

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от

Рабочая программа дисциплины

Инструментальные методы анализа

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Профиль (направленность) «Химия и материаловедение»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная, очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
аналитической химии химического факультета ННГУ

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Инструментальные методы анализа», относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.03.ДВ.02.02), является дисциплиной по выбору для студентов очной формы обучения на четвертом году обучения в 7 семестре и для студентов очно-заочной формы обучения на пятом году обучения в 9 семестре.

Инструментальные методы анализа играют важную роль в аналитической химии. Для решения практических задач и успешного дальнейшего развития этих методов анализа в будущем, студент должен глубоко усвоить теоретические основы современной аналитической химии.

Изучение дисциплины основано на решении следующих задач: определение места инструментальных методов в ряду современных методов анализа, знакомство с теоретическими основами и получение навыков практической работы на распространенных аналитических приборах. Содержание дисциплины направлено на ознакомление студентов с методами аналитической химии по идентификации и определению как предельно низких, так и высоких концентраций веществ с необходимой точностью.

Дисциплина опирается на материалы курсов неорганической, аналитической и физической химии, физики, математического анализа.

Целью дисциплины является формирование у обучающихся представлений о теоретических основах инструментальных методов анализа и его применении в количественном химическом анализе и научных исследованиях.

Задачами дисциплины являются изучение теоретических основ инструментальных методов анализа; изучение области применения инструментальных методов анализа, способов определения концентрации, способов повышения селективности и чувствительности анализа, ограничения метода; обучение выбору и эффективному использованию инструментальных методов анализа, оптимальных для решения конкретных аналитических задач; формирование навыков практической работы на аналитических приборах.

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**	
ПК-1-н Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских	ПК-1-н-1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Уметь выбрать лучший вариант и методику инструментального определения веществ в реальных объектах. Знать перспективы развития и возможности инструментальных методов анализа, основные области их применения. Владеть приемами работы на аналитическом оборудовании.	Собеседование, контрольная работа, экзамен

задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<i>ПК-1-н-2</i> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	<i>Уметь</i> оценивать метрологические характеристики анализа <i>Знать</i> основные алгоритмы математической обработки результатов химического анализа <i>Владеть</i> приемами математической обработки результатов химического эксперимента с помощью компьютерных технологий	Собеседование, контрольная работа, экзамен
	<i>ПК-1-н-3</i> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	<i>Уметь</i> использовать аппаратуру для инструментальных методов и применять её для решения конкретной задачи <i>Знать</i> отличия разных классов аналитического оборудования <i>Владеть</i> приемами измерения важнейших аналитических сигналов	Собеседование, контрольная работа, экзамен
	<i>ПК-1-н-4</i> Готовит объекты исследования	<i>Уметь</i> выбрать лучший вариант и методику пробоподготовки, опираясь на возможности метода, характеристики чувствительности и избирательности. <i>Знать</i> особенности процедур пробоподготовки в аналитическом эксперименте <i>Владеть</i> навыками пробоподготовки	Собеседование, контрольная работа, экзамен
<i>ПК-2-н</i> Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	<i>ПК-2-н-1</i> Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	<i>Знать</i> возможности инструментальных методов в идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы техники безопасности. <i>Владеть</i> навыками работы с научными базами данных, учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом инструментальных методов анализа.	Собеседование, контрольная работа, экзамен
<i>ПК-3-н</i> Способен осуществлять контроль качества веществ и	<i>ПК-3-н-1</i> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов	<i>Уметь</i> использовать учебно-научную фотометрическую аппаратуру инструментальных методов и применять её для решения конкретной задачи. <i>Знать</i> принципы измерения	Собеседование, контрольная работа, экзамен

