

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

« 30 » 05.2024 _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные дисциплины 04.06.01 Химические науки:
Аналитическая химия

Направление подготовки кадров высшей квалификации

04.06.01 Химические науки
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки

Аналитическая химия

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины – освоение профессиональных компетенций, направленных на формирование системы знаний по аналитической химии, совершенствование умений провести рациональный выбор способа решения аналитических задач, приобретение навыков правильного и точного выполнения аналитических операций, привитие навыков, необходимых в дальнейшем для преподавания предмета студентам.

Задачи изучения дисциплины – обеспечить специальную подготовку по аналитической химии с учетом основных областей будущей работы выпускника по направленности (профилю) – Аналитическая химия:

- расширение и углубление теоретической общехимической подготовки, развитие научного химического мышления;
- овладение теорией аналитических методов;
- овладение методологией выбора оптимального метода анализа и исследования материалов с целью получения информации о химическом и фазовом составе вещества в зависимости от содержания определяемого компонента, природы анализируемого объекта и от требований к метрологическим характеристикам (воспроизводимости, правильности, чувствительности);
- получение знаний химических и физических свойств веществ / соединений и их применению для получения аналитической информации в различных методах анализа;
- развитие представлений о роли и значении дисциплины в сфере химического производства, науки и техники, мониторинга окружающей среды;
- совершенствование приемов и навыков аналитического эксперимента, обеспечивающие достоверность конечных результатов анализа при заданной надежности.
- освоение типовой аппаратуры, применяемой в научно-исследовательских и производственных лабораториях;
- освоение приемов и методов хемометрики.

Решение задач изучения дисциплины позволит аспирантам, освоившим курс:

- проводить научные исследования;
- разрабатывать методики выполнения измерений выполнять и разрабатываемых технологий; проводить мониторинг окружающей среды;
- устанавливать закономерности между химическим составом, структурой и физическими свойствами при решении материаловедческих проблем;
- прогнозировать оптимальные условия анализа и оценивать метрологические характеристики результатов анализа.

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

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен знать принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических), иметь представление об особенностях объектов анализа, владеть методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения.

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся (студент) должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	<i>способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую</i>	– методологию изучения со-временных на-учных методов	-выделять и систематизиро-вать основные идеи в научных	- навыками сбо-ра, обработки, критического анализа и сис-

		<i>деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-телекоммуникационных технологий</i>	аналитической химии	текстах; анализировать и критически оценить информацию о новых научных методах и подходах вне зависимости от источника; творчески сочетать применение стандартных и новых приемов при решении аналитических задач	тематизации информации о новых научных методах и подходах в области аналитической химии; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
2	ПК-1	<i>способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению (научной специальности) 02.00.02 Аналитическая химия.</i>	- роль химического анализа, место аналитической химии в системе наук, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, теоретические основы методов анализа их возможности и ограничения применения важнейших объектов анализа.	- выбирать методы анализа и применять их в решении конкретных аналитических задач.	- основами химического и физико-химического анализа соединений различной природы, навыками работы на приборах и интерпретации экспериментальных данных, в т.ч. с использованием литературных данных; метрологическими основами анализа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в ОПОП (вариативная часть, обязательные дисциплины Б1.В.ОД.5 Специальные дисциплины 04.06.01 Химические науки: Аналитическая химия.

Изучение дисциплины основано на знании аспирантами дисциплин, изученных по ОП специалитета или магистратуры:

- неорганическая химия;
- органическая химия;
- физическая химия;
- коллоидная химия;
- физика;
- математика;
- вычислительные методы в химии;
- строение вещества.

