

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 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Практикум по физической химии

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

04.03.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Химия и материаловедение

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03.06 Практикум по физической химии относится к обязательной части 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
ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2-1: Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. ОПК-2-4: Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.	ОПК-2-1: Знать физико-химические свойства и технику безопасности при работе в лабораторных практикумах. Уметь работать с веществами, используемыми при выполнении лабораторных работ, соблюдая технику безопасности. Владеть навыками работы с аппаратурой и оборудованием, используемыми при выполнении лабораторных работ, соблюдая технику безопасности. ОПК-2-4: Знать теоретические основы химического эксперимента и физико-химических методов исследования химических веществ и реакций. Уметь планировать последовательность действий в ходе химического эксперимента; проводить физико-химический анализ и математическую обработку полученных данных; грамотно представлять достигнутые результаты в виде отчетов. Владеть навыками проведения химического эксперимента с целью получения важнейших	Допуск к лабораторной работе	Зачёт: Контрольные вопросы

		физико-химических величин веществ и химических процессов.		
ОПК-6: Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6-1: Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке. ОПК-6-2: Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.	ОПК-6-1: Знать нормы и правила оформления результатов научно-исследовательской работы. Уметь грамотно представлять результаты работы в установленных форме и порядке Владеть навыками представления результатов своей работы в устной и письменной форме по принятым правилам ОПК-6-2: Знать правила оформления результатов химического эксперимента с учетом требований библиографической культуры. Уметь использовать знания теории и практики современных методов анализа для получения библиографических сведений по заданной проблематике. Владеть способами изложения результатов химического анализа с учетом требований библиографической культуры	Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		

- занятия лекционного типа	0	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	128	128
- КСР	2	2
самостоятельная работа	14	14
Промежуточная аттестация	0 зачёт	0 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							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего					
	о ф о	о з ф о					о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о
Раздел 1. Основы химической термодинамики	31	31			28	28	28	28	3	3
Раздел 2. Постулаты статистической термодинамики	0	0					0	0		
Раздел 2. Растворы. Фазовые равновесия	27	27			24	24	24	24	3	3
Раздел 3. Химическое равновесие	26	26			24	24	24	24	2	2
Раздел 4. Кинетика и катализ химических реакций	31	31			28	28	28	28	3	3
Раздел 5. Электрохимия	27	27			24	24	24	24	3	3
Аттестация	0	0								
КСР	2	2					2	2		
Итого	144	144	0	0	128	128	130	130	14	14

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

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

Иные учебно-методические материалы: 1. Фомин В.М., Колесникова Л.В., Горюнова П.Е.

Неравновесные явления в растворах электролитов: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 25 с.

2. Черноруков Г.Н., Сологубов С.С., Маркин А.В. Парциальные мольные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема: Учебное-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2021. - 23 с.

3. Козлова М.С., Черноруков Г.Н., Горюнова П.Е., Маркин А.В. Фазовые равновесия

индивидуального вещества: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019 - 12 с.

4. Арсеньев М.В., Маркин А.В. Тепловая теорема Нернста и ее применение к химическим реакциям различных типов: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. - 19 с.

5. Черноруков Г.Н., Маркин А.В. Термохимия: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. - 19 с.

6. Расчет константы скорости и методы определения порядка реакции. Составители: Фомин В.М., Самосудова Я.С.: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 25 с.

7. Химическая кинетика. Составители: Козлова М.С., Климова М.Н.: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 48 с.

8. Гетерогенное фазовое равновесие в двух- и трехкомпонентных системах. Составители: Маркин А.В., Самосудова Я.С.: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 32 с.

9. Козлова М.С., Самосудова Я.С., Черноруков Г.Н., Маркин А.В. Второе начало термодинамики. Расчет энтропии индивидуальных веществ и изменения энтропии в различных процессах и системах: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. - 30 с.

10. Козлова М.С., Маркин А.В. Химическая термодинамика. Расчет энтальпий химических реакций.: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. - 63 с.

11. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Составители: Козлова М.С., Черноруков Г.Н., Маркин А.В.: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. - 32 с.

12. Применение первого начала термодинамики к идеальным газам. Составители: Маркин А.В., Черноруков Г.Н.: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. - 19 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 - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Сформулируйте и запишите выражение первого начала термодинамики, почему его называют частным случаем закона сохранения энергии?
2. Сформулируйте и запишите закон Гесса и следствия из него.
3. Что называют энтальпией нагревания вещества и как ее можно определить?
4. Почему теплоемкость всегда увеличивается с ростом температуры?
5. Энтропия как функция состояния системы. Каким образом определяют энтропию изолированной системы?
6. Сформулируйте теорему Карно и теорему Карно-Клаузиуса.

7. Запишите выражения второго начала термодинамики и прокомментируйте их.
8. Запишите уравнение Гиббса-Гельмгольца и поясните его роль в химии.
9. В чем заключается принцип недостижимости абсолютного нуля? Обоснуйте термодинамически.
10. Что подразумевают под прямой и обратной задачами статистической термодинамики?

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	В ответе раскрыты основные вопросы темы. Понятийный аппарат освоен в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы. Продемонстрирован достаточный уровень понимания материала. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.
не зачтено	Значительные пробелы в знаниях основного материала. Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения или невозможно оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

1. Обзор литературных источников по темам лабораторных работ.
2. Знание принципов работы приборов, необходимых для проведения лабораторных работ.
3. Основные правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.
4. Протоколирование результатов опытов.
5. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
6. Обработка экспериментальных результатов.
7. Анализ полученных данных. Выводы.
8. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы основные умения, имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач. Оформление отчета соответствует требованиям, критерии выдержаны, представлено теоретическое обоснование важнейших аспектов лабораторной работы, правильно выполнены все поставленные экспериментальной частью задачи, приведены таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления погрешностей.
не	Уровень знаний ниже минимальных требований, при решении стандартных задач не

Оценк а	Критерии оценивания
зачтено	продemonстрированы основные умения и базовые навыки. Отчет содержит неполную (или некорректную) информацию о проделанной работе, имеют место грубые ошибки. Либо студент не предоставил отчет.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Урове нь сформи рованн ости компет енций (индик атора достиж ения компет енций)	плохо	неудовлетвор ительно	удовлетво рительно	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	Минимальн о допустим ый 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	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 отдельным и несущественными 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 базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающегося от ответа		и недочетами	и недочетами		ошибок и недочетов	
--	---------------------------	--	-----------------	-----------------	--	-----------------------	--

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	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием)

1. Поясните методы расчета и экспериментального определения энтальпий химических реакций.
2. Приведите кривые температурного хода в калориметрическом опыте. Опишите метод графического определения изменения температуры (ΔT) при протекании химической реакции.
3. В чем заключается статический метод определения давления насыщенных паров? В каких случаях он используется?
4. Физико-химический анализ диаграмм двухкомпонентных систем с образованием твердых растворов.
5. Диаграммы с образованием химических соединений: конгруэнтные и инконгруэнтные точки плавления.
6. Поясните, в чем заключается перегонка жидкостей?

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе)

1. Приведите фазовую диаграмму воды и поясните методы определения координаты тройной точки.
2. Приведите примеры фазовых диаграмм для равновесия «жидкость–пар» и прокомментируйте их.
3. Сформулируйте условие и критерии химического равновесия.
4. Что такое квантовый выход реакции? Какие значения он может принимать?
5. Приведите примеры каталитических процессов, протекающих по слитному и отдельному механизмам.
6. Укажите область применения теории электролитической диссоциации и ее существенные недостатки.

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

Основная литература:

1. Еремин Вадим Владимирович. Основы общей и физической химии : учеб. пособие для студентов вузов, изучающих дисциплину "Химия", по направлению подготовки ВПО 011200. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 848 с. - ISBN 978-5-91559-092-1 : 1472.90., 30 экз.
2. Дамаскин Борис Борисович. Электрохимия : учеб. по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия". - 2-е изд., испр. и перераб. - М. : Химия : КолосС, 2006. - 672 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - ISBN 5-98109-011-1 (Химия) : 363.20., 117 экз.
3. Эмануэль Николай Маркович. Курс химической кинетики : [учеб. для хим. фак. ун-тов]. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984. - 463 с. : ил. - 1.30., 31 экз.
4. Борщевский Андрей Яковлевич. Физическая химия : Том 1: Общая химическая термодинамика; Учебник. 1 : Физическая химия / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

физический факультет. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 606 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-011785-0. - ISBN 978-5-16-104227-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=739806&idb=0>.

5. Еремин Евгений Николаевич. Основы химической кинетики : учеб. пособие. - 2-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 1976. - 375 с. : с рис. - 0.96., 56 экз.

6. Основы физической химии : в 2 ч. : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия. Ч. 1 : Теория. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 320 с. : ил. - (Учебник для высшей школы : сер. осн. в 2009 г.). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-9963-0535-3 (ч. 1) : 282.09., 18 экз.

7. Основы физической химии : в 2 ч. : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия. Ч. 2 : Задачи. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 263 с. : ил. - (Учебник для высшей школы : сер. осн. в 2009 г.). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-9963-0536-0 (ч. 2) : 282.09., 18 экз.

Дополнительная литература:

1. Байрамов Вадим Михайлович. Основы электрохимии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / под ред. В. В. Лунина. - М. : Академия, 2005. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1985-1 : 184.80., 25 экз.

2. Байрамов Вадим Михайлович. Основы химической кинетики и катализа : учеб. пособие для студентов хим. фак. ун-тов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / под ред. В. В. Лунина. - М. : Академия, 2003. - 256 с. - (Высшее образование). - Предм. указ.: с. 244 - 250. - ISBN 5-7695-1297-0 : 169.20., 5 экз.

3. Бажин Н. М. Термодинамика для химиков : учебник для студентов вузов. - М. : Химия, 2000. - 408 с. : ил. - Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997-2000 г.". - ISBN 5-7545-1166-5 : 40.00., 5 экз.

4. Эткинс П. Физическая химия : [в 2 т.]. [Т.] 1 / пер. с англ. К. П. Бутина. - М. : Мир, 1980. - 580 с. : ил. - 2.90., 3 экз.

5. Эткинс П. Физическая химия : [в 2 т.]. [Т.] 2 / пер. с англ. К. П. Бутина. - М. : Мир, 1980. - 584 с. : ил. - 2.90., 3 экз.

6. Антропов Лев Иванович. Теоретическая электрохимия : [учеб. для хим. и химико-технол. специальностей вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984. - 519 с. : ил. - 1.60., 4 экз.

7. Полторацкая Олесь Михайлович. Термодинамика в физической химии : [учеб. пособие для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1991. - 318, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-002041-X (в пер.) : 36.00., 5 экз.

8. Денисов Евгений Тимофеевич. Химическая кинетика : учебник для вузов. - М. : Химия, 2000. - 568 с. : ил. - 182.00., 2 экз.

9. Пригожин И. Химическая термодинамика : пер. с англ. / под ред. В. А. Михайлова. - Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1966. - 509 с. : черт. - 2.73., 1 экз.

10. Курс физической химии : [учеб. пособие для хим. фак. ун-тов]. Т. 1 / под ред. Я. И. Герасимова. - 2-е изд., испр. - М. : Химия, 1970. - 592 с. : с черт. - 1.37., 10 экз.

11. Курс физической химии : [для хим. фак. ун-тов]. Т. 2 / под ред. Я. И. Герасимова. - 2-е изд., испр. - М. : Химия, 1973. - 623 с. : с черт. - 1.47., 16 экз.

12. Романовский Борис Васильевич. Основы катализа : учеб. пособие для студентов вузов,

обучающихся по направлению ВПО 020100 - бакалавр химии и специальности ВПО 020201 - "Фундам. и приклад. химия". - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 172 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-0520-9 : 288.00., 4 экз.

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

Не используется

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Для проведения лабораторных работ по физической химии химический факультет и кафедра физической химии располагают лабораториями, оснащенными посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения физико-химических экспериментов. Лаборатория оборудована учебно-лабораторными комплексами (УЛК «Химия») для выполнения работ по химической термодинамике, химической кинетике и катализу, электрохимии, позволяющими получать и обрабатывать данные экспериментов в электронном виде. Лаборатория оснащена калориметрами для измерения энтальпии химических реакций, фотоэлектрическими колориметрами, поляриметрами, вытяжными шкафами, штативами, магнитными мешалками, современными термостатами, плитками, сушильным шкафом, дистиллятором и другим оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ.

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 подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор(ы): Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 23 мая 2023 г., протокол № 7.