

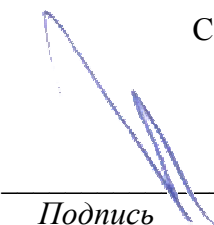
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.


Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа

Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
направленность (профиль): Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

д.х.н., проф. Сапрыкин А.И.

к.х.н., ст. преп. Цыганкова А. Р.

ст. преп. Бейзель Н.Ф..

Зав. кафедрой

д.х.н., проф. Костин Г.А.

Руководитель программы:

д.х.н., доц. Емельянов В.А.

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	Ошибка! Закладка не определена.
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	Ошибка! Закладка не определена.
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
5. Перечень учебной литературы	5
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся .	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	
Ошибка! Закладка не определена.	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
С-ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	С-ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	- <i>умеет</i> спланировать общий план проведения анализа и его отдельные стадии, необходимые для выполнения анализа функциональных материалов с использованием современных инструментальных методов.
	С-ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в рамках НИР или НИОКР, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	- <i>имеет</i> представление о современном аналитическом оборудовании, его сравнительных характеристиках при решении актуальных задач аналитической химии; - <i>владеет</i> информацией о метрологических параметрах доступных современных приборов.
С-ПК-5. Способен использовать современные экспериментальные методы для установления состава, структуры и реакционной способности известных и новых соединений и материалов	С-ПК-5.1. Выбирает и использует современные экспериментальные методы, в том числе и <i>«in silico»</i> , для подтверждения и установления состава и строения соединений и материалов	- <i>владеет</i> информацией о сравнительных возможностях современных инструментальных методов анализа для решения разнообразных аналитических задач; - <i>умеет</i> сделать правильный выбор аналитического оборудования при необходимости определения химического состава высокочистых веществ и функциональных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа» относится к вариативной части Блока 1. Дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1.4.) и изучается в 7 семестре.

Освоение дисциплины «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа» базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных у обучающихся по результатам изучения дисциплин:

- физическая химия (строение и свойства атома, периодическая система элементов Менделеева, природа химической связи);
- неорганическая химия (строение молекул, химическая связь);
- аналитическая химия (методы пробоподготовки и количественного химического анализа (КХА), химические равновесия);
- охрана окружающей среды (роль неорганических соединений в органической жизни).
- Строение вещества (возбуждение и ионизация, спектры атомов).

Результаты освоения дисциплины «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа» используются в следующих дисциплинах данной ООП:

- Научно-исследовательская практика;
- Итоговая государственная аттестация.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общая трудоемкость дисциплины «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа» составляет 2 зачетные единицы, всего 72 академических часов. По итогам курса студенты сдают экзамен.

№	Вид деятельности	Семестр
		7
1	Лекции, ч	28
2	Практические занятия, ч	0
3	Лабораторные занятия, ч	0
4	Занятия в контактной форме, ч из них	38
	аудиторных занятий, ч	28
7	консультаций, час.	6
8	аттестация, ч	4
9	Самостоятельная работа, час.	34
1	Всего, ч	72

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

7 семестр
Лекции (28 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
1. Введение. Термины и определения аналитической химии. Основные принципы атомно-спектральных методов. Строение атома. Электронные оболочки, их заполнение, квантовые числа электронов. Принцип Паули. Потенциалы возбуждения и ионизации атомов. Атомные спектры и периодическая система элементов Менделеева. Излучающие и поглощающие переходы. Вероятности переходов. Интенсивность спектральных линий.	4
2. Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС). Принцип ААС анализа. Основные узлы ААС приборов и их назначение. Пламенная и электротермическая атомизация. Факторы, влияющие на пределы обнаружения элементов в ААС анализе. Процессы, происходящие в атомизаторах, типы и механизмы матричных влияний. Способы подавления и устранения влияний в ААС. Зеемановская коррекция фона. Основные этапы атомно-абсорбционного анализа. Сравнение аналитических возможностей АЭС и ААС методов анализа.	4
3. Новые способы атомизации. Многоэлементная ААС. Современная аппаратура для АА исследований	4
4. Атомно-эмиссионный спектральный анализ (АЭС). Схема спектрального анализа. Зависимость интенсивности характеристического излучения от температуры и концентрации. Источники возбуждения спектров в АЭС анализе. Основные характеристики источников возбуждения спектров. Дуговой и искровой разряды. Связь интенсивности спектральных линий с концентрацией аналита и основными параметрами плазмы. Плазменные источники возбуждения. Высокочастотный индукционный плазменный разряд (ИСП). Тлеющий разряд (ТР). Аналитические возможности применения различных вариантов ТР. Дуговые плазматроны. Преимущества и недостатки. Практическое использование.	4