Приобретенные аспирантом компетенции необходимы при подготовке, выполнении научных исследований и работе над кандидатской диссертацией, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Дисциплина является основополагающей при сдаче государственного экзамена.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Часов в семестре			
	все-го	2	3	4
	акад	акад	акад	акад
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	216	36	108	72
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:				
Лекции	30	10	10	10
Практические занятия (ПЗ)	30	10	10	10
Виды аттестации (зачет с оценкой)	3 зачета	зачет	зачет	зачет
Самостоятельная работа:	156	16	88	52
Проработка материалов по конспекту лекций	15	5	5	5
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	126	6	78	42
подготовка к практическим занятиям	15	5	5	5

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 (в дидактических единицах)	Трудоемкость раздела, час
1	Общие вопросы	Предмет аналитической химии. Основные этапы развития. Аналитические задачи. Основные характеристики методов определения. Виды химического анализа. Аналитический цикл и стадии анализа. Пробоотбор и пробоподготовка	24
2	Химические методы анализа	Теоретические основы. Гравиметрические методы. Титриметрические методы.	32
3	Физико-химические и биологические методы анализа	Электрохимические методы анализа. Физические методы анализа. Хроматографические методы анализа. Методы разделения и концентрирования. Биологические методы анализа.	58
4	Метрология, хемометрика, автоматизация и математизация анализа	Основные метрологические характеристики методов анализа. Оптимизация химического эксперимента. Планирование эксперимента и математическая обработка результатов химического эксперимента. Использование квантово-химических расчетов в научных исследованиях.	52
5	Анализ конкретных объектов	Неорганические и органические объекты. Специальные объекты. Биологические и медицинские объекты. Объекты окружающей среды.	50

5.2 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ (или С), час	СРО, час
1	Общие вопросы	4	4	16
2	Химические методы анализа	6	6	20
3	Физико-химические и биологические методы анализа	12	6	40
4	Метрология, хемометрика, автоматизация и математизация анализа	4	8	40

5	Анализ конкретных объектов	4	6	40
---	----------------------------	---	---	----

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Общие вопросы	<p>Предмет аналитической химии. Цели и особенности аналитической химии и аналитической службы. Взаимосвязь аналитической химии с другими науками, значение для общества. Основные этапы развития. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ.</p> <p>Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.</p> <p>Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика.</p> <p>Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикрoанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).</p>	4
2	Химические методы анализа	<p>Теоретические основы</p> <p>Кислотно-основное равновесие. Комплексообразование. Окислительно-восстановительное равновесие. Процессы осаждения-растворения. Органические реагенты в химическом анализе.</p> <p>Гравиметрические методы</p> <p>Титриметрические методы. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Окислительно-восстановительное титрование. Комплексометрическое титрование. Осадительное титрование.</p> <p>Кинетические методы</p>	6
3	Физико-химические и биологические методы анализа	<p>Электрохимические методы. Потенциометрия. Кулонометрия.</p> <p>Вольтамперометрия. Кондуктометрия. Методы атомной оптической спектроскопии. Теоретические основы. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Методы рентгеновской и электронной спектроскопии. Методы рентгеноспектрального анализа (РСА). Методы молекулярной оптической спектроскопии. Теоретические основы. Спектрофотометрия. Люминесцентные методы. ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Методы масс-спектрометрии. Резонансные спектроскопические методы. Ядерно-физические и радиохимические методы. Активационный анализ. Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления. Общая характеристика и применение. Методы локального анализа и анализа поверхности.</p> <p>Теория равновесной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Детекторы. Классификация хроматографических методов.</p> <p>Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Газо-жидкостная хроматография.</p> <p>Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сверхкритическая флюидная хроматография.</p> <p>Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография</p> <p>Ионообменная хроматография. Ионная хроматография.</p> <p>Ион-парная хроматография.</p> <p>Эксклюзионная хроматография. Аффинная хроматография.</p> <p>Тонкослойная хроматография.</p> <p>Процессы и реакции, находящиеся в основе методов разделения. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Сорбционные методы. Экстракция.</p> <p>Осаждение и соосаждение. Электрохимические методы.. Электровыделение, цементация, электрофорез, изотахофорез.</p>	12

		<p>Биологические методы Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы).</p> <p>Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Иммуобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов.</p>	
4	Метрология и хемотрика, автоматизация и математизация анализа	<p>Результат анализа как случайная величина. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация.</p> <p>Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа.</p> <p>Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата.</p> <p>Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа.</p> <p><i>Компьютерные методы в аналитической химии.</i> Пути использования ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения.</p> <p>Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля, периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа, роботы. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов. Проточно-инжекционный анализ.</p>	4
5	Анализ конкретных объектов	<p>Аналитический цикл и стадии анализа. Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы, получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений. Основные объекты. Геологические объекты</p> <p>Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности. Материалы атомной промышленности. Органические вещества. Биологические и медицинские объекты. Пищевые продукты. Объекты окружающей среды. Специальные объекты: токсичные и радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические и археологические объекты.</p>	4

