жидкостей.</li> <li>11. Особенности отбора проб твердых веществ.</li> <li>12. Потери и загрязнения при пробоотборе. Хранение пробы.</li> <li>13. Подготовка пробы к анализу.</li> <li>14. Способы гомогенизации и усреднения пробы.</li> <li>15. Высушивание пробы.</li> <li>16. Разложение пробы. Перевод пробы в раствор.</li> <li>17. Мокрые способы разложения проб.</li> <li>18. Сухие способы разложения проб. Сплавление.</li> <li>19. Щелочные, кислые и окислительные плавни.</li> <li>20. Сухие способы разложения проб. Спекание.</li> <li>21. Термическое разложение пробы.</li> <li>22. Пиролиз и сухое озоление.</li> <li>23. Критерии выбора метода анализа конкретных объектов.</li> <li>24. Выбор метода анализа.</li> <li>25. Фазовый анализ. Локальный анализ.</li> <li>26. Характеристики и преимущества локального анализа.</li> <li>27. Методы анализа минерального сырья.</li> <li>28. Методы концентрирования и определения элементов в минеральном сырье.</li> <li>29. Блочно-модульный принцип анализа минерального сырья.</li> <li>30. Пробоподготовка минерального сырья.</li> <li>31. Задачи анализа металлов и сплавов.</li> <li>32. Способы выделения и определения газообразующих примесей металлов и сплавов.</li> </ol>

33. Анализ веществ высокой чистоты.
34. Подходы снижения предела обнаружения примесей в веществах высокой чистоты.
35. Прямые и гибридные методы определения примесей в веществах высокой чистоты.
36. Анализ объектов окружающей среды. Анализ вод.
37. Анализ медико-биологических объектов.
38. Методы анализа качества пищевых продуктов.
39. Методы анализа фармацевтических препаратов.

*Пример билета (КИМ):*

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки 04.03.01 Химия  
 Дисциплина Прикладной химический анализ  
 Курс 4  
 Форма обучения очная  
 Вид аттестации промежуточная  
 Вид контроля зачем с оценкой

**Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Требования к представительной пробе вещества.
2. Анализ веществ высокой чистоты.

Преподаватель \_\_\_\_\_

**Описание технологии проведения**

Промежуточная аттестация студентов является основной формой контроля аудиторной работы студентов и проводится с целью установления уровня и качества подготовки студентов ФГОС 3++ и определяет:

- полноту и прочность теоретических знаний;
- сформированность умений применять теоретические знания при решении практических и профессиональных задач;
- сформированность общих и профессиональных компетенций.

Подготовка к промежуточной аттестации является формой самостоятельной работы студентов. При этом обучающийся должен использовать рекомендованный рабочей программой перечень основной и дополнительной литературы, материалы лекций, информационные и электронно-образовательные ресурсы. Для подготовки к промежуточной аттестации студент также может использовать перечень вопросов, вынесенных на экзамен, позволяющий оценить уровень сформированности профессиональных компетенций по дисциплине «Прикладной химический анализ».

Промежуточная аттестация проводится в устной (или письменной) форме. Преподаватель, проводящий промежуточную аттестацию, имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всему разделу программы учебной дисциплины. Время проведения зачета с оценкой устанавливается нормами времени. Результат сдачи промежуточной аттестации заносится преподавателем в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

**Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания**

Оценка результатов обучения на промежуточной аттестации происходит по следующим показателям:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом прикладного химического анализа;
- 2) умение связывать теорию с практикой на основе экспериментальных результатов, полученных при выполнении лабораторных работ;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, экспериментальными данными, уравнениями реакций.

По результатам всех выполненных заданий текущего контроля студентам может быть выставлен зачет с оценкой автоматом.

средняя оценка 3-3,75 – «удовлетворительно»,  
 3,75-4,5 – «хорошо»,  
 4,5-5 – «отлично».

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

<i>Критерии оценивания компетенций</i>	<i>Шкала оценок</i>
<i>Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к выбору материала при подготовке к промежуточной аттестации.</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на использовании основных источников информации. Присутствуют незначительные пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ неполный, основан исключительно на использовании лекционных материалов. При понимании сущности предмета в целом имеются существенные пробелы в знаниях.</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Присутствуют многочисленные грубые ошибки.</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете с оценкой;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень, может быть, конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **20.3 Задания, рекомендованные к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины:**

**ПК-1** Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

#### **Задания закрытого типа (тестовые, средний уровень сложности):**

1. Технический документ с детальной информацией о товарах и с расширенным описанием характеристик – это

- а) **паспорт качества на продукцию**
- б) протокол испытания
- в) стандарт
- г) паспорт безопасности изделия

2. Контроль качества сырья и продукции химического назначения – это ...

