

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 № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Рентгено-флуоресцентная спектроскопия

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Физическая химия

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.05 Рентгено-флуоресцентная спектроскопия 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 основные понятия в области РФС и физические закономерности. Уметь находить и использовать литературные источники по тематике исследования, анализировать экспериментальные результаты. Владеть навыками критического анализа базовых теоретических разделов и экспериментальных методов спектроскопии в применении их к решению профессиональных задач. ПК-1-н-2: Знать экспериментальные методы РФС; необходимую приборную базу и ее возможности для исследования процессов. Уметь определять компонентный состав различных объектов окружающей среды с помощью современной аппаратуры и осуществлять физико-химический анализ и обработку полученных результатов. Владеть навыками применения современной аппаратурной базы для	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

		решения поставленной экспериментальной задачи.		
ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	<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 выбранной области химии и/или смежных с химией науках.</p>	<p>ПК-2-н.1:</p> <p>Знать методы эффективного поиска научной и технической информации в сети Интернет и наиболее распространенных специализированных базах данных, в том числе, в полнотекстовых и реферативных базах научных публикаций.</p> <p>Уметь грамотно составить поисковый запрос в общих и специализированных базах данных, за короткий срок получить информацию о свойствах и параметрах процессов.</p> <p>Владеть навыками самостоятельного использования специализированных баз данных и специального программного обеспечения для поиска необходимой информации, проведения расчетов, обработки экспериментальных данных, подготовки научных публикаций и докладов.</p> <p>ПК-2-н-2:</p> <p>Знать основные закономерности РФС, возможности их использования при решении профессиональных задач в области химии и смежных с химией науках.</p> <p>Уметь анализировать результаты отдельных этапов научных и научно-технологических исследований на предмет их соответствия теоретическим представлениям химической</p>	Реферат	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>науки.</p> <p>Владеть навыками анализа учебной информации и участия в дискуссии по вопросам тематики проекта в выбранной области.</p>		
<p>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>	<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 сущность и назначение программного обеспечения рентгеновского анализатора в развитии современной аналитической химии и спектроскопии и внедрении методов анализа, обладающих высокой точностью и экспрессностью.</p> <p>Уметь работать с программным обеспечением рентгеновского анализатора на уровне пользователя и способность применять полученные навыки в области познавательной и профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть основными методами и способами РФС для определения компонентного состава различных объектов окружающей среды и интерпретации результатов экспериментов, полученных при работе на современном физическом и физико-химическом оборудовании.</p> <p>ПК-3-н-2: Знать об использовании методов РФС, принципах планирования прикладных работ на основе результатов исследований РФС.</p> <p>Уметь использовать результаты исследований в РФС для поиска новых технологий и материалов; для прогноза характеристик и свойств новых технологий и материалов.</p> <p>Владеть приемами деятельности по поиску</p>	Опрос	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

КСР	2	2					2	2		
Итого	216	216	36	36	16	18	54	56	108	124

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: -

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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Контрольная работа 1

1. Назовите, что необходимо иметь в наличии, чтобы разложить рентгеновское излучение в спектр.
2. Назовите основные типы детекторов рентгеновского излучения.
3. Что такое тормозное излучение рентгеновской трубки?
4. Что такое характеристическое излучение рентгеновской трубки?
5. Как влияют на спектр рентгеновской трубки материал анода, напряжение и ток? Приведите примеры.
6. Сформулируйте закон Мозли.
7. Что такое интенсивность рентгеновской флуоресценции?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

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	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнены все задания. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных задач. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Оценка	Критерии оценивания
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.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнена большая часть заданий, 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. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения при решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить полноту знаний и наличие навыков и умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Определение поверхностной плотности (толщины) тонких однокомпонентных пленок рентгенофлуоресцентным методом.
2. Определение толщины тонких двухслойных однокомпонентных пленок методом РФА.
3. Рентгенофлуоресцентный анализ тонких двухкомпонентных пленок.
4. Рентгенофлуоресцентный анализ массивных образцов. Уравнения регрессии.
5. Влияние материала подложки на интенсивность флуоресценции К-линий тонких пленок.
6. Рентгенофлуоресцентный метод определения массового коэффициента поглощения в двухслойных тонкопленочных системах.
7. Определение методом РФА толщины тонких двухслойных пленок: один слой – однокомпонентный, другой – двухкомпонентный.

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, продемонстрирован творческий подход, тема раскрыта полностью. Защита показала владение информацией по теме реферата в полном объеме. Получены исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.
отлично	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с несущественным недочетами.
очень хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты, но имеется несколько несущественных ошибок. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с недочетами.
хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при защите реферата с некоторыми недочетами. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы.
удовлетворительно	Реферат, презентация написаны с существенными отклонениями от предъявляемых требований, тема реферата раскрыта частично. Соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Допущено много негрубых ошибок при защите реферата и при ответе на дополнительные вопросы.
неудовлетворительно	При написании реферата и презентации не выполнены предъявляемые требования, тема реферата не раскрыта. Защита показала отсутствие понимания материала. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Не получены ответы на дополнительные вопросы.
плохо	Содержание реферата, презентации не соответствует теме, предъявляемые требования не соблюдены. Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие владения материалом при защите реферата. Отказ обучающегося от ответа на дополнительные вопросы. Или реферат не предоставлен.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. В чем суть закона Мозли?
2. На модели атома нарисовать разрешенные переходы К-серии.
3. Устройство и принцип действия рентгеновской трубки.
4. Контрастность спектральной линии.
5. Типы детекторов рентгеновского излучения.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов, получены ответы на все вопросы. Продемонстрирован творческий подход к поиску ответов на нестандартные вопросы.
отлично	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнены все задания, продемонстрированы все основные умения, получены ответы на все вопросы с отдельными несущественным недочетами. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных задач. Продемонстрированы навыки поиска ответов на нестандартные вопросы.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения, получены ответы на все вопросы. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при ответе на стандартные вопросы без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнена большая часть заданий, при ответе на вопросы допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при ответе на стандартные вопросы с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний, при ответе допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения, выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для ответов на стандартные вопросы с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. При ответе имели место грубые ошибки. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения при ответе на стандартные вопросы.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить полноту знаний и наличие навыков и умений 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)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			