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание занятий	Трудоемкость, час
1	Общие вопросы	<p>1. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.</p> <p>2. Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика.</p>	4
2	Химические методы анализа	<p>1. Кислотно-основное равновесие. Комплексообразование. Окислительно-восстановительное равновесие. Процессы осаждения-растворения. Органические реагенты в химическом анализе.</p> <p>2. Гравиметрические методы</p> <p>3. Титриметрические методы. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Окислительно-восстановительное титрование. Комплексометрическое титрование. Осадительное титрование.</p>	6

3	Физико-химические и биологические методы анализа	<p>1. Электрохимические методы. Потенциометрия. Кулонометрия. Вольтамперометрия. Кондуктометрия.</p> <p>2. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Атомно-флуоресцентная спектроскопия.</p> <p>3. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Детекторы. Классификация хроматографических методов.</p> <p>4. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Газо-жидкостная хроматография.</p> <p>Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сверхкритическая флюидная хроматография.</p> <p>Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография</p> <p>5. Биологические методы Индикаторные организмы, их типы. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы).</p> <p>Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды</p>	6
4	Метрология, хеометрика, автоматизация и математизация анализа	<p>1. Результат анализа как случайная величина. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация.</p> <p>2. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа.</p> <p>3. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата.</p> <p>4. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа.</p> <p>5. <i>Компьютерные методы в аналитической химии.</i> Пути использования ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения.</p>	8
5	Анализ конкретных объектов	<p>1. Аналитический цикл и стадии анализа. Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы, получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.</p> <p>2. Основные объекты. Геологические объекты Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности. Материалы атомной промышленности.</p> <p>3. Органические вещества. Биологические и медицинские объекты.</p> <p>4. Пищевые продукты.</p> <p>5. Объекты окружающей среды. Специальные объекты: токсичные и радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические и археологические объекты.</p>	6

5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Общие вопросы	Проработка материалов по конспекту лекций	16
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	
		Подготовка к практическим занятиям	
2	Химические методы анализа	Проработка материалов по конспекту лекций	20
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	
		Подготовка к практическим занятиям	
3	Физико-химические и биологические методы анализа	Проработка материалов по конспекту лекций	40
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	
		подготовка к практическим занятиям	
4	Метрология, хемотриметрия, автоматизация и математизация анализа	Проработка материалов по конспекту лекций	40
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	
		Подготовка к практическим занятиям	
5	Анализ конкретных объектов	Проработка материалов по конспекту лекций	40
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	
		Подготовка к практическим занятиям	

6 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Косянок, Н. Е. Химия неорганическая и аналитическая. Теоретические основы : учебное пособие / Н. Е. Косянок. — Краснодар : КубГАУ, 2018. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171572> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. «Методы и достижения современной аналитической химии : учебник для вузов / Г. К. Будников, В. И. Вершинин, Г. А. Евтюгин [и др.] ; Под редакцией проф. В. И. Вершинина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-7962-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169809> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.» (Методы и достижения современной аналитической химии : учебник для вузов / Г. К. Будников, В. И. Вершинин, Г. А. Евтюгин [и др.] ; Под редакцией проф. В. И. Вершинина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — ISBN 978-5-8114-7962-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169809>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 80.).

3. «Долгоносков, А. М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование : монография / А. М. Долгоносков, О. Б. Рудаков, А. Г. Прудковский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-9018-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183603> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.» (Долгоносков, А. М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование : монография / А. М. Долгоносков, О. Б. Рудаков, А. Г. Прудковский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-9018-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183603> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 53.).

6.2 Дополнительная литература:

1. Кристиан, Г. Аналитическая химия [Текст] : в 2 т. : учебник. Т. 1 / Г. Кристиан; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой. - М. : Бином, 2009. - 623 с.

2. Отто, М. Современные методы аналитической химии [Текст] / М. Отто; пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - 2-е испр. изд. - М. : Техносфера, 2006. - 416 с. с.

Аналитическая химия [Текст] : в 3 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Химия" (гриф УМО). Т. 2 : Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / И. Г. Зенкевич [и др.]; под ред. Л. Н. Москвина. - М. : Академия, 2008. - 304 с. - (Высшее профессиональное образование).

3. Аналитическая химия [Текст] : в 3 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Химия" (гриф УМО). Т. 1 : Методы идентификации и определения веществ / А. А. Белюстин [и др.]; под ред. Л. Н. Москвина. - М. : Академия, 2008. - 576 с. - (Высшее профессиональное образование).

6.3 Перечень ресурсов информационно телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ» <https://education.vsu.ru/>, автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>, образовательная платформа «Лифт в будущее» <https://lift-bf.ru/courses>.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение - ОС Windows, ОС ALT Linux.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Аудиторий в соответствии с расписанием учебных занятий, оснащенные соответствующим материально-техническим обеспечением, в соответствии с требованиями, предъявляемыми образовательным стандартом.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специальной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Каждому аспиранту организуется рабочее место. Все занятия проводятся с аспирантом индивидуально.

Обучающемуся предоставляется следующее лабораторное оборудование кафедры и центров коллективного пользования ВГУИТ :

Наименование прибора (устройства)	Кафедра, ЦКП
Фотоэлектроколориметр КФК-2, Фотоэлектроколориметр КФК-3-01, Фотоэлектроколориметр КФК-2мп	ФиАХ
Потенциометры рН-метр «рН-150 м», комплекты ионселективных электродов	
Установка для амперометрического титрования	
Газоанализаторы «САГО» «САГО+», « МАГ - 24» с необходимым программным обеспечением	
Автоматический авто эжектор газов (автосемплер)	
Система для тонкослойной хроматографии с денситометром "ДенСкан"	
Система капиллярного электрофореза "Капель-104Т"(с ПО Эльфоран и блоком переключения полярности)	
Кондуктометр HANNA HI 8733 многодиапазонный с автокомпенсацией	
Аспиратор ПУ-2Э	
Анализатор - течеискатель малогабаритный АНТ-3М с детектором ФИД	
Электронный нос «МАГ-8» с блоком регенерации ячейки детектирования	ЦКП (а. 42, лб)
Спектрофотометры СФ-2000, ЮНИС	
ИК-Фурье спектрометр ФТ-08	
ЯМР спектрометр	ЦКП (а. 11, 015)
Флуориметр	
Спектрофотометр Simadzu U-140	
Газовый хроматограф «Цвет 100 м»	
Жидкостной хроматограф Цвет Яуза	
Комплекс «ХРОМОС ГХ-1000»	
Система синхронного термического анализа ДТА/ДСК/ТГА STA 449 F3	
Аминокислотный анализатор «LC-20 PROMINENCE»	

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

- перечень компетенций с указанием 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».

К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего часов	курс			
		2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	216	36	36	72	72
Аудиторные занятия:	70	20	20	20	10
Лекции	30	10	10	10	-
Практические занятия (ПЗ)	40	10	10	10	10
Самостоятельная работа:	146	16	16	52	62
Проработка материалов по конспекту лекций	14	2	2	5	5
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	11	2	2	31	42
Оформление текста отчета по ПЗ	6	1	1	2	2
Подготовка реферата	40	11	11	14	13
Виды аттестации	зачет с оценкой 4 шт	зачет с оценкой	зачет с оценкой	зачет с оценкой	зачет с оценкой

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Специальные дисциплины 04.06.01 Химические науки:
Аналитическая химия

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-телекоммуникационных технологий	— методологию изучения современных научных методов аналитической химии	-выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; анализировать и критически оценивать информацию о новых научных методах и подходах вне зависимости от источника; творчески сочетать применение стандартных и новых приемов при решении аналитических задач	- навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации о новых научных методах и подходах в области аналитической химии; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
2	ПК-1	способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению (научной специальности) 02.00.02 Аналитическая химия.	- роль химического анализа, место аналитической химии в системе наук, существование реакций и процессов, используемых в аналитической химии, теоретические основы методов анализа их возможности и ограничения применения важнейших объектов анализа.	- выбирать методы анализа и применять их в решении конкретных аналитических задач.	- основами химического и физико-химического анализа соединений различной природы, навыками работы на приборах и интерпретации экспериментальных данных, в т.ч. с использованием литературных данных; метрологически-ми основами анализа.