а) соблюдение установленных законодательством нормативных требований на всех этапах производства и хранения продукции.

**б) проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям**

в) идентификация брака (несоответствующей продукции) и реализация действий по управлению такой продукцией;

г) обеспечение исправности средств испытания и измерения, которыми определяется качество продукции.

3. Документ, который содержит результаты исследований (испытаний) и измерений, на основании которых принимается решение о соответствии продукции требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров, - это ...

а) аттестат

б) знак соответствия

в) сертификат соответствия

**г) протокол испытания**

4. Укажите стандартную операцию при проведении фотометрических измерений продукции химического производства:

а) термическое разложение пробы

**б) выбор аналитической длины волны**

в) стандартизация титранта

г) перевод анализируемого компонента в осадок

Ключи к тесту

**ПК-1**

Вопросы	1	2	3	4
Ответы	а	б	г	б

**Задания открытого типа (тестовые, повышенный уровень сложности):**

1. Какой метод применяют для одновременного определения и разделения нескольких компонентов в сырье и продукции химических производства?

**Ответ:** хроматография.

2. Какой аппаратурой необходимо пользоваться при анализе неорганического сырья молекулярно-абсорбционным методом в видимой области?

**Ответ:** фотометр (фотоэлектроколориметр).

**Задания комбинированного типа (мини-кейсы, средний уровень сложности)**

1. Является ли стандартной операцией разложение образца сырья мокрым или сухим способом при контроле его качества методом эмиссионной фотометрии пламени?

**Ответ:** да

2. При фотометрическом контроле качества выпускаемой продукции поглощение света следует измерять в области ИК?

**Ответ:** нет.

**ПК-2** Способен использовать современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы для установления структуры и исследования реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации



### Задания закрытого типа (тестовые, средний уровень сложности):

1. Выберите метод, используемый для определения сульфатов в сырье и промежуточных продуктах при производстве серной кислоты:  
а) прямая потенциометрия  
б) **турбидиметрия**  
в) йодометрия  
г) фотоколориметрия
2. Выберите метод, используемый для определения нитратов в техническом образце селитры:  
а) **прямая потенциометрия**  
б) турбидиметрия  
в) йодометрия  
г) комплексонометрия
3. Выберите метод для определения неорганических компонентов неизвестной природы из набора имеющихся:  
а) эмиссионная фотометрия пламени  
б) атомно-сканирующая микроскопия  
в) **хромато-масс-спектрометрия**  
г) комплексонометрия
4. Что не является стадией аналитического процесса:  
а) измерение аналитического сигнала  
б) пробоподготовка  
в) обработка результатов измерения  
г) пробоотбор  
д) **написание паспорта химической продукции**
5. Какой метод не требует предварительного перевода пробы твердого вещества в раствор:  
а) эмиссионная фотометрия пламени  
б) **ИК-спектроскопия**  
в) гравиметрия  
г) титриметрия

Ключи к тесту

#### ПК-2

Вопросы	1	2	3	4	5
Ответы	б	а	в	д	б

### Задания открытого типа (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Укажите, в каком варианте хроматографического разделения можно получить все компоненты в чистом виде?

**Ответ:** Элюентная (проявительная)

2. Укажите физико-химический метод анализа при производстве неорганических веществ, основанный на измерении изменяющейся в результате химической реакции электропроводимости исследуемых растворов.

**Ответ:** Кондуктометрия

3. Какой метод оптической спектроскопии позволяет определять только щелочные и щелочноземельные металлы в образцах минерального сырья?

**Ответ:** Эмиссионная фотометрия пламени (Пламенная фотометрия).

### **Задания комбинированного типа (мини-кейсы, средний уровень сложности)**

1. Можно ли катионы кальция и магния удалить из сырья и продукции химического производства с помощью ионообменных смол?

**Ответ:** да.

2. При пробоподготовке минерального сырья способ разложения образца выбирают исходя из фазового состава и целей анализа?

**Ответ:** да.

#### **Критерии и шкалы оценивания:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) задания комбинированного типа (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).