компет ений)							
<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	Минимальн о допустимы й уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки . Допущено несколько несуществе нных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответств ующем программе подготовк и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающе м 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	Продемонс трированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонс трированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонс трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами .	Продемонс трированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несушеств енными недочетам и, выполнен ы все задания в полном объеме	Продемонстр ированы 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 минимальн ый набор навыков для решения стандартны х задач с некоторым и недочетами	Продемонс трированы базовые навыки при решении стандартны х задач с некоторым и недочетами	Продемонс трированы базовые навыки при решении стандартны х задач без ошибок и недочетов	Продемонс трированы навыки при решении нестандарт ных задач без ошибок и недочетов	Продемонстр ирован творческий подход к решению нестандартны х 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

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Умение свободно ориентироваться в материале, отвечать на вопросы, предусмотренные программой. Установлена взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значения для приобретаемой профессии. Продемонстрированы все основные умения. Продемонстрированы творческие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
отлично	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Установлена взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значения для приобретаемой профессии. Продемонстрированы все основные умения с несущественными недочетами. Продемонстрированы творческие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Систематический характер знаний по предмету, возможно их самостоятельное пополнение и обновление в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Даны ответы на большинство вопросов, допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Систематический характер знаний по предмету, возможно их самостоятельное пополнение и обновление в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Даны ответы на большинство вопросов, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены негрубые ошибки при ответе, но продемонстрированы необходимые знания для их устранения под руководством преподавателя. Продемонстрированы основные умения, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Оценка	Критерии оценивания
	Продемонстрированы базовые способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Проявлены недостаточные способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить полноту знаний и наличие навыков и умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Первичное и флуоресцентное рентгеновское излучение.
2. Закон Вульфа-Бреггов.
3. Устройство и принцип действия рентгеновской трубки.
4. Спектральное распределение интенсивности тормозного и характеристического рентгеновского излучений.
5. Закон Мозли. Поглощение и отражение рентгеновского излучения.
6. Влияние химического состава излучателя на интенсивность флуоресценции.
7. Эффекты избирательного возбуждения и поглощения.

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

1. Оптическая и блок-схемы рентгеновского спектрометра. Устройство и назначение каждого блока схемы.
2. Кристалл-анализаторы для РФ спектрометров.
3. Детекторы рентгеновского излучения. Сцинтилляционный и проточно-пропорциональный счетчики.
4. Спектрометры с волновой и энергетической дисперсиями.
5. Образцы сравнения и стандартные образцы (ОС и СО).
6. Отбор проб для анализа.
7. Приготовление образцов сравнения (ОС).
8. Подготовка проб к анализу.
9. Способы внешнего и внутреннего стандарта.

10. Использование уравнений связи в РФС.
11. Регрессионные уравнения связи.
12. Способ стандарта-фона.
13. Учет фона.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Определение поверхностной плотности тонких однокомпонентных пленок.
2. Расчет плотности материала пленки.
3. Рентгено-флуоресцентный анализ тонких пленок. Определение компонентного состава и толщины многокомпонентных пленок.
4. Рентгено-флуоресцентное определение толщины слоев многослойных пленок.
5. Определение компонентного состава массивных образцов методом РФС.

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

Основная литература:

1. Нипрук Оксана Валентиновна. Рентгенофлуоресцентная спектрометрия : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки "Химия" / [под ред. В. А. Крылова] ; ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2013. - 91 с. - ISBN 978-5-91326-266-0 : 148.33., 2 экз.
2. Черноруков Н. Г. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа : электронное учебно-методическое пособие / Черноруков Н. Г., Нипрук О. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 57 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730253&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Лосев Николай Фомич. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. - М. : Химия, 1982. - 207 с. : ил. - (Методы аналитической химии). - 2.10., 3 экз.
2. Лосев Николай Фомич. Количественный рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. - М. : Наука, 1969. - 336 с. : черт. - (Физико-математическая библиотека инженера). - 1.50., 1 экз.
3. Блохин М. А. Физика рентгеновских лучей. - 2-е изд., перераб. - М. : Гостехиздат, 1957. - 518 с., 1 л. номогр. : черт. - 17.50., 1 экз.
4. Блохин Михаил Арнольдович. Методы рентгено-спектральных исследований. - М. : Физматгиз, 1959. - 386 с. : ил. - 15.00., 3 экз.
5. Смагунова А. Н. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ : (учеб. пособие) / Иркут. гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Иркутск : [б. и.], 1975. - 224 с. : с черт. - 1.51., 2 экз.

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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): Машин Николай Иванович, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.