

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Хагуров Т.А.
2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03 РЕНТГЕНОВСКИЕ МЕТОДЫ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ
ХИМИИ**

Направление подготовки/специальность 04.04.01 – Химия

Направленность (профиль) / Аналитическая химия

Форма обучения Очная

Квалификация (степень) выпускника Магистр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Рентгеновские методы в аналитической химии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия

Программу составили: Л.В. Васильева, с.н.с., к.х.н.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Рентгеновские методы в аналитической химии» обсуждена и утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 7 от 13 апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от 17 апреля 2025г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензент:

Афонин А.С., генеральный директор ООО «ИнжЭкоПроект»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, основной образовательной программой магистратуры по направлению подготовки 04.04.01 – Химия целью дисциплины «Рентгеновские методы в аналитической химии» является формирование у студентов современных представлений о рентгеновских методах анализа и области их применения в практике производственных и научно-исследовательских лабораторий.

1.2 Задачи дисциплины.

Основными задачами являются:

- формирование системного представления о методах рентгеновского анализа, их особенностях, проблемах реализации и областях применения;
- освоение современных приборных средств рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализа и возможностей их программного обеспечения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Рентгеновские методы в аналитической химии» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана и базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин «Кристаллография», «Физика», «Математика», «Аналитическая химия», «Современные методы аналитической химии». В курсе прослеживается тесная связь с разделами метрологии, аналитической химии.

Изучение дисциплины «Рентгеновские методы в аналитической химии» дает основу для изучения последующих курсов: «Методы молекулярного анализа в аналитической химии», «Теория и практика спектральных методов анализа» и выполнения выпускной квалификационной работы.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных и общепрофессиональных компетенций (ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук	Основные направления развития рентгеновских методов	Применять полученные знания в области рентгеновских методов анализа для решения конкретных научно-исследовательских и производственных задач	Методологическими приемами, позволяющими грамотно оценивать аналитические возможности и потенциал рентгеноспектральных методов анализа и применять их на практике

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы) 2 (216)
Контактная работа, в том числе:		64,3	64,3
Аудиторные занятия (всего):		64	64
Занятия лекционного типа		32	32
Лабораторные занятия		32	32
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работа (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		116	116
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		43	43
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		20	20
Реферат		20	20
Подготовка к текущему контролю		33	33
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоемкость	час.	216	216
	в том числе контактная работа	64,3	64,3
	зач.ед	6	6

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре (*очная форма*)

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Теоретические основы рентгеноспектрального анализа. Классификация рентгеновских методов анализа.	24	4	—	-	20
2	Рентгеноспектральная аппаратура	20	4	—	-	16

№ раз-дела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
3	Рентгенофлуоресцентный метод анализа	64	12	–	12	40
4	Порошковая рентгеновская дифракция	72	12	–	20	40

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Теоретические основы рентгеноспектрального анализа Классификация рентгеновских методов анализа	Природа и свойства рентгеновских лучей. Возникновение рентгеновского излучения (тормозное, характеристическое). Номенклатура рентгеновских линий. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом (закон Мозли, ослабления, Оже-эффект, рассеяние, выход рентгеновской флуоресценции). Дифракция рентгеновского излучения, закон Вульфа-Брегга. Рентгеновские методы анализа (классификация и применение).	Устный опрос, Р
2	Рентгеноспектральная аппаратура	Блок-схемы рентгеновских спектрометров (с волновой дисперсией, энергетической дисперсией, полного отражения). Источники излучения. Типы рентгеновских трубок, генератор. Кристаллы-анализаторы. Способы регистрации и разложения рентгеновского излучения в спектр. Типы рентгеновских детекторов (пропорциональный (газопроточный), сцинтилляционные полупроводниковые). Фильтры первичного излучения. Коллиматоры. Методы разложения рентгеновского излучения в спектр. Метрологические характеристики.	Устный опрос, ЛР, Р
3	Рентгенофлуоресцентный метод анализа	Качественный и количественный РФА. Постановка задачи. Отбор и подготовка пробы. Гомогенизация пробы для РФА (растворение, прессование порошков, сплавление). Шлифовка и полировка поверхности сплавов. Особенности приготовления образцов сравнения для РФА. Выбор оптимальных	Устный опрос, ЛР, Р

		условий проведения РФА. Способы количественного анализа. Основная формула РФА и ее анализ. Матричные эффекты. Расчет содержаний элементов - способы РФА: внешнего стандарта, добавок, внутреннего стандарта, стандарта-фона, фундаментальных параметров, теоретических поправок (α -коррекция), эмпирические уравнения. Применение РФА в экологии, современных технологиях, геологии, геохимии и др. областях.	
4	Порошковая рентгеновская дифракция	Теоретические основы метода рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновского излучения. Методы рентгенографии монокристаллов и поликристаллов. Камера Дебая. Дифрактометр с точечным детектором и фокусировкой по Брэггу-Брентано. Симметрия кристаллов. Элементарная ячейка. Сингонии кристаллов. Решетки Бравэ. Системы и классы кристаллов. Рентгенодифракционный спектр. Рентгенофазовый анализ. Качественный фазовый анализ. Базы данных, картотеки- Powder Diffraction Standards – PDS, Powder Diffraction Files – PDF). Количественный фазовый анализ.	Устный опрос, ЛР, Р

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Учебным планом занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Качественный и полуколичественный анализ почв. Способ ФП.	Отчет по лабораторной работе
2.	Количественный анализ металлических сплавов рентгенофлуоресцентным методом с энергетической дисперсией	Отчет по лабораторной работе
3.	Качественный рентгенофазовый анализ порошкового образца	Отчет по лабораторной работе
4.	Количественный рентгенофазовый анализ порошкового образца.	Отчет по лабораторной работе
5.	Определение параметров кубической элементарной ячейки по дифрактограмме	Отчет по лабораторной работе
6.	Анализ ширины линий. Определение среднего размера кристаллитов	Отчет по лабораторной работе

7.	Определение минерального состава глины. Получение ориентированных препаратов.	Отчет по лабораторной работе
----	---	------------------------------

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

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

Обеспечение обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическими ресурсами осуществляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного материала, подготовка рефератов, подготовка к экзамену	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания/ сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2018. 89 с. 2. Учебники из списка основной литературы

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются 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.

3. Образовательные технологии.

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование, и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий).

В процессе освоения данной учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции, лабораторные работы. Предусмотрены контактные часы, в рамках которых преподаватель, с одной стороны, оказывает индивидуальные консультации по ходу выполнения самостоятельных заданий, а с другой стороны, осуществляет контроль и оценивает результаты этих заданий. Для фиксации творческого продвижения используется обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп. Некоторые разделы теоретического курса рассматриваются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- работа с конспектом лекции;
- подготовка к лабораторной работе;
- написание рефератов;
- обработка результатов лабораторных работ;
- поиск информации в сети Интернет и литературе;
- подготовка к сдаче экзамена.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль осуществляется в устной форме в процессе выполнения лабораторных работ. Промежуточный контроль проводится в виде опроса и собеседования при сдаче лабораторных работ. Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Примерные темы рефератов:

1. Рентгеновские методы анализа (классификация и применение).
2. Энергодисперсионные спектрометры.
3. Спектрометры с волновой дисперсией
4. Применение рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового методов анализа в анализе силикатного сырья.
5. Источники погрешности при рентгенофлуоресцентном методе анализа.
6. Тенденции развития рентгенофлуоресцентных методов.
7. Достоинства и недостатки рентгенофлуоресцентных спектрометров с волновой и энергетической дисперсией.
8. Элементный анализ с использованием рентгенофлуоресцентного метода анализа для скрининга элементных примесей в фармацевтических продуктах и полупродуктах.
9. Сущность метода рентгенофазового анализа
10. Способы получения рентгенограмм
11. Рентгеновские дифрактометры

Отметка «зачтено» по реферату выставляется если:

реферат (доклад) демонстрирует творческую самостоятельную работу студента, выделены основные вопросы, проблемы, положения, рассматриваемые в реферируемой литературе по выбранной теме, раскрыто содержание поставленных вопросов, сформулированы результаты, выводы, обобщения, личная точка зрения. Работа структурирована и оформлена в соответствии с правилами описания печатных трудов.

Отметка «не зачтено» по реферату выставляется если:

реферат не имеет признаков реконструктивной самостоятельной работы, не сформулированы проблемы, выводы, не сделаны обобщения, отсутствует список использованной литературы.

4.1.2 Примеры вопросов для подготовки к опросу:

1. Зависит ли появление рентгенофлуоресцентной линии в спектре от энергии возбуждающего излучения? Почему?

2. Зависит ли положение рентгенофлуоресцентной линии в спектре от энергии возбуждающего излучения? Почему?

3. В каком порядке расположены рентгеновские линии $NaK\alpha$, $MgK\alpha$, $AlK\alpha$ в волновом и энергетическом спектре? Обоснуйте ответ.

4. Какие элементы – легкие или тяжелые – можно определить рентгенофлуоресцентным методом с большей чувствительностью? Обоснуйте ответ.

5. Перечислите достоинства и недостатки рентгенофлуоресцентных спектрометров с волновой и энергетической дисперсией.

6. Что такое «матричные эффекты»? почему в количественном рентгенофлуоресцентном анализе многокомпонентных объектов проблема матричных эффектов особенно актуальна?

7. Рентгенофлуоресцентный метод относится к группе методов аналитической атомной спектроскопии. Нужно ли атомизировать пробу для проведения рентгенофлуоресцентного анализа?

8. От чего зависит погрешность результатов количественного рентгенофлуоресцентного анализа твердого тела?

9. Почему в рентгенофлуоресцентном анализе увеличение мощности рентгеновской трубки не приводит к пропорциональному росту чувствительности методики определения?

10. Назовите факторы, ограничивающие чувствительность рентгенофлуоресцентного метода.

11. Назовите основную формулу количественного рентгенофлуоресцентного анализа и опишите ее составляющие.

12. Какая основная задача рентгенофлуоресцентного метода

13. Что такое дифрактограмма?

14. Какую информацию можно извлечь из дифрактограммы поликристалла?

15. Как полученную экспериментально дифрактограмму приводят к сжатому виду и зачем?

16. Что такое элементарная ячейка?

17. Чем отличаются между собой семь основных классов симметрии кристаллов (сингоний)? На какие группы они делятся?

18. Как класс симметрии кристалла влияет на характер дифрактограммы?

19. Что означают числа индексов кристаллографических плоскостей hkl и индексов отражения hkl ?

20. Какие физические явления происходят при облучении твердого вещества рентгеновскими квантами?
21. Какова длина волны рентгеновского излучения, применяемого в дифрактографии? Чем задается и на что влияет длина волны рентгеновского излучения, выбранного для съемки дифрактограммы?
22. В каком диапазоне углов 2θ и почему проводят съемку дифрактограмм в случаях качественного анализа, количественного анализа, анализа ширины линий?
23. В чем сущность качественного рентгенофазового анализа?
24. Опишите структуру базы данных PDF – эталонных порошковых дифрактограмм.
25. Назовите и поясните основные методы количественного рентгенофазового анализа

Отметка «**зачтено**» за вопрос выставляется если:
дан полный, правильный ответ на основе изученных теорий.

Отметка «**не зачтено**» за вопрос выставляется если:
ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2. Пример экзаменационного билета

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет химии и высоких технологий

Экзамен по дисциплине “Рентгеновские методы в аналитической химии”

Направление подготовки – 04.04.01 Химия

Профиль подготовки – «Аналитическая химия»

Билет № 1

1. Основные свойства и природа рентгеновского излучения.
 2. Дифракция рентгеновских лучей в кристалле. Кристалл как дифракционная решетка. Условие Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.
 3. Флуоресцентное излучение. Интенсивность линий спектра, возбужденным монохроматическим рентгеновским излучением.
- Заведующий кафедрой аналитической химии, д.х.н., профессор _____ З.А. Темердашев

4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные свойства и природа рентгеновского излучения.
2. Спектральное распределение характеристического излучения.
3. Спектральное распределение тормозного излучения.
4. Рентгеновский спектр. Номенклатура линий.
5. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Закон Мозли. Выход флуоресценции.
6. Рассеяние рентгеновского излучения. Дифракция на монокристалле.
7. Флуоресцентное излучение. Интенсивность линий спектра, возбужденным монохроматическим рентгеновским излучением.
8. Интенсивность флуоресцентного излучения многокомпонентного образца при смешанном рентгеновском возбуждении.
9. Зависимость интенсивности флуоресценции от химического состава образца

10. Рентгеновские трубки.
11. Разложение рентгеновского спектра. Кристалл-анализаторы. Методы фокусировки рентгеновского излучения: Соллера, Кошуа, Иоганна, Иоганссона.
12. Детекторы рентгеновского излучения. Пропорциональный. Сцинтилляционный. Полупроводниковый. Счетчик Гейгера-Мюллера.
13. Пробоподготовка: растворов, малых количеств вещества, порошковых материалов, металлов и сплавов.
14. Проблемы при определении концентрации элементов: влияние матрицы, влияние величины зерна и качества поверхности. Внешние стандарты.
15. Способы рентгенофлуоресцентного анализа. Прямой способ внешнего стандарта.
16. Способ калибровки: уравнение связи (способ Бритти и Брисси), уравнение множественной регрессии, способ фундаментальных параметров.
17. Способ добавок. Способ внутреннего стандарта. Способ стандарта-фона.
18. Дифракция рентгеновских лучей в кристалле. Кристалл как дифракционная решетка. Условие Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.
19. Методы получения рентгеновской дифракции. Метод порошка
20. Регистрация дифрагированного рентгеновского излучения. Устройство и принципы работы дифрактометров.
21. Симметрия кристаллов. Элементарная ячейка. Сингонии кристаллов.
22. Решетки Бравэ. Системы и классы кристаллов.
23. Рентгенофазовый анализ. Методы качественного фазового анализа.
24. Методы количественного фазового анализа.
25. Определение размера кристаллитов по уширению интерференционных линий методом аппроксимации.
26. Области применения рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового методов анализа.

Критерии оценки:

- **отметка «отлично»** выставляется с учетом сформированности компетенций, если дан полный, правильный ответ, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом;
- **отметка «хорошо»** выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя
- **отметка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения
- **отметка «неудовлетворительно»** выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала

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 экзамене;

– 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.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Структура и свойства кристаллических материалов : учебное пособие / В. А. Исаев ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2019. - 121 с. : ил. - Библиогр.: с. 118-120.
2. Структурная неорганическая химия / У. Мюллер ; пер. с англ. А. М. Самойлова, Е. С. Рембезы под ред. А. М. Ховива. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 331-337.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов. Т. 2 / под ред. А. А. Ищенко. - М. : Академия, 2010. - 412 с.
4. Методы математической статистики в аналитической химии : учебное пособие для студентов вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. - 347 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт»:

1. Кристаллофизика и кристаллохимия : учебное пособие / Ю. М. Басалаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Кемеровский государственный университет». - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 403 с. - http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=278304

5.2 Дополнительная литература:

1. Отто, М. Современные методы аналитической химии / М. Отто, пер. с нем. Под ред. А.В. Гармаша. – М.: Техносфера. – 2008. – 543с.
2. Спектральные методы анализа : практическое руководство : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина и др. ; под ред. В. Ф. Селеменева и В. Н. Семенова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014.
3. Основы аналитической химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям : в 2 т. Т. 2 / [Н. В. Алов и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2014. - 410 с.
4. Прикладной химический анализ : практическое руководство : [пособие] / [Ю. А. Барбалат и др. ; под. ред. Т. Н. Шеховцовой, О. А. Шпигуна, М. В. Попика] . - [Москва] : Изд-во Московского университета, 2010. - 455 с.
5. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии : Учебное пособие / А.Н. Смагунова, Г.В. Пашкова, Л.И. Белых. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 120 с. - <https://e.lanbook.com/book/98248>

5.3. Периодические издания:

«Журнал аналитической химии», Россия, Москва. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», Россия, Москва. Журнал прикладной спектроскопии», Республика Беларусь, Минск.

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Работа с конспектом лекций

Просмотреть конспект необходимо сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

Перед посещением лаборатории необходимо изучить теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомиться с руководством по соответствующей работе и подготовить протокол проведения работы, в который заносится:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории.

Для подготовки к защите отчета по лабораторной работе следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими

положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе.

Методические рекомендации по написанию реферата/доклада/сообщения

Реферат — письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, доклад — 5-6 печатных страниц, сообщение — 1-2 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца). Реферат/доклад/сообщение должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу.

Общие требования к тексту. Текст должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью. Раскрытие темы предполагает, что в тексте излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы; связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность — смысловую законченность текста.

План реферата. Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану — мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения.

Введение — начальная часть текста. Во введении аргументируется актуальность исследования, — т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи.

Основная часть. Основная часть раскрывает содержание темы. В ней обосновываются основные тезисы, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса. Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты. План основной части может быть составлен с использованием различных методов группировки материала: классификации (эмпирические исследования), типологии (теоретические исследования), периодизации (исторические исследования).

Заключение. В ней краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования.

Список использованной литературы. Работа любого уровня сложности обязательно сопровождается списком используемой литературы. Названия книг в списке располагают по алфавиту с указанием выходных данных использованных книг.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

7.1 Перечень информационных технологий.

- консультирование и предварительная проверка работ посредством электронной почты.
- использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. В курсе лабораторных работ используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Word, Excel), «EDX Software DPX-700 E 1.00 Rel. 017», XRD-7000 (P/N 305-20256-01). Специализированные обучающие компьютерные программы по отдельным разделам или темам не используются.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

Обучающимся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, профессиональным справочным и поисковым системам:

Электронно-библиотечная система (ЭБС) BOOK.ru,

«Консультант студента» (www.studentlibrary.ru),

Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE",

Электронная библиотечная система "Юрайт",

Электронная библиотечная система Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

Электронная библиотечная система «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) (ауд.242С, 332С.)
2.	Лабораторные занятия	Специальное помещение, лаборатория, оснащенная следующим оборудованием: энергодисперсионный рентгенфлуоресцентный спектрометр EDX-800HS (Shimadzu, Япония), планетарная моно-мельница Pulverisette 6 (Fritsch, Германия), пресс для подготовки образцов «PARATUS» (ауд. 251С), Дифрактометр XRD-7000 («Shimadzu», Япония) (ауд.128 С).
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория (кабинет), оснащенная мебелью, доской меловой (ауд.242с, 252с)
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и

		обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
--	--	---