материалов		важнейших аналитических сигналов. <i>Владеть</i> навыками решения конкретных прикладных задач с привлечением инструментальных методов анализа	
	<i>ПК-3-н-2</i> Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	<i>Уметь</i> представить результат анализа. <i>Знать</i> требования по оформлению отчетов по научно-исследовательской работе. <i>Владеть</i> базовыми навыками оформления результатов аналитического эксперимента.	Собеседование, контрольная работа, экзамен
<i>ПК-1-т</i> Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	<i>ПК-1-т-1</i> Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР	<i>Уметь</i> обрабатывать результаты количественного химического анализа <i>Знать</i> последовательность этапов аналитического цикла и их особенности <i>Владеть</i> базовыми навыками отбора и подготовки пробы	Собеседование, контрольная работа, экзамен
	<i>ПК-1-т-3</i> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	<i>Уметь</i> выбирать оптимальный инструментальный метод и виды оборудования для решения конкретных задач <i>Знать</i> возможности инструментальных методов анализа и их особенности <i>Владеть</i> навыками работы на основных видах приборов, применяемых в инструментальных методах	Собеседование, контрольная работа, экзамен
	<i>ПК-1-т-4</i> Готовит объекты исследования	<i>Уметь</i> приготовить образец к анализу инструментальными методами <i>Знать</i> требования по отбору и подготовке образцов к анализу <i>Владеть</i> навыками отбора, взвешивания, растворения пробы	Собеседование, контрольная работа, экзамен

***Результаты обучения по дисциплине- указываются авторами РПД согласно содержания дисциплины*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
--	---------------------------------	--

Общая трудоемкость	9 ЗЕТ	10 ЗЕТ
Часов по учебному плану	324	360
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	64	64
- занятия семинарского типа	64	32
- лабораторные занятия	96	32
самостоятельная работа	62	194
Промежуточная аттестация – экзамен	36	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			из них									
	Очная	Очно-заочная	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Всего			
Очная			Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная			
Атомно-эмиссионный анализ	20	25	6	6	6	3	-	-	12	9	6	16
Атомно-флуоресцентный метод	14	18	4	4	4	2	-	-	8	6	4	12
Атомно-абсорбционный метод анализа	22	29	6	6	6	3	-	-	12	9	6	20
Масс-спектрометрия	22	29	6	6	6	3	-	-	12	9	6	20
Пробоподготовка в спектрометрических методах анализа	16	22	4	4	4	2	-	-	8	6	4	16
Количественное определение примесей	14	18	4	4	4	2	-	-	8	6	4	12
Место	23	16	4	4	4	2	12	4	20	10	2	6

фотометрического анализа среди ИМА												
Теоретические основы фотометрического анализа	35	31	6	6	9	5	12	4	27	15	6	16
Оборудование для фотометрического анализа	16	17	6	6	6	3	-	-	12	9	4	8
Способы определения концентрации в фотометрическом анализе	74	55	6	6	6	3	54	18	60	27	6	28
Применение фотометрического анализа для изучения равновесий в растворах	46	35	6	6	6	3	18	6	36	15	6	20
Рентгено-флуоресцентный анализ	22	29	6	6	6	3	-	-	12	9	8	20
Итого	324	360	64	64	67	34	96	32	227	130	62	194

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в виде экзамена в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Собеседование;
- контрольная работа;
- проверка отчетов по темам лабораторных занятий.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**.

К экзамену в 7-ом семестре очной формы обучения и 9-ом семестре очно-заочной формы обучения допускаются обучающиеся, выполнившие все отчеты по темам лабораторных занятий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине «Инструментальные методы анализа»

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля (допуск к лабораторным работам, зачет)

вопросы	Код формируемой компетенции
Раздел 7. Место фотометрического анализа среди инструментальных методов анализа	ПК-1-н ПК-1-м-4
Работа 1. «Нефелометрическое и турбидиметрическое	

<p>определение серебра»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что лежит в основе турбидиметрического и нефелометрического методов анализа? Приведите основные уравнения. 2. Какие требования к объектам следует соблюдать в этих методах анализа? 3. Опишите устройство нефелометра НФМ и способы работы на нем. 4. Какая реакция положена в основу определения? 5. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 6. Как строится градуировочный график? 7. Как проводится определение серебра в выданной задаче? 	
<p>Раздел 8. Теоретические основы фотометрического анализа</p> <p>Работа 2. «Изучение абсорбционных спектров растворов бихромата и перманганата калия»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулируйте правило аддитивности оптической плотности. 2. Чем вызвано различие в спектрах растворов хрома(VI) при различной кислотности этих растворов? 3. Как приготовить анализируемые растворы и растворы сравнения для снятия спектров поглощения? 4. Как выбрать длины волн для спектрофотометрического определения хрома и марганца, находящихся в смешанном растворе перманганата и бихромата калия? <p>Работа 3. «Определение молярного коэффициента светопоглощения продукта реакции алюминия с алюминоном»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Объясните физический смысл закона Бугера-Ламберта-Бера и величин, входящих в него. 2. От чего зависит величина ϵ и в каких пределах она может изменяться? 3. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 4. Как проводится эксперимент и как рассчитать величину ϵ? 	<p><i>ПК-2-н</i></p> <p><i>ПК-1-м-3</i></p>
<p>Раздел 10. Способы определения концентрации в фотометрическом анализе</p> <p>Работа 4. «Определение хрома по реакции с дифенилкарбазидом»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие химические реакции лежат в основе определения? 2. Какие ионы мешают определению и как устранить их мешающее влияние? 3. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 4. Как строится градуировочный график? 5. Как проводится определение хрома в выданной задаче? <p>Работа 5. «Определение фосфора в стали по реакции</p>	<p><i>ПК-3-н</i></p> <p><i>ПК-1-м-1</i></p>