5. Типы спектральных приборов. Призмённые и дифракционные спектрографы. Спектральный диапазон. Дисперсия. Разрешающая способность. Регистрация спектров. Основные типы приемников излучения и их характеристики. Пробоподготовка, способ введения пробы в источник возбуждения. Образцы сравнения. Качественный и количественный АЭС анализ. АЭС анализ веществ высокой чистоты. Особенности анализа объектов окружающей среды.	4
6. Рентгеновская спектрометрия. Рентгеновские спектры, способы их возбуждения и регистрации. Поглощение рентгеновского излучения. Интенсивность рентгеновской флуоресценции. Зависимость интенсивности флуоресценции от химического состава образца (Закон Мозли). Приборы для рентгеноспектрального анализа. Источники первичного излучения. Оптическая схема. Детекторы рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектрометрии. Рентгенофлуоресцентный анализ. Рентгеноэмиссионный анализ. Рентгено-абсорбционный анализ. Рентгеноспектральный микроанализ. Пробоподготовка в рентгеноспектральных методах. Сравнение аналитических характеристик методов рентгеновской спектроскопии и область их применения.	4
7. Ядерно-физические методы анализа. Взаимодействие частиц с ядрами. Активационный анализ. Способы облучения: тепловые и быстрые нейтроны, заряженные частицы, гамма-кванты. Радиохимическое разделение. Аналитические характеристики и применение активационных методов анализа.	2
8. Определение концентраций аналитов. Методы градуировки: стандартные образцы, построение градуировочных графиков, метод добавок, метод двух стандартов. Методы компенсации помех: внутренние стандарты, буферирование.	2

Самостоятельная работа студентов (34 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа во время занятий	29
из них:	
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	6
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	8
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	15
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации	5
из них:	
подготовка к экзамену	5

5. Перечень учебной литературы

1. Аналитическая химия. Новый справочник химика и технолога: в 3 т. СПб.: АНО НПО «Мир и Семья»; АНО НПО «Профессионал», 2004. Т. 3. С. 3–55.
2. Основы аналитической химии: учеб. для вузов: в 2 кн. / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. М.: Высш. шк., 2000. Кн. 2. Методы химического анализа. 494 с.
3. Аналитическая химия: в 3 т. / Под. ред. Л. Н. Москвина. М.: Академия, 2008. Т. 1. Методы идентификации и определения веществ. 576 с.
4. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2008. 544 с.

5. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа. Изд-во С-Петербургского университета. 2000.
6. Михайлин В.В., Тернов И.М. Синхротронное излучение. М.: Знание, 1988.
7. Вольдсет Р. Прикладная спектрометрия рентгеновского излучения, Москва: Атоиздат, 1977.
8. Смагунова А.Н. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа, Москва: издательство «Химия», 1982.
9. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. М.: Высшая школа, 1987.
10. Пупышев А.А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа. Екатеринбург, 2003.
11. Ю.А. Карпов, А.П. Савостин Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: БИНОМ. 2003.
12. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2004. Т. 2. 281 с.
13. Васильев В. П. Аналитическая химия: В 2 т. М.: Дрофа, 2000; 2002; 2004; 2005..
14. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Бейзель Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия: Учебное пособие, Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2008. 72 с.
2. Сапрыкин А.И. Методы рентгеноспектрального анализа. Учебное пособие. Новосибирск, РИЦ НГУ, 2011, 82 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

7.1 Ресурсы сети Интернет

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для прохождения практики не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа» и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в интерактивном режиме. В начале каждого занятия предусмотрено время (15-20 мин) в течение которого преподаватель в диалоге со студентами обсуждает ключевые вопросы предыдущего занятия и проверяет усвоенность материала.