2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

В ходе формирования компетенций при изучении дисциплины существуют следующие показатели и критерии оценивания:

№ п/п	Показатель	Критерии оценивания	Описание шкалы оценивания
1	Собеседование на практических занятиях	Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»	0-60% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 89,99% -хорошо; 90-100% - отлично.
4	Кейс-задача	Уровневая шкала	Уровни обученности: - «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции; - «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции ; - «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции; - «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции; Отметка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он продемонстрировал второй уровень обученности; - оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он продемонстрировал третий уровень обученности; - оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он продемонстрировал четвёртый уровень обученности; - оценка «неудовлетворительно», выставляется аспиранту, если он продемонстрировал первый уровень обученности.

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс компетенции	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Общие вопросы	ОПК-1	Собеседование	№№ 1- 10, 24-34, 80-82	Отметка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»
2	Химические методы анализа	ПК-1	Собеседование	№№ 11-33	Отметка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»
			Кейс-задача	№ 83	Отметка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»
3	Физические, физико-химические, биологические методы анализа	ПК-1	Собеседование	№№34-79	Отметка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»
			Кейс-задача	№№ 83	Отметка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»

3 Оценочные средства для промежуточной аттестации. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Для оценки знаний, умений, навыков аспиранта по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего периода при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ФОС являются: текущий опрос в виде собеседования на практических занятиях.

Аспирант, набравший в семестрах более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет с оценкой автоматически.

Аспирант, набравший за текущую работу в семестрах менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных аспирантом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

Оценка на зачете проставляется автоматически: 60-74,99% - удовлетворительно;
75- 89,99% - хорошо;
90-100% - отлично.

3.1 Вопросы (задания) к собеседованию

(текущий контроль, опросы на лабораторных работах, практических занятиях)

Шифр и наименование компетенции:

ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-телекоммуникационных технологий

<p>Общие вопросы</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет аналитической химии. Цели и особенности аналитической химии и аналитической службы. Взаимосвязь аналитической химии с другими науками, значение для общества. Основные этапы развития. 2. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ. 3. Химические, физические и биологические методы аналитической химии. 4. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. 5. Методы прямые и косвенные. 6. Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. 7. Метод и методика. 8. Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. 9. Макро-, микро-, ультрамикрoанализ. 10. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).
<p>Химические методы анализа</p>	<ol style="list-style-type: none"> 11. Теоретические основы. 12. Кислотно-основное равновесие. 13. Комплексообразование. 14. Окислительно-восстановительное равновесие. 15. Процессы осаждения-растворения. 16. Органические реагенты в химическом анализе. 17. Гравиметрические методы. 18. Титриметрические методы. 19. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. 20. Окислительно-восстановительное титрование. 21. Комплексометрическое титрование. 22. Осадительное титрование. 23. Кинетические методы
<p>Метрология и хемометрика, математизация анализа</p>	<ol style="list-style-type: none"> 24. Результат анализа как случайная величина. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация. 25. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. 26. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. 27. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа. 28. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. 29. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. 30. Компьютерные методы в аналитической химии. Пути использования ЭВМ в аналитической химии. 31. Многомерные данные в химическом анализе. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения.

<p>Автоматизация анализа</p>	<p>32. Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля, периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке.</p> <p>33. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа, роботы.</p> <p>34. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов.</p>
-------------------------------------	--

ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-телекоммуникационных технологий

<p>Физико-химические методы анализа</p>	<p>35. Электрохимические методы.</p> <p>36. Потенциометрия.</p> <p>37. Кулонометрия.</p> <p>38. Вольтамперометрия.</p> <p>39. Кондуктометрия.</p> <p>40. Методы атомной оптической спектроскопии.</p> <p>41. Атомно-эмиссионная спектроскопия.</p> <p>42. Атомно-абсорбционная спектрометрия.</p>
--	---