<p>образования "молибденовой сини"»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие химические реакции лежат в основе определения? 2. Почему при определении требуется значительный избыток молибдата? 3. Опишите влияние кислотности на результаты определения. Как регулируется кислотность в ходе эксперимента? 4. Какие восстановители применяют для получения "молибденовой сини" и почему? 5. Какие ионы мешают определению и как устранить их мешающее влияние? 6. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 7. Как строится градуировочный график? 8. Как проводится определение фосфора в выданной задаче? <p>Работа 6. «Определение анилина с использованием реакции диазотирования»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие химические реакции лежат в основе определения? 2. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 3. Как снимается спектр поглощения красителя? 4. Как строится градуировочный график? 5. Как проводится определение анилина в выданной задаче? <p>Работа 7. «Определение фенола с использованием реакции диазотирования»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие химические реакции лежат в основе определения? 2. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 3. Как готовится составной реактив? 4. Как строится градуировочный график? 5. Как проводится определение фенола в выданной задаче? <p>Работа 8. «Определение алюминия в сплавах дифференциальным методом»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чём разница между дифференциальной и обычной фотометрией? 2. В каких случаях дифференциальная фотометрия имеет преимущества перед обычной? 3. Чем отличаются градуировочный график дифференциальной фотометрии от обычной? 4. Какие химические реакции лежат в основе определения? 5. Какие ионы мешают определению и как устранить их мешающее влияние? 6. Какие реактивы и аппаратура используются в работе? 7. Как проводится эксперимент и как рассчитать содержание алюминия в выданной задаче? <p>Работа 9. «Определение алюминия в сплавах способом добавок»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чём разница между способом внешнего стандарта и способом добавок? 2. В каких случаях способ добавок имеет преимущества 	
---	--

перед способом внешнего стандарта?

3. Чем отличаются градуировочный график в способе внешнего стандарта от графика в способе добавок?
4. Какие химические реакции лежат в основе определения?
5. Какие ионы мешают определению и как устранить их мешающее влияние?
6. Какие реактивы и аппаратура используются в работе?
7. Как проводится эксперимент и как рассчитать содержание алюминия в выданной задаче?

Работа 10. «Определение хрома(VI) и марганца(VII) в водном растворе при совместном присутствии»

1. Как приготовить стандартные серии растворов для построения графиков?
2. Почему измерения оптической плотности хрома(VI) проводятся при одной, а марганца(VII) – при двух длинах волн?
3. Как приготовить анализируемые растворы и при каких длинах волн их следует фотометрировать?
4. Как рассчитать массу хрома(VI) и марганца(VII) в смешанном растворе?
5. Как, пользуясь градуировочными графиками, рассчитать массу хрома(VI) и марганца(VII) в смешанном растворе?

Работа 11. «Экстракционно-фотометрическое определение салициловой кислоты»

1. Что такое экстракция и в чем смысл закона распределения Нернста?
2. В чём заключается экстракционно-фотометрический метод? Какова характерная особенность определения органических кислот по этом методу?
3. Опишите механизм экстракции продуктов реакции органических кислот с основными красителями.
4. Что такое ионный ассоциат?
5. Почему при определении важно поддерживать определённое значение pH раствора?
6. Какие реактивы и аппаратура используются в работе?
7. Как строится градуировочный график?
8. Как проводится определение салициловой кислоты в выданной задаче?

Работа 12. «Кинетическое определение тиосульфата»

1. Какой метод используется в работе?
2. Какие химические процессы лежат в основе определения?
3. Какое физическое явление позволяет проводить определение?
4. Какие реактивы и аппаратура используются в работе?
5. Что представляет собой и как строится изотерма помутнения?
6. Как проводится определение концентрации

тиосульфата? 7. Как рассчитать массу тиосульфата в выданной задаче?	
<p align="center">Раздел 11. Применение фотометрического анализа для изучения равновесий в растворах</p> <p>Работа 13. «Метод изомолярных серий. Определение состава комплекса алюминия с хромазулолом С или с хромоксаном чистоголубым Б»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для определения состава каких комплексов используется данный метод? 2. Какие существуют ограничения, достоинства и недостатки у данного метода? 3. Какие растворы требуется приготовить? 4. Как выбрать светофильтр (длину волны) для измерений оптической плотности? 5. Как представляют графически экспериментальные результаты? 6. Как определяют состав комплекса? 7. Какую дополнительную полезную информацию о комплексе можно получить из результатов эксперимента? <p>Работа 14. «Ограниченно-логарифмический метод (метод Бента-Френча). Определение состава комплексного соединения магния с хромогеном черным специальным Т»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для определения состава каких комплексов используется данный метод? 2. Какие существуют ограничения, достоинства и недостатки у данного метода? 3. Какие растворы требуется приготовить? 4. Как выбрать светофильтр (длину волны) для измерений оптической плотности? 5. Как представляют графически экспериментальные результаты? 6. Как определяют состав комплекса? 7. Какую дополнительную полезную информацию о комплексе можно получить из результатов эксперимента? <p>Работа 15. «Метод прямой линии (метод Асмуса). Определение состава комплекса алюминия с алюминоном»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для определения состава каких комплексов используется данный метод? 2. Какие существуют ограничения, достоинства и недостатки у данного метода? 3. Какие растворы требуется приготовить? 4. Как выбрать светофильтр (длину волны) для измерений оптической плотности? 5. Как представляют графически экспериментальные результаты? 6. Как определяют состав комплекса? 7. Какую дополнительную полезную информацию о комплексе можно получить из результатов эксперимента? 	<p align="center"><i>ПК-2-н</i></p> <p align="center"><i>ПК-1-м-3</i></p>

Контрольные вопросы для проведения промежуточного контроля (экзамен)

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Раздел 1. Атомно-эмиссионный анализ 1. Теоретические основы атомно-эмиссионного анализа. Понятие мультиплетности уровней. Правило отбора спектральных переходов. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрального прибора. 2. Источники возбуждения спектров. Дуга переменного и постоянного тока. Высоковольтная искра. Полый катод. Индуктивно-связанная плазма. Приемники излучения. 3. Связь спектральных характеристик элемента с его положением в Периодической системе. Линейчатые и сплошные спектры. Причины уширения спектральных линий. 4. Интенсивность спектральной линии и его связь с природой атома и параметрами эксперимента. Явление самопоглощения. Уравнение Шейбе-Ломакина. Химические помехи в атомно-эмиссионной спектрометрии.	<i>ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н</i>
Раздел 2. Атомно-флуоресценцентный метод. 5. Физические основы атомно-флуоресценцентного метода. Методы атомизации в атомно-флуоресценцентном методе: пламенные и электротермические. Источники возбуждающего излучения: ксеноновая лампа, ртутная лампа, лазеры с перестраиваемой длиной волны. 6. Понятие о резонансной атомной флуоресценции. Влияние интенсивности возбуждающего излучения на предельные возможности атомно-флуоресценцентного метода. Причины высокой разрешающей способности метода. 7. Рассеяния излучения источника возбуждения - основной фактор, влияющий на чувствительность метода. Использование нерезонансной флуоресценции.	<i>ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н</i>
Раздел 3. Атомно-абсорбционный метод анализа. 8. Теоретические основы метода. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрального прибора. Источники света. Лампа полого катода. Источники сплошного спектра. 9. Способы атомизации в атомно-абсорбции. Пламенная атомизация. Электротермическая атомизация. Графитовый электротермический атомизатор Львова. Неселективное поглощение, его учет и устранение. 10. Влияние ионизации атомов на предельные возможности метода. Буферирование. Помехи: химические и физические. Гидридный вариант атомно-абсорбционного анализа. Предельные возможности атомно-абсорбционного метода анализа.	<i>ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н, ПК-1-м-3</i>
Раздел 4. Масс-спектрометрия. 11. Общие принципы масс-спектрометрии. Достоинства метода. Возможности проведения изотопного и локального анализа. Схема и основные этапы проведения масс-спектрометрического анализа. 12. Важнейшие способы ионизации. Типы масс-анализаторов.	<i>ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н, ПК-1-м-1</i>

<p>Получение масс-спектров. Разрешающая способность масс-спектрометра. Применение масс-спектрометрии для элементного и изотопного анализа.</p> <p>13. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Проблема интерференций и другие в масс-спектрометрическом анализе. Аналитические возможности и области применения масс-спектрометрического анализа.</p>	
<p>Раздел 5. Пробоподготовка в спектрометрических методах анализа.</p> <p>14. Концентрирование примесей в спектрометрических методах анализа дистилляционным и фильтрационным методами (газы, жидкости).</p> <p>15. Концентрирование примесей с использованием возгонки и удалением основного вещества переводом его в летучую форму (твердые вещества).</p> <p>16. Поверхностные загрязнения, их устранение.</p>	<i>ПК-1-н, ПК-1-м-4</i>
<p>Раздел 6. Количественное определение примесей</p> <p>17. Понятие о стандартных образцах. Применение и достоинства изотопно-меченных стандартных образцов. Методы абсолютной градуировки, внешнего и внутреннего стандарта.</p> <p>18. Расчет погрешностей элементного анализа. Случайные и систематические погрешности.</p> <p>19. Подтверждение правильности анализа. Методы внутреннего и внешнего подтверждения правильности анализа</p>	<i>ПК-3-н, ПК-1-м-1</i>
<p>Раздел 7. Место фотометрического анализа среди ИМА</p> <p>20. Место фотометрического анализа среди других инструментальных методов. Классификация методов фотометрического анализа.</p>	<i>ПК-1-н</i>
<p>Раздел 8. Теоретические основы фотометрического анализа</p> <p>21. Электромагнитное излучение и его основные характеристики: длина волны, частота, волновое число, энергия. Связь между ними. Основные области спектра электромагнитного излучения.</p> <p>22. Происхождение спектров поглощения. Энергетическая диаграмма. Поглощение кванта и релаксация молекулы. Связь спектра поглощения со строением молекулы. Хромофоров и ауксохромы.</p> <p>23. Законы светопоглощения. Светопропускание (прозрачность). Оптическая плотность. Правило аддитивности оптической плотности.</p> <p>24. Молярный коэффициент светопоглощения, его физический смысл, диапазон принимаемых значений. Размерность. Кажущееся значение молярного коэффициента светопоглощения, его расчет.</p> <p>25. Виды и причины отклонений от закона Бугера-Ламберта-Бера. Отрицательные и положительные отклонения. Кажущиеся причины: недостаточная монохроматичность излучения, рассеянный свет, флуоресценция, химические отклонения. Истинные (физические) причины отклонения.</p>	<i>ПК-2-н</i>

<p>Раздел 9. Оборудование для фотометрического анализа</p> <p>26. Колориметрический анализ. Основы метода, реализация, достоинства и недостатки.</p> <p>27. Преимущества использования монохроматизированного излучения в фотометрии. Способы монохроматизации излучения: светофильтры, призмы, дифракционные решетки. Их достоинства и недостатки.</p> <p>28. Источники излучения в фотометрии. Кюветы, правила их выбора и работы с ними.</p> <p>29. Детекторы излучения в фотометрии. Фотоэлементы с запирающим слоем, вакуумные фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, фотосопротивления.</p> <p>30. Способы работы на однолучевых приборах (способ пропорциональных отклонений, способ равных отклонений) и двухлучевых приборах (дифференциальный способ, нулевой способ). Способы компенсации фототоков в двухлучевых приборах.</p>	<p><i>ПК-1-н, ПК-1-м-3</i></p>
<p>Раздел 10. Способы определения концентрации в фотометрическом анализе</p> <p>31. Способы определения концентраций в фотометрии: по известному значению молярного коэффициента светопоглощения, по оптической плотности стандартного раствора, способ градуировочного графика, способ добавок. Виды градуировочных графиков. Достоинства и недостатки.</p> <p>32. Способы определения концентраций в фотометрии: фотометрическое титрование. Достоинства и недостатки.</p> <p>33. Анализ многокомпонентных систем при помощи спектрофотометра. Варианты определения компонентов смеси двух и более веществ.</p> <p>34. Метрологические характеристики фотометрического анализа: правильность, воспроизводимость, чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний.</p> <p>35. Дифференциальный спектрофотометрический метод. Варианты. Решаемые задачи. Способ двусторонней дифференциальной спектрофотометрии, нахождение концентрации по градуировочному графику и аналитически.</p> <p>36. Экстракционно-фотометрический анализ. Сущность метода, решаемые задачи. Варианты анализа.</p> <p>37. Кинетический вариант спектрофотометрического анализа. Сущность метода, возможности, особенности. Индикаторная реакция и индикаторное вещество. Варианты кинетического анализа.</p>	<p><i>ПК-3-н, ПК-1-м-1</i></p>
<p>Раздел 11. Применение фотометрического анализа для изучения равновесий в растворах</p> <p>38. Алгебраический и графический способы нахождения констант диссоциации реактивов фотометрическим методом.</p> <p>39. Определение состава комплексов методами изомолярных серий и насыщения.</p> <p>40. Определение состава комплексов методами Бента-Френча и сдвига равновесия.</p> <p>41. Определение состава комплексов методом Асмуса.</p> <p>42. Оценка прочности продуктов реакции по диаграммам</p>	<p><i>ПК-2-н</i></p>

методов изомолярных серий и насыщения а также методом Комаря.	
<p>Раздел 12. Рентгенофлуоресцентный анализ</p> <p>Свойства рентгеновского излучения и принципы его взаимодействия с веществом.</p> <p>43. Интервал длин волн и энергий рентгеновского излучения.</p> <p>44. Возникновение тормозного и характеристического рентгеновского излучения.</p> <p>45. Закон Мозли.</p> <p>46. Схема рентгеновских уровней. Правила отбора.</p> <p>47. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом (поглощение и рассеяние). Интерференция и дифракция рентгеновских лучей.</p> <p>48. Уравнение Брэгга-Вульфа.</p> <p>49. Флуоресценция и Оже-переходы. Выход флуоресценции.</p> <p>50. Интенсивность линий спектра флуоресценции.</p> <p>Рентгенофлуоресцентные спектрометры. Принцип работы и основные блоки.</p> <p>51. Источники рентгеновского излучения.</p> <p>52. Рентгенофлуоресцентные спектрометры с волновой дисперсией. Принцип работы. Приемники излучения. Конфигурация спектрометров с волновой дисперсией.</p> <p>53. Рентгенофлуоресцентные спектрометры с энергетической дисперсией. Принцип работы. Приемники излучения. Конфигурация спектрометров с волновой дисперсией.</p> <p>54. Рентгенофлуоресцентные спектрометры полного отражения.</p> <p>Качественный и количественный рентгенофлуоресцентный анализ. Основные приемы.</p> <p>55. Подготовка проб к рентгенофлуоресцентному анализу.</p> <p>56. Принцип качественного анализа.</p> <p>57. Причины и варианты матричных эффектов.</p> <p>58. Количественный анализ в РФС.</p>	<p><i>ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н, ПК-1-м-3</i></p>

5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции

Задания для оценки сформированности умений компетенции ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н, ПК-1-м:

1. По предложенным экспериментальным данным выбрать оптимальную длину волны фотометрирования окрашенного продукта (ПК-1-н, ПК-1-м).
2. По предложенным экспериментальным данным рассчитать молярный коэффициент светопоглощения окрашенного продукта (ПК-1-н, ПК-1-м).
3. По предложенным экспериментальным данным определить содержание аналита с помощью градуировочного графика (ПК-3-н).
4. По предложенным экспериментальным данным определить содержание аналита способом добавок (ПК-3-н).
5. По предложенным экспериментальным данным рассчитать состав комплекса указанным способом (ПК-2-н).
6. По предложенным экспериментальным данным рассчитать константу устойчивости комплекса указанным способом (ПК-2-н).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Инструментальные методы анализа»

а) основная литература:

1. Основы аналитической химии: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения. / [Под ред. Ю.А. Золотова]. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 1. 351с.
2. Основы аналитической химии В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа. Учебник для ВУЗов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 2. 494 с.
3. Основы аналитической химии: В 2 кн. Методы химического анализа. Серия "Классический университетский учебник" / [Под ред. Ю.А. Золотова]. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 2. 494с.
4. Кристиан Г. Аналитическая химия. Т. 1. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 623 с.
5. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т. 2. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 504 с.
6. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие / Ф.Ф. Литвин, В.Т. Дубровский и др.; Под ред. Ф.Ф. Литвина - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 263 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=444657>.
7. М.Ф. Куприянов, А.Г. Рудская, Н.Б. Кофанова Современные методы структурного анализа веществ: учебник / Куприянов М.Ф., Рудская А.Г., Кофанова Н.Б. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 288 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=555508>
8. Никитина Н.Г., Борисов А.Г., Хаханина Т.И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата. 4-е изд., пер. и доп. [Электронный ресурс]. М.: Юрайт. 2016. 394 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/90EB442F-2F25-4151-A05F-CD36C266691F#page/1>.

б) дополнительная литература:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. - М.: Техносфера, 2006. - 416 с
2. Васильев В. П. Аналитическая химия. Кн. 2, М.: Дрофа, 2004. - 384 с.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа/ Глубоков Ю.М. [и др.]. Т.1. – М.: 2010. – 352 с.
4. Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 711 с.
5. Аналитическая химия. Ч. 2. Количественный анализ (оптические, рентгенофазовый и рентгеноструктурный методы) [Электронный ресурс]: Метод. указания по курсу "Аналитическая химия" / А.Д. Смирнов, А.М. Голубев, В.Н. Горячева и др. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0592.html
6. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>.
7. Крылов В.А., Мосягин П.В. Хромато-масс-спектрометрическое определение веществ. Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014.– 80 с.
8. Нипрук О.В. Рентгенофлуоресцентная спектрометрия. Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013.– 81 с.
- 9.

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

1. Библиотека химического факультета МГУ [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html>.

2. Химик. Сайт о химии. Статья Фотометрический анализ.
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4887.html>
3. Справочник химика. Электронная версия. Фотометрический анализ.
<http://chem21.info/info/8528/>
4. Новая электронная библиотека. Автор не указан. Фотометрические методы анализа. Учебное пособие. <http://read.newlibrary.ru/read.php/pdf=14575>
5. Абражеев Р.В. Методы атомной и молекулярной спектроскопии в аналитической химии (Электронный управляемый курс). – Нижний Новгород: ННГУ, 2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=819>.
6. Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmash.pdf>.
7. Черноруков Н.Г., Нипрук О.В. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 57 с. [Электронный ресурс]: http://www.unn.ru/books/met_files/RFA.pdf
8. Черноруков Н.Г., Нипрук О.В. Основы рентгенофлуоресцентного анализа. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2007. 75 с. [Электронный ресурс]: <http://www.unn.ru/e-library/aids.html?posdate=2007&pscience=4>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторных работ по дисциплине «Избранные главы инструментальных методы анализа» кафедра аналитической химии располагают лабораториями, оснащенными посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения фотометрического анализа. Лаборатории химического анализа оборудованы фотоэлектроколориметрами КФК-2, КФК-3, спектрофотометрами Shimadzu UV mini-1240, лабораторными весами AUX 320 (Shimadzu), магнитными мешалками, плитками и другим лабораторным оборудованием. Для чтения лекций и проведения практических занятий университет располагает необходимым аудиторным фондом.

Материально-техническое обеспечение лекционных и семинарских занятий: ноутбук, переносной экран, проектор, доска.

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 ФГОС ВО. Приказ Минобрнауки России от 17 июля 2017 г. N 671 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия»

Авторы:

д.х.н., профессор _____ В.А. Крылов,

д.х.н., профессор _____ О.В. Нипрук,

к.х.н., доцент _____ Р.В. Абражеев.

Рецензент:

д.х.н., профессор

_____ С.В. Зеленцов

Заведующий кафедрой аналитической и медицинской химии,

д.х.н., профессор

_____ А.В. Князев