Промежуточная аттестация:

Спецкурс завершается устным экзаменом, по итогам которого студент получает оценку.

Условием допуска к нему является посещение не менее 80 % лекций.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа».

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
С-ПК-1.	С-ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	<i>-умеет</i> спланировать общий план проведения анализа и его отдельные стадии, необходимые для выполнения анализа функциональных материалов с использованием современных инструментальных методов.	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.

	С-ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в рамках НИР или НИОКР, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	- <i>имеет</i> представление о современном аналитическом оборудовании, его сравнительных характеристиках при решении актуальных задач аналитической химии; - <i>владеет</i> информацией о метрологических параметрах доступных современных приборов.	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.
С-ПК-5.	С-ПК-5.1. Выбирает и использует современные экспериментальные методы, в том числе и « <i>in silico</i> », для подтверждения и установления состава и строения соединений и материалов	- <i>владеет</i> информацией о сравнительных возможностях современных инструментальных методов анализа для решения разнообразных аналитических задач; - <i>умеет</i> сделать правильный выбор аналитического оборудования при необходимости определения химического состава высокочистых веществ и функциональных материалов.	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<u>Экзамен</u> Теоретические вопросы: – наличие полных ответов на все вопросы с принципиальными неточностями, – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, – точность и корректность применения терминов и понятий, – способность самостоятельно выбрать необходимые методы для решения конкретных аналитических задач	<i>Отлично</i>
<u>Экзамен</u> Теоретические вопросы: – наличие полных ответов на все вопросы с несущественными ошибками, – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явлений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок. – способность (с помощью наводящих вопросов) подобрать необходимые методы для решения конкретных аналитических задач	<i>Хорошо</i>
<u>Экзамен</u> Теоретические вопросы: – наличие ответов на все вопросы, часть из которых неполные и/или с суще-	<i>Удовлетвори-</i>

<p>ственными ошибками, – наличие ошибок в логике, аргументации и объяснении отдельных процессов и явлений, – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок..</p>	<i>тельно</i>
<p><u>Экзамен</u> <i>Теоретические вопросы:</i> – наличие ответов не на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий</p>	<i>Неудов- летво- рительно</i>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры экзаменационных билетов

Билет 1.

1.1. Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС). Принципы, источники возбуждения, применение метода. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера.

1.2. Выбрать метод количественного анализа и обосновать свой выбор для определения следующих компонентов пробы:

- а) натрия и калия;
- б) газообразующих примесей.

Билет 2.

2.1. Атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС). Принципы, источники возбуждения в АЭС и их применение для КХА.

2.2. Какое значение имеет операция отбора пробы при анализе реальных объектов (твердых, жидких, газообразных)? Что такое представительность навески?

Билет 3.

3.1. Рентгенофлуоресцентный анализ. Принципы, возможности и применение.

3.2. Выбрать метод количественного анализа и обосновать свой выбор:

- а) геологические объекты;
- б) природные сточные воды.

Билет 4.

4.1. Масс-спектрометрия. Принципы, источники ионизации, практическое применение.

4.2. Выбрать метод количественного анализа и обосновать свой выбор:

- а) сталей и сплавов;
- б) полупроводниковых материалов (кремния и германия).

Билет 5.

5.1. Источники возбуждения и ионизации в АЭС и МС, их характеристики и особенности применения для количественного анализа.

5.2. Предложить методы для количественного определения:

- а) следовых количеств элементов ($<10^{-6}$ % масс.) в высокочистых веществах;
- б) галогенов.

Примеры обязательных дополнительных вопросов.

Обработка результатов и метрология химического анализа:

1. Что такое случайные и систематические погрешности? Как они связаны с воспроизводимостью и правильностью анализа? Что входит в погрешность количественного химического анализа веществ и материалов, природных и геологических объектов?

2. Пример задачи:

При определении меди в двух образцах стали по АЭС методике (методика обеспечивает сходимость результатов $s_r = A$) были получены результаты: $C_1 = B$ % мас.; $C_2 = C$ % мас. Можно ли утверждать, что эти образцы разные (т.е. значимо ли различие полученных результатов)?

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Инструментальные методы и современные приборы для количественного химического анализа»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного