

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 Ученого совета ННГУ
протокол № 12 от 09.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Аналитическая химия высокочистых веществ

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Химическая технология для микроэлектроники

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.02.01 Аналитическая химия высокочистых веществ 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-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н-1: Знать методы исследования качественного и количественного примесного состава высокочистых неорганических веществ и материалов, аналитические возможности этих методов. Уметь обрабатывать результаты исследований по определению состава высокочистых неорганических веществ и материалов. Владеть современными приемами контроля степени чистоты неорганических веществ и материалов ПК-1-н-2: Знать основные принципы выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи определения примесного состава высокочистых веществ исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов Уметь выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические	Дискуссия	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>методы решения поставленной задачи определения концентраций примесей в высокочистых веществах исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>Владеть навыками _ выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи определения концентраций примесей в высокочистых веществах исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области физической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1:</p> <p>Знать основные современные ресурсы для поиска специализированной информации в информационных базах данных по определению примесного состава высокочистых веществ.</p> <p>Уметь пользоваться современными ресурсами для поиска специализированной информации в информационных базах данных по определению примесного состава высокочистых веществ</p> <p>Владеть навыками поиска специализированной информации в информационных базах данных по определению примесного состава высокочистых веществ</p> <p>ПК-2-н-2:</p> <p>Знать основные алгоритмы анализа и обобщения результатов поиска по тематике проекта в области определения</p>	<p>Дискуссия</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Реферат</p>

		примесного состава высокочистых веществ Уметь анализировать и обобщать результаты поиска по тематике проекта в области определения примесного состава высокочистых веществ для решения задач в области физической химии и/или смежных с химией науках Владеть навыками анализа и обобщения результатов поиска по тематике проекта в области определения примесного состава высокочистых веществ для решения задач в области физической химии и/или смежных с химией науках		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	36
- КСР	1	1
самостоятельная работа	43	35
Промежуточная аттестация	0	0
	зачёт	зачёт

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного	Занятия семинарского	Всего	

			типа		типа (практические занятия/лабораторные работы), часы					
	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о
Тема 1. Введение. Классификация веществ по чистоте. Качественный и количественный состав примесей. Классификация методов анализа. Актуальные задачи и проблемы анализа высокочистых веществ и материалов.	13	11	4	4	4	4	8	8	5	3
Тема 2. Хроматография. Классификация методов хроматографии. Аппаратурное и методическое оформление, возможности методов ГХ (классы анализируемых веществ и	13	11	4	4	4	4	8	8	5	3
Тема 3. Масс-спектрометрия. Аппаратурное и методическое оформление. Возможности метода масс-спектрометрии.	13	12	4	4	4	4	8	8	5	4
Тема 4. Хромато-масс-спектрометрия. Аппаратурное и методическое оформление, возможности метода хромато-масс-спектрометрии для анализа	13	13	4	4	4	4	8	8	5	5
Тема 5. Метод инфракрасной (ИК-) спектроскопии. Аппаратурное и методическое оформление. Возможности ИК-спектроскопии для анализа высокочистых веществ	13	13	4	4	4	4	8	8	5	5
Тема 6. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС). Аппаратурное и методическое оформление. Возможности применения АЭС для анализа высокочистых веществ и материалов.	13	13	4	4	4	4	8	8	5	5
Тема 7. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Аппаратурное и методическое оформление, возможности ААС.	14	17	4	6	4	6	8	12	6	5
Тема 8. Метод рентгеноспектрального анализа (РСА). Аппаратурное и методическое оформление.	15	17	4	6	4	6	8	12	7	5
Аттестация	0	0								
КСР	1	1						1	1	
Итого	108	108	32	36	32	36	65	73	43	35

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические материалы: Чурбанов М.Ф., Вельмузов А.П. Химия высокочистых неорганических веществ: учебное пособие. - Н. Новгород: ННГУ, 2015. - 170 с.

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 - Дискуссия) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

- 1) В чём заключается проблема анализа высокочистых веществ и материалов?
- 2) Чем кроме концентрации может быть обусловлена сложность анализа той или иной примеси?
- 3) Какой метод анализа целесообразно применить для содержания углекислого газа в силане общей чистотой 10^{-2} и $10^{-7}\%$
- 4) Для анализа оксида эрбия с содержанием примесей $\sim 10^{-4}\%$ более применим метод АЭС-ИСП или МС-ИСП? Ответ обоснуйте
- 5) Какова природа и основные источники рентгеновского излучения?

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Дискуссия) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

- 1) Для определения галоген-содержащих органических соединений в высокочистом силане более применим детектор ДТП или ФИД? Ответ обоснуйте
- 2) В чём заключается отличие потоковых и концентрационных детекторов в хроматографии?
- 3) Каковы основные приёмы учёта матричного эффекта в рентгеноспектральном микроанализе?

Критерии оценивания (оценочное средство - Дискуссия)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

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 минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами	недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым 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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

Контрольные вопросы – (Зачёт)

Вопросы	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none">1. Теория хроматографического разделения.2. Классификация хроматографических методов.3. Виды хроматографических колонок.4. Теория теоретических тарелок.5. Кинетическая теория хроматографии.6. Основные детекторы в методе газовой хроматографии. Возможности применения для анализа высокочистых веществ.7. Устройство масс-спектрометра.8. Методы ионизации вещества в масс-спектрометрии.9. Типы масс-анализаторов в масс-спектрометрии.10. Разрешение пиков ионов, скорость сканирования в масс-спектрометрии.11. Возможности анализа высокочистых веществ.12. Источники и приёмники ИК-излучения.13. Основы метода атомно-эмиссионной спектроскопии. Происхождение атомных спектров.14. Основные типы атомизаторов в АЭС. Возможности применения метода для анализа высокочистых веществ.15. Основы метода атомно-абсорбционной спектроскопии. Источники излучения.16. Основные типы атомизаторов в ААС. Возможности применения метода для анализа высокочистых веществ. Способы регистрации спектра.17. Разновидности рентгеноспектрального метода анализа.18. Источники возбуждения в рентгеноспектральном методе анализа.19. Принципиальные схемы приборов для РФСА и РСА. Детекторы. Возможности применения метода для анализа высокочистых веществ.	ПК-1-н.
<ol style="list-style-type: none">1. Классификация веществ по чистоте.2. Классификация примесей. Номенклатура концентраций.3. Разделение компонентов смеси. Фактор разделения, разрешение хроматографических пиков.4. Особенности газохроматографического анализа высокочистых веществ.5. Метод ИК-спектроскопии. Поглощение ИК-излучения веществом.6. Принципы устройства ИК-спектрометра. Возможности применения для анализа высокочистых веществ.	ПК-2-н.

7. Физические основы рентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного методов анализа. Возникновение рентгеновских лучей. 8. Предельные возможности методов ААС, АЭС, ИК, РСА, ГХ, МС, ХМС при анализе высокочистых веществ.	
---	--

Оценочное средство - Реферат

Зачёт

Критерии оценивания (Реферат - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

Типовые задания (Реферат - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

Предметом итоговой работы по курсу является реферат, касающийся планирования анализа примесного состава материала по выбору преподавателя

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

Основная литература:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии : в 2 т. Т. 1 / пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - М. : Техносфера, 2003. - 416 с. : ил. - (Мир химии). - ISBN 5-94836-014-8. - ISBN 3-527-29840-1 : 270.00., 6 экз.
2. Агафонов Игорь Леонидович. Масс-спектрометрический анализ газов и паров особой чистоты / АН СССР, Ин-т химии (г. Горький). - М. : Наука, 1980. - 334 с., 1 л. диагр. : ил. - 3.60., 10 экз.
3. Лебедев Альберт Тарасович. Масс-спектрометрия в органической химии : учеб. пособие для вузов, обучающихся по специальности "Органическая химия". - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2003. - 493 с. : ил. - (Методы в химии). - ISBN 5-94774-052-4 : 150.00., 2 экз.
4. Лосев Николай Фомич. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. - М. : Химия, 1982. - 207 с. : ил. - (Методы аналитической химии). - 2.10., 3 экз.
5. Вяхирев Дмитрий Александрович. Руководство по газовой хроматографии : [учеб. пособие для хим. и химико-технол. специальностей вузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1987. - 334, [1] с. : ил. - 0.90., 25 экз.

Дополнительная литература:

1. Жуховицкий Александр Абрамович. Газовая хроматография. - М. : Гостоптехиздат, 1962. - 442 с. : ил. - 1.60., 2 экз.
2. Бражников Вадим Васильевич. Дифференциальные детекторы для газовой хроматографии / АН

СССР, Ин-т косм. исследования. - М. : Наука, 1974. - 223 с. : черт. - 0.90., 1 экз.

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

1. <http://www.lib.unn.ru/er/znanium.html>.
2. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/Web>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (интерактивная доска), техническими средствами обучения, а также компьютерной техникой (корп.2, ауд. 152).

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 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии (протокол № 1 от 29 сентября 2022 г.)