

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

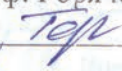
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"16" 06  2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Комплексные соединения в экспертизе

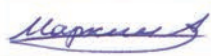


Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

Профили подготовки бакалавриата
Аналитическая химия и химическая экспертиза

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Маркин Алексей Викторович		16.06.2023
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		16.06.23
Заведующий кафедрой	Горячева Ирина Юрьевна		16.06.23
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Комплексные соединения в экспертизе» является формирование у студентов общих представлений об особенностях строения и реакционной способности комплексных соединений (КС), а также основных методах их исследования и применения в химическом анализе (экспертизе).

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Комплексные соединения в экспертизе» (Б1.В.ДВ.03.02) относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Аналитическая химия и химическая экспертиза». Данная дисциплина изучается в 7 семестре.

Приступая к изучению дисциплины студент должен:

знать электронные конфигурации атомов различных химических элементов, основные положения теории валентных связей и метода молекулярных орбиталей, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства химических веществ различных классов;

уметь записывать уравнения реакций, иллюстрирующие кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства химических веществ различных классов химических соединений, оценивать химическое равновесие и определять возможные направления протекания химических взаимодействий;

владеть навыками химического эксперимента и исследования химических веществ, навыками безопасной работы в химической лаборатории, навыками поиска химической информации с использованием различных источников.

Изучение данной дисциплины дает возможность расширения и углубления знаний, умений и практических навыков для выполнения выпускной квалификационной работы в 8 учебном семестре и последующей успешной профессиональной деятельности.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.</p> <p>ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации.</p> <p>ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, законы и закономерности химии КС; – способы получения, исследования и применения в экспертизе КС; – основы физических и химических методов исследования КС. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – систематизировать литературные данные по синтезу, исследованию и применению в экспертизе КС; – прогнозировать оптимальные условия синтеза химических веществ; – использовать полученные теоретические знания по дисциплине в своей учебно-практической деятельности; – применять знания общих закономерностей неорганической химии для решения конкретных задач по синтезу и идентификации КС. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа, сравнения и обобщения научно-технической информации по дисциплине; – теоретическими основами методов получения и изучения КС, лежащих в основе их практического использования в экспертизе; – навыками проведения химического эксперимента, необходимыми для синтеза КС и их применения в анализе; – навыками использования теоретических основ неорганической химии при решении конкретных задач по синтезу, анализу и идентификации КС.
<p>ПК-4. Способен решать технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их испытаний</p>	<p>ПК-4.1. Проводит поиск и систематизацию информации для выбора оптимальных методов и методик синтеза и характеристики функционального материала (вещества).</p> <p>ПК-4.2. Осуществляет подбор веществ и выбор</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – интернет-ресурсы и пути поиска различных видов информации по методам и методикам синтеза КС; – теоретические основы физико-химического исследования КС, лежащие в основе выбора оптимальных условий их синтеза и идентификации; – основные принципы работы на типовом научном оборудовании. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации;

	<p>оптимальных условий для синтеза функционального материала (вещества).</p> <p>ПК-4.3. Проводит характеризацию полученного функционального материала (вещества) физико-химическими методами с использованием типового научного оборудования.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – использовать знания о химической связи, устойчивости, реакционной способности КС для выбора оптимальных условий их получения; – разрабатывать рекомендации по применению КС в экспертизе; – выбирать методы характеризации заданного КС с использованием имеющегося лабораторного оборудования. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками систематизации и анализа информации по выбору оптимальных методов и методик синтеза исследуемого КС и его характеризации; – навыками подбора исходных веществ и оптимальных условий для получения и исследования выбранного КС; – навыками работы на типовом научном оборудовании при проведении характеризации КС.
<p>ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалиста более высокой квалификации</p>	<p>ПК-5.1. Выбирает методы и средства контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации.</p> <p>ПК-5.2. Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.</p> <p>ПК-5.3. Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p> <p>ПК-5.4. Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы и средства контроля качества сырья, компонентов, продукции химического назначения в соответствии с имеющейся информацией и нормативной документацией; – основные принципы работы типового оборудования (в т.ч. его характеристики) для характеризации сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства; – требования, предъявляемые к оформлению отчетов о выполненной работе. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать методы и средства контроля качества сырья, компонентов, выпускаемой продукции химического назначения в соответствии с имеющейся нормативной документацией под руководством специалиста более высокой квалификации; – выполнять стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства под руководством специалиста более высокой квалификации; – составлять отчетную документацию о выполненной работе. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – наиболее доступными методами и средствами контроля качества сырья, компонентов, продукции химического назначения; – навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам; – навыками составления протоколов и отчетов о выполненной работе по заданной форме; – навыками поверки аналитического оборудования и установления точности анализа под руководством специалиста более высокой квалификации.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек- ции	Лаборат. раб.		СР	Кон- троль	Всего	
					Общая трудо- емкость	Из них – практическая подготовка				
1	Основные понятия химии КС. Классификация и номенклатура КС.	7	1,2	4	14	7	7		25	Контрольная работа №1 Отчеты в лабораторном журнале
2	Строение и реакционная способность КС. Кинетика и равновесие образования КС.	7	3-6	9	14	7	10		33	Контрольная работа №2 Отчеты в лабораторном журнале
3	Физические и химические методы исследования КС	7	7-8	4	14	7	7		25	Контрольная работа №3 Отчеты в лабораторном журнале
4	Применение КС в химическом анализе	7	9,10	4	14	7	7		25	Защита реферата Отчет в лабораторном журнале
	Промежуточная аттестация	7						36		Экзамен
	Итого			21	56	28	31		144	

Содержание дисциплины

1. Основные понятия химии КС. Классификация и номенклатура КС.

Основные признаки КС. Классические и супрамолекулярные КС. Комплексообразователь и лиганды. Классификация лигандов. «Жесткие» и «мягкие» металлы и лиганды. Дентатность лиганда. Внутренняя и внешняя сферы КС. Координационное число: определения, влияющие факторы. Хелаты.

Классификация КС по заряду внутренней сферы, по типу координации $Me-L$, по типу образования, по типу геометрической конфигурации КС, по принадлежности к определенному классу соединений, по природе лиганда. Правила составления формулы КС и его названия. Структурная изомерия КС: гидратные и ионизационные изомеры, изомерия связи, координационная изомерия.

2. Строение и реакционная способность КС. Кинетика и равновесие образования КС.

Возможности участия различных химических элементов в реакциях комплексообразования в зависимости от положения в Периодической системе элементов.

Метод валентных связей (ВС). Типы связей в методе ВС. Дативные связи и их влияние на свойства КС. Теория отталкивания электронных пар. Типы гибридизации атомных орбиталей и соответствующие им геометрические формы КС.

Основные положения теории кристаллического поля (ТКП) лигандов. Расщепление d-орбиталей металла-комплексообразователя в электростатическом поле лигандов. Расщепление в сильном и слабом поле, спектрохимический ряд лигандов. Высоко- и низкоспиновые КС. Энергия расщепления и факторы, влияющие на её значение. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Эффект Яна–Теллера. Окраска КС согласно ТКП. Расчет энергии стабилизации кристаллического поля по значению длины волны максимума поглощения спектра водного раствора КС. Возможности и ограничения ТКП.

Метод молекулярных орбиталей (МО). Влияние молекулярных π -орбиталей на величину расщепления. Сопоставление теорий МО, ВС и ТКП.

Термодинамическая и кинетическая устойчивость КС. Диссоциация и константа нестойкости (устойчивости) КС. Общие и ступенчатые константы устойчивости КС. Расчет термодинамических характеристик из констант устойчивости КС. Хелатный эффект и повышенная устойчивость хелатов.

Реакции КС в растворах. Быстрые реакции инертных КС. Механизмы реакции обмена лигандами. Реакции разрушения КС. Окислительно–восстановительные процессы с участием КС. Инертные и лабильные КС. Факторы, способствующие инертности КС. Влияние других компонентов раствора (буферных смесей, соразтворителей, кислот, оснований, солей, ионной силы раствора и др.) на равновесие комплексообразования.

Особые свойства внутрикомплексных соединений: устойчивость, гидрофобность, окраска, преимущественная сольватируемость органическими растворителями.

3. Физические и химические методы исследования КС.

Основные методы исследования КС и процессов комплексообразования: спектрофотометрия, спектрофлуориметрия, ИК и КР спектроскопия, ЯМР и ЭПР, термография, рентгеноструктурный анализ. Электрохимические методы: электропроводность и окислительно-восстановительные свойства растворов КС. Методы определения состава и расчет констант устойчивости КС. Графические приемы для определения констант устойчивости.

4. Применение КС в химическом анализе.

Роль КС в химических и физических методах анализа: гравиметрии, титриметрии, спектрофотометрии. Комплексонометрия. Тест-системы на основе КС. Роль КС в экстракции, сорбции и других химических процессах.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Организация учебного процесса при освоении дисциплины «Комплексные соединения в экспертизе» предполагает использование лекций, лабораторных занятий (включающих практическую подготовку), контрольных работ, а также подготовку реферата. Совместно данные виды деятельности способствуют формированию у студентов понятийного аппарата, пониманию принципов, законов и методологии дисциплины.

В ходе лекций предполагается активное участие студентов в обсуждении отдельных вопросов и использование имеющихся знаний для понимания материала. Устное изложение учебного материала сопровождается подачей информации с помощью мультимедиа (таблицы, схемы, графики, фотографии, видео ролики, виртуальные эксперименты). На вводной лекции студентам сообщается план и особенности изучения дисциплины, а также рекомендуемая литература. В ходе лабораторных занятий предполагается выполнение исследовательско-поисковых работ с активным использованием научного лабораторного оборудования.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при получении индивидуальных КС, изучении их химических свойств, применении КС в химическом анализе (экспертизе). Студенты осваивают различные методики применения КС в анализе объектов разной природы (продукты питания, биожидкости, фармацевтические препараты, косметика). Также проходит получение навыков работы на научном оборудовании и с программами обработки результатов экспериментов.

Использование интерактивных технологий в образовательном процессе:

- лекции с элементами беседы по проблемным вопросам;
- лабораторные занятия, включающие в себя элементы научного исследования;
- защита рефератов с последующим обсуждением;

- учебные беседы-дискуссии при сдаче отчетов по лабораторным работам между преподавателем и студентом о полученных результатах;
- индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 5 аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 5 часов аудиторных занятий.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью

По направлению подготовки 04.03.01 Химия обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается при наличии справки, разрешения установленного образца государственного медицинского учреждения.

Для данной категории студентов запланированы:

- содействие обучению по индивидуальному учебному плану;
- дополнительные перерывы при проведении лабораторного практикума для оптимизации времени труда и отдыха;
- дополнительные образовательные электронные ресурсы;
- оказание дополнительной помощи в организации самостоятельной работы;
- проведение индивидуальных консультаций;
- индивидуальная помощь учебно-вспомогательного персонала.

Подбор и разработка учебных материалов будут производиться с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах, например инвалиды с нарушениями слуха будут получать информацию в основном визуально.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в программе результатов обучения и уровень сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для студентов-инвалидов будут устанавливаться с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 31 час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и включает:

- поиск и изучение информации с применением отечественных и зарубежных информационных ресурсов;
- подготовку реферата;
- подготовку к лабораторным работам, их оформление, подготовку к текущему и итоговому контролю.

Формы текущего контроля:

- отчеты по лабораторным работам;
- выполнение контрольных работ.

Форма итоговой аттестации – экзамен.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Фонде оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Комплексные соединения в экспертизе».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 2.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	10	40	0	10	0	30	10	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции – от 0 до 10 баллов

7–10 баллов – студент принимал участие в обсуждении большинства тем лекционных занятий, грамотно обосновывал свою точку зрения, посещал все лекции;

4–6 баллов – студент принимал участие в обсуждении отдельных тем лекционных занятий, посещал большинство лекций;

0–3 балла – студент не принимал участие в обсуждении отдельных тем лекционных занятий или не посещал большинство лекций.

Лабораторные занятия – от 0 до 40 баллов

В рамках дисциплины предусмотрено выполнение 10 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа оценивается отдельно и за нее можно получить максимум 4 баллов:

3–4 балла – выполнено от 80 до 100% работы, отчет подготовлен корректно и своевременно;

1–2 балла – выполнено от 50 до 79% работы, отчет подготовлен корректно и своевременно;

0 баллов – работа не выполнена или выполнено менее 49% работы.

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа – от 0 до 10 баллов

Оценочная часть самостоятельной работы студента включает подготовку реферата (по одной из тем дисциплины):

8–10 баллов – содержание соответствует теме реферата, реферат оформлен в соответствии с методическими рекомендациями; студент свободно владеет материалом, отвечает на дополнительные вопросы;

5–7 баллов – содержание соответствует теме реферата, но студент с трудом отвечает на дополнительные вопросы;

1–4 балла – содержание выборочно соответствует теме, информация не систематизирована, студент с трудом отвечает на дополнительные вопросы;

0 баллов – реферат не подготовлен.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности – от 0 до 30 баллов

Другие виды учебной деятельности включают выполнение 3 контрольных работ по 10 баллов каждая:

8–10 баллов – выполнено от 80 до 100% работы;

5–7 баллов – выполнено от 50 до 79% работы;

1–4 балла – выполнено менее 49% работы;

0 баллов – работа не выполнена.

Промежуточная аттестация (экзамен) – от 0 до 10 баллов

8–10 баллов – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

5–7 баллов – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Могут быть допущены 2–3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

3–4 балла – дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано.

0–2 балла – ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «Комплексные соединения в экспертизе» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Комплексные соединения в экспертизе» в оценку (экзамен):

85–100 баллов	«отлично»
70–84 баллов	«хорошо»
55–69 баллов	«удовлетворительно»
менее 54 балла	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Неорганическая химия. Ч.1и Ч.2. [Текст]: учеб.пособие / Ядрицева Т.С. – [Б.м.]: изд-во ЛКИ, Б. – 110с. и 110с.- Б.ц. 2008. Книга находится в базовой версии ЭБС «РУКОНТ»
2. Неорганическая химия. В 2-х т./ Пер. с англ. А.И.Жирова, Д.О.Чаркина, М.Г. Розовой, С.Я. Истомина, М.Е.Тамм. М.: Мир. 2009.
3. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2 томах / Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе – 2 изд., перераб. и доп. –М.: Изд-во Химия; 2001. - 537с.
4. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Учебно-методическое пособие для студентов направления «Педагогическое образование» профиль «Химия» Ч.1. Основные понятия химии комплексных соединений. Электронный ресурс. 2017. – 48 с. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1803.pdf
5. Кожина Л.Ф. Косырева И.В. Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Ч.2. Строение комплексных соединений. Учебно-методическое пособие для студентов направления «Педагогическое образование» профиль «Химия». Электронный ресурс. 2017. – с. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1824.pdf
6. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Часть III. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Химия». Электронный ресурс. Саратов - 2018. - 51 с. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/2062.pdf
7. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Часть IV. Решебник к учебно-методическому пособию «Комплексные соединения в неорганической химии». Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Химия». Электронный ресурс. Саратов – 2018. - 72 с. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/2063.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: OpenLicense № 46312747 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (70 шт.);
2. Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);
3. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (2 шт.);
4. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).

5. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс с выходом в Интернет.
2. Аудитория, оборудованная современной презентационной техникой.
3. Электронные весы, спектрофотометры с необходимым программным обеспечением, автоматические дозаторы.
4. Лаборатория с необходимым набором химических веществ и принудительной вентиляцией.

Место осуществления практической подготовки: учебные аудитории Института химии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 Химия и профилю подготовки «Аналитическая химия и химическая экспертиза».

Автор

к.х.н., доцент Маркин А.В.

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии от 16 июня 2023 года, протокол №10.