	<p>43. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. 44. Методы рентгеновской и электронной спектроскопии. 45. Методы рентгеноспектрального анализа (РСА). 46. Методы молекулярной оптической спектроскопии. 47. Спектрофотометрия. 48. Люминесцентные методы. 49. ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. 50. Методы масс-спектрометрии. 51. Резонансные спектроскопические методы. 52. Ядерно-физические и радиохимические методы. 53. Активационный анализ. 54. Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления. Общая характеристика и применение. 55. Методы локального анализа и анализа поверхности. 56. Теория равновесной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. 57. Детекторы. 58. Классификация хроматографических методов. 59. Газовая хроматография. 60. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. 61. Газо-жидкостная хроматография. 62. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. 63. Сверхкритическая флюидная хроматография. 64. Жидкостная хроматография. 65. Высокоэффективная жидкостная хроматография 66. Ионнообменная хроматография. 67. Ионная хроматография. 68. Ион-парная хроматография. 69. Эксклюзионная хроматография. Аффинная хроматография. 70. Тонкослойная хроматография. 71. Проточно-инжекционный анализ. 72. Процессы и реакции, находящиеся в основе методов разделения. 73. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. 74. Сорбционные методы. 75. Экстракция. 76. Осаждение и соосаждение. 77. Электровыделение, цементация, электрофорез, изотахофорез.</p>
<p>Биологические и биохимические методы анализа</p>	<p>78. Биологические методы Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы). 79. Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов.</p>

Анализ конкретных объектов	80. Аналитический цикл и стадии анализа. 81. Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы, получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений. 82. Основные объекты. Геологические объекты. Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности. Материалы атомной промышленности. Органические вещества. Биологические и медицинские объекты. Пищевые продукты. Объекты окружающей среды. Специальные объекты: токсичные и радиоактивные, взрывчатые и легко воспламеняющиеся вещества, газы, космические и археологические объекты.
-----------------------------------	---

3.2 Кейс-задачи

Шифр и наименование компетенции: ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-телекоммуникационных технологий

83.	Обоснуйте выбор метода (методов) определения конкретных компонентов реального объекта и возможный способ пробоподготовки, учтите природу объекта и уровень содержания компонента.
-----	---

Критерии и шкалы оценки:

Кейс-задача оценивается по уровневой шкале

- **«первый уровень обученности»**, компетенция не освоена, **недостаточный** уровень освоения компетенции – аспирант не составил уравнение реакции;
- **«второй уровень обученности»**, компетенция освоена, **базовый** уровень освоения компетенции – аспирант составил уравнение реакции, однако допустил ошибки в составлении уравнения;
- **«третий уровень обученности»**, компетенция освоена, **повышенный** уровень освоения компетенции – аспирант составил уравнение реакции, однако допустил ошибки в расчете термодинамических критериев самопроизвольности реакции;
- **«четвертый уровень обученности»**, компетенция освоена, **повышенный** уровень освоения компетенции – аспирант составил уравнение реакции, осуществил расчет термодинамических и кинетических критериев самопроизвольности реакции.
- **оценка «удовлетворительно»** выставляется аспиранту, если он продемонстрировал **второй уровень обученности**;
- **оценка «хорошо»** выставляется аспиранту, если он продемонстрировал **третий уровень обученности**;
- **оценка «отлично»** выставляется аспиранту, если он продемонстрировал **четвёртый уровень обученности**;
- **оценка «неудовлетворительно»**, выставляется аспиранту, если он продемонстрировал **первый уровень обученности**.

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 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;

- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

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

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/не зачтено, удовлетворительно, хорошо, отлично)	Уровень освоения компетенции
ОПК-1 - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-телекоммуникационных технологий					
Знать: – методологию изучения современных научных методов аналитической химии	Собеседование	Формулировка целей и задач, решаемых аналитической химией. Оценка роли химического анализа в решении проблем экологии, промышленности, здоровья, сохранения, быта.	Аспирант знает принципы и области использования основных методов химического анализа; основные этапы качественного химического анализа. особенности объектов анализа; возможности и ограничения применения важнейших методов исследования.	Зачтено/ 60-100; Удовлетворительно/60-74,9;	Освоена (базовый)
			Аспирант не отвечает на вопросы.	Хорошо/75-89,9; Отлично/90-100.	Освоена (повышенный)
				Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
Уметь: -выделять и систематизировать основные идеи; анализировать и критически оценивать информацию о новых научных методах и подходах вне зависимости от источни-	Собеседование	Уровень умения выделить, сформулировать основные цели и задачи исследования, способность критической оценки возможности метода	Аспирант умеет выделить, сформулировать основные цели и задачи исследования, критически оценивает возможности метода и методики анализа, решать проблему с применением творческих и эвристических подходов	Зачтено/ 60-100; Удовлетворительно/60-74,9;	Освоена (базовый)
				Хорошо/75-89,9; Отлично/90-100.	Освоена (повышенный)

