

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы атомной спектроскопии

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Аналитическая и медицинская химия в современных технологиях

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.06 Методы атомной спектроскопии относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	<p>ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p> <p>ПК-3-н.2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>ПК-3-н.1: Знать возможности методов атомной спектроскопии в идентификации, определении и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы техники безопасности. Владеть навыками работы с научными базами данных, учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом методов атомной спектроскопии.</p> <p>ПК-3-н.2: Уметь оценивать метрологические характеристики анализа; использовать аппаратуру методов атомной спектроскопии и применять её для решения конкретной задачи Знать основные алгоритмы математической обработки результатов химического анализа; отличия разных классов оборудования методов атомной спектроскопии Владеть приемами математической обработки результатов химического</p>	Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы

		эксперимента с помощью компьютерных технологий; приемами измерения аналитических сигналов в методах атомной спектроскопии		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36
- КСР	2
самостоятельная работа	88
Промежуточная аттестация	54 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Раздел 1. Общие вопросы методов атомной спектроскопии	27	6	6	12	15
Раздел 2. Аппаратура в методах ААС и АЭС	36	8	8	16	20
Раздел 3. Теоретические закономерности методов ААС и АЭС	36	8	8	16	20
Раздел 4. Практическая реализация методов ААС и АЭС	36	8	8	16	20
Раздел 5. Краткая характеристика метода РФА	25	6	6	12	13
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	216	36	36	74	88

Содержание разделов и тем дисциплины

- Тема 1. Спектроскопические методы анализа, их классификация. Явления, протекающие при взаимодействии ЭМИ с веществом. Атомные абсорбционные и эмиссионные спектры. Отличия от молекулярных. Естественная ширина атомных спектральных линий. Допплеровское и лоренцевское (столкновительное) уширения. Качественный и количественный анализ по атомным спектрам.
- Тема 2. Основные узлы приборов в спектральных методах анализа и их назначение. Отличие приборов для абсорбционной и эмиссионной спектроскопии. Источники излучения в ААС. Лампы с полым катодом. Безэлектродные лампы. Лазеры. Ксеноновые лампы. Атомизация в атомно-абсорбционной спектроскопии. Пламенная и электротермическая атомизация. Реализация, достоинства и недостатки. Методы атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионной спектроскопии. Пламена, электрическая дуга, искра, индуктивно-связанная плазма.
- Тема 3. Зависимость интенсивности спектральных линий в ААС от концентрации определяемого вещества. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Влияние неоднородности поглощающей среды. Спектральные (наложение линий, испускание и поглощение фона) и физико-химические помехи в методе ААС. Способы их устранения. Зависимость интенсивности спектральных линий в АЭС от концентрации определяемого вещества. Самопоглощение и самообращение. Уравнение Ломакина-Шайбе. Отклонения от закона и способы их устранения. Спектральные (наложение линий, самопоглощение, испускание фона) и физико-химические помехи в методе АЭС. Способы их устранения.
- Тема 4. Способы определения концентрации в методах атомной спектроскопии. Сравнение чувствительности и сходимости (воспроизводимости) в методах ААС и АЭС. Применение методов ААС и АЭС.
- Тема 5. Свойства рентгеновского излучения и его взаимодействие с веществом. Принципы работы и устройство рентгенофлуоресцентных спектрометров. Основные способы идентификации и определения концентрации в РФА.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Методы атомной спектроскопии" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3617>).

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

Какие методы называют спектроскопическими (оптическими)?

По каким основным признакам классифицируют спектроскопические методы?

Как классифицируют спектроскопические методы в зависимости от типа частиц, взаимодействующих с излучением?

Как классифицируют спектроскопические методы в зависимости от диапазона электромагнитного спектра?

Как классифицируют спектроскопические методы в зависимости от характера процесса взаимодействия излучения с веществом?

Какие методы называют эмиссионными?

Какие методы называют абсорбционными?

Какие методы называют флуоресцентными?

Какие методы называют элементными?

Почему методы ААС и АЭС являются элементными?

Почему метод РФА является элементным?

Что называют электромагнитным излучением?

Что называют длиной волны? В каких единицах она измеряется?

Что называют частотой электромагнитного излучения? В каких единицах она измеряется?

Что называют волновым числом? В каких единицах оно измеряется?

В каких единицах измеряется энергия ЭМИ?

В каком случае квант ЭМИ может быть поглощен (испущен) частицей?

Какое состояние частицы называют основным?

Какое состояние частицы называют возбужденным?

Что называют спектром ЭМИ?

На какие основные диапазоны делят спектр ЭМИ?

На чем основано деление спектра ЭМИ на области?

Каковы границы отдельных диапазонов спектра ЭМИ?

От чего зависит качественный вид спектра?

В чем особенности атомных спектров?

В чем особенности молекулярных спектров?

В каком случае возникают эмиссионные спектры?

В каком случае возникают абсорбционные спектры?

На что расходуется поглощенная энергия?

Как выглядят эмиссионные и абсорбционные спектры?

От чего зависит число линий в спектре частицы?

Какие линии называют аналитическими?

Почему аналитические линии называют последними?

Почему положение аналитических линий в абсорбционных и эмиссионных спектрах может не совпадать?

Что называют "уширением спектральной линии"?

Охарактеризуйте естественное уширение спектральной линии.

Охарактеризуйте доплеровское уширение спектральной линии.

Охарактеризуйте лоренцевское уширение спектральной линии.

Как пользуются спектрами для идентификации элементов?

Как пользуются спектрами для количественного определения элементов?

Из каких основных узлов состоит прибор для ААС?

Из каких основных узлов состоит прибор для АЭС?

Какие источники излучения применяют в ААС?

Как устроена лампа с полым катодом?

Охарактеризуйте спектр излучения ЛПК?

В чем заключается условие Уолша и почему оно выполняется для ЛПК?

Как устроена безэлектродная разрядная лампа?
Для определения каких элементов применяют безэлектродные разрядные лампы?
В чем важнейший недостаток ЛПК и безэлектродных ламп?
В чем достоинства ЛПК и безэлектродных ламп?
Какие основные типы атомизации применяют в ААС?
Какие основные составы горючих смесей применяют в горелках?
Какие процессы происходят с анализируемым раствором в пламени горелки?
В чем недостатки горелок?
Как устроен электротермический атомизатор?
В чем достоинства электротермического атомизатора?
В чем недостатки электротермического атомизатора?
Почему в АЭС используют более "горячие" источники атомизации, чем в ААС?
Какой способ атомизации в АЭС применяют обычно при анализе растворов?
Какой способ атомизации в АЭС применяют обычно при анализе твердых проб?
В чем достоинства и недостатки дугового атомизатора в АЭС?
В чем достоинства и недостатки искрового атомизатора в АЭС?
В чем достоинства и недостатки плазменного атомизатора в АЭС?
Какие способы монохроматизации излучения применяют в методах атомной спектроскопии?
Какие способы детектирования излучения применяют в ААС?
Какие способы детектирования излучения применяют в АЭС?
Как называют разные типы приборов, отличающиеся способами детектирования излучения?
Назовите основной закон в ААС.
В чем особенности использования основного закона в ААС?
Назовите основной закон в АЭС.
От чего зависит коэффициент пропорциональности в основном законе АЭС?
Что называют "самопоглощением"?
Как меняется коэффициент самопоглощения в уравнении Ломакина-Шайбе с ростом концентрации?
В каких координатах строят градуировочный график в АЭС?
Какие помехи называют "спектральными"?
Какие помехи называют "физико-химическими"?
Как устраняют спектральные помехи?
Как устраняют физико-химические помехи?
Какие причины приводят к отклонениям от закона Бугера-Ламберта-Бера в ААС?
Как избежать наложения спектральных линий разных элементов в ААС?
Как уменьшить влияние испускания фона в ААС?
Как уменьшить влияние поглощения фона в ААС?
Как уменьшить влияние физико-химических помех в ААС?
Как уменьшить влияние спектральных помех в АЭС?
Как уменьшить влияние физико-химических помех в АЭС?
Опишите применение способа градуировочного графика в методе ААС.
Опишите применение способа градуировочного графика в методе АЭС.
Сколько стандартных образцов готовят для построения градуировочных графиков в ААС и АЭС?
В чем достоинства способа добавок?
Как оценивают нижнюю границу определяемых содержаний?

- Какие значения характеризуют нижнюю границу определяемых содержаний разных вариантов ААС?
- Какова воспроизводимость в ААС?
- Какие значения характеризуют нижнюю границу определяемых содержаний разных вариантов АЭС?
- Какова воспроизводимость в АЭС?
- Почему роль АЭС в идентификации состава исключительно велика?
- Для решения каких задач применяют ААС с пламенной атомизацией?
- Для решения каких задач применяют ААС с электротермической атомизацией?
- Для решения каких задач применяют АЭС с разными вариантами атомизации?
- Опишите возникновение аналитического сигнала в РФА.
- Почему РФА относится к элементным методам анализа?
- Как выполняют идентификацию элементов методом РФА?
- На каком уравнении основано количественное определение методом РФА?
- Какие способы применяют для количественного анализа в РФА?
- В чем особенность "способа фундаментальных параметров"?
- Что называют "матричным эффектом"?
- Почему примеси вызывают матричный эффект в РФА?
- Как уменьшить влияние матричного эффекта в РФА?
- Из каких основных узлов состоит прибор для РФА?
- Каков круг элементов, определяемых РФА?
- Как связана чувствительность определения методом РФА и характеристики элемента?
- Пробы какого агрегатного состояния обычно анализируют методом РФА?
- Где применяют метод РФА?
- В чем важнейшие достоинства метода РФА?
- Охарактеризуйте возможности определения методом РФА.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие	При решении	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонс

	минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	трированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	трированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Атомные абсорбционные и эмиссионные спектры. Отличия от молекулярных. Естественная ширина атомных спектральных линий. Допплеровское и лоренцевское (столкновительное) уширения. Качественный и количественный анализ по атомным спектрам.
2. Основные узлы приборов в спектральных методах анализа и их назначение. Отличие приборов для абсорбционной и эмиссионной спектроскопии.
3. Источники излучения в ААС. Лампы с полым катодом. Безэлектродные лампы. Лазеры. Ксеноновые лампы.
4. Атомизация в атомно-абсорбционной спектроскопии. Пламенная и электротермическая атомизация. Реализация, достоинства и недостатки.
5. Методы атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионной спектроскопии. Пламена, электрическая дуга, искра, индуктивно-связанная плазма.
6. Зависимость интенсивности спектральных линий в ААС от концентрации определяемого вещества. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Влияние неоднородности поглощающей среды.
7. Спектральные (наложение линий, испускание и поглощение фона) и физико-химические помехи в методе ААС. Способы их устранения.
8. Зависимость интенсивности спектральных линий в АЭС от концентрации определяемого вещества. Самопоглощение и самообращение. Уравнение Ломакина-Шайбе. Отклонения от закона и способы их устранения.
9. Спектральные (наложение линий, самопоглощение, испускание фона) и физико-химические помехи в методе АЭС. Способы их устранения.
10. Способы определения концентрации в методах атомной спектроскопии.
11. Сравнение чувствительности и сходимости (воспроизводимости) в методах ААС и АЭС.
12. Применение методов ААС и АЭС.
13. Свойства рентгеновского излучения и его взаимодействие с веществом.
14. Принципы работы и устройство рентгенофлуоресцентных спектрометров.
15. Основные способы идентификации и определения концентрации в РФА.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все

Оценка	Критерии оценивания
	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

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

Основная литература:

1. Основы аналитической химии : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим. направлениям : в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю. А. Золотова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2014. - 400 с. - (Высшее образование. Естественные науки). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-4468-0517-4 (т. 1) : 1015.90., 4 экз.
2. Основы аналитической химии : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим. специальностям : в 2 т. Т. 2 / под ред. Ю. А. Золотова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2014. - 416 с. - (Высшее образование. Естественные науки). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-4468-0518-1 (т. 2) : 1019.90., 4 экз.
3. Кристиан Гэри. Аналитическая химия = Analytical Chemistry : [пер. с англ.] : в 2 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011-. - (Лучший зарубежный учебник). Аналитическая химия . Т. 1 / пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Кольчевой, Г. В. Прохоровой ; вступ. ст. Ю. А. Золотова. - М., 2011. - 623 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-390-6 (т. 1) : 364.00., 4 экз.

4. Кристиан Гэри. Аналитическая химия = Analytical Chemistry : [пер. с англ.] : в 2 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011-. - (Лучший зарубежный учебник). Аналитическая химия : в 2 т. Т. 2 / пер. с англ. А. В. Гармаша [и др.]. - М., 2011. - 504 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-391-3 (т. 2) : 362.89., 4 экз.

Дополнительная литература:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии / пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - 2-е испр. изд. - М. : Техносфера, 2006. - 416 с. - (Мир химии). - ISBN 5-94836-072-5 : 275.00., 6 экз.
2. Васильев Владимир Павлович. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям : [в 2 кн.]. - 6-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2007-. - (Высшее образование). Аналитическая химия. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 383, [1] с. : ил. - Предм. указ.: с. 371 - 375. - ISBN 978-5-358-03522-5 (кн. 2) : 128.00., 4 экз.
3. Харитонов Юрий Яковлевич. Аналитическая химия. Аналитика : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 559 с. : ил. - ISBN 5-06-003965-X (кн. 2). - ISBN 5-06-003966-8 : 90.75., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Абражеев Р.В. Методы атомной и молекулярной спектроскопии в аналитической химии. Электронный управляемый курс в среде MOODLE. <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=819>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Абражеев Ростислав Владиславович, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.