ка; творчески сочетать применение стандартных и новых приемов при решении аналитических задач		и методики анализа, решать проблему с применением творческих и эвристических подходов	Аспирант не отвечает на вопросы, не понимает сущности.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
Владеть: - навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации о новых научных методах и подходах в области аналитической химии.	Собеседование	Уровень освоения в получении информации на основании	Аспирант владеет методологией сбора, обработки, критического анализа и систематизации ин-	Зачтено/ 60-100; Удовлетворительно/60-74,9;	Освоена (базовый)
		полученных экспериментальных результатов, ее описание, интерпретация полученных результатов	формации о новых научных методах и подходах в области аналитической химии.	Хорошо/75-89,9; Отлично/90-100.	Освоена (повышенный)
			Аспирант не отвечает на вопросы и/ или не понимает сущности методов/ методик	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)

ПК-1 - способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.02 Аналитическая химия.

Знать: - роль химического анализа, место аналитической химии в системе наук, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, теоретические основы методов анализа их возможности и ограничения применения важнейших объектов анализа.	Собеседование	Теоретические основы химических, физических, физико-химических и биологических методов анализа общих вопросов	Аспирант не отвечает на вопросы.	Неудовлетворительно / 0-59	Не освоена (недостаточный)
			Аспирант отвечает на вопросы, не может оценить возможности методов анализа.	Удовлетворительно/60-74,9;	Освоена (базовый)
			Аспирант отвечает на вопросы, критически оценивает возможности методов анализа, формулирует их преимущества и ограничения.	Хорошо/75-89,9; Отлично/90-100.	Освоена (повышенный)

<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать методы анализа и применять их в решении конкретных аналитических задач. 	<p>Кейс-задание</p>	<p>Правильность выбора метода определения вещества на основании его свойств.</p>	<p>Аспирант не справился с заданием и /или с ошибками приводит объяснение</p>	<p>Неудовлетворительно / 0-59</p>	<p>Не освоена (недостаточный)</p>
			<p>Аспирант на основании справочных свойств о веществе правильно выбирает и обосновывает метод определения вещества.</p>	<p>Удовлетворительно/60-74,9;</p>	<p>Освоена (базовый)</p>
			<p>Аспирант не знает аналитических реакций или условий их проведения, не понимает сущности и не ориентируется в методах анализа.</p>	<p>Хорошо/75-89,9; Отлично/90-100.</p>	<p>Освоена (повышенный)</p>
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основами химического и физико-химического анализа соединений различной природы, навыками работы на приборах и интерпретации экспериментальных данных, в т.ч. с использованием литературных данных; метрологическими основами анализа. 	<p>Кейс-задачи</p>	<p>Правильность и обоснованность выбора метода анализа, построение основных зависимостей, последовательность выполнения методики измерений, пробоподготовка, влияние мешающих компонентов и эффекта матрицы, представление результатов. Навыки работы на приборах</p>	<p>Аспирант не справился с поставленной задачей.</p>	<p>Неудовлетворительно 0-59</p>	<p>Не освоена (недостаточный)</p>
			<p>Аспирант правильно выбрал и обосновал выбор метода анализа, изобразил основные зависимости, описал последовательность выполнения методики измерений, выбрал и обосновал способ пробоподготовки.</p>	<p>Удовлетворительно/60-74,9;</p>	<p>Освоена (базовый)</p>
			<p>Аспирант правильно выбрал и обосновал выбор метода анализа, изобразил основных зависимости, описал последовательность выполнения методики измерений, выбрал способ пробоподготовки, оценил влияние мешающих компонентов и эффект матрицы, объяснил сущность записи результатов измерений.</p>	<p>Хорошо/75-89,9; Отлично/90-100.</p>	<p>Освоена (повышенный)</p>