

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

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«___» _____ 2022 г. № ___

Рабочая программа дисциплины

Химия координационных соединений

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

18.04.01. Химическая технология

Направленность образовательной программы

Химическая технология и материаловедение

Форма обучения

Очная

Нижний Новгород

2022 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры физической химии.

Протокол от ___ 20__ г. № ___

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры физической химии

Протокол от ___ 20__ г. № ___

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры физической химии

Протокол от ___ 20__ г. № ___

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры физической химии

Протокол от ___ 20__ г. № ___

Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к профессиональному циклу ОПОП по направлению подготовки 04.04.01 – Химия (Б1.В.03.02), является обязательной дисциплиной для освоения студентами очной формы обучения на первом году обучения во 2 семестре.

Для освоения дисциплины «Химия координационных соединений» обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения базовых дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Квантовая химия», «Химия элементоорганических соединений».

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**	
ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области физической химии и/или смежных с химией наук	ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Уметь искать и анализировать данные по реакционной способности и спектральным характеристикам координационных соединений; уметь объяснять наблюдаемые закономерности свойств координационных соединений на основе знаний о строении координационных соединений; уметь предсказывать реакционную способность (реакции замещения, окислительно-восстановительные реакции) на основании строения координационных соединений. Знать основные характеристики и типы координационных соединений и лигандов, используемых для их синтеза; основные законы физической химии, позволяющие определять физико-химические характеристики координационных соединений из экспериментальных данных ЭПР, ЯМР, ИК, УФ-спектроскопий; Знать основы теории групп и применения их для определения характеристик координационных соединений. Владеть методиками обработки экспериментальных данных. Владеть практическими навыками по определению координационных чисел, полиэдра координационных соединений, установления кинетической и термодинамической устойчивости координационных соединений	экзамен

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	36 ЗЕТ	36 ЗЕТ	___ ЗЕТ
Часов по учебному плану	180	180	
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	36	36	
- занятия лекционного типа	18	18	
- занятия семинарского типа	18	18	
- КСРИФ	2	2	
самостоятельная работа	106	106	
Промежуточная аттестация – экзамен			

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе														
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				из них														
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
Раздел 1. Виды изомерии и номенклатура координационных соединений	22	22		4	4		4	4		-			8	8		14	14	
Раздел 2. Связи координационных соединениях	34	34		4	4		4	4		-			8	8		26	26	
Раздел 3. Термодинамический	52	52		6	6		6	6		-			12	12		40	40	

кинетический аспекты в химии координационных соединений																	
Раздел 4. Координационные соединения в катализе	34	34		4	4		4	4		-			8	8		26	26
Контроль самостоятельной работы	2	2															
Промежуточная аттестация – экзамен (2 семестр)	36	36															
Итого	180	180		18	18		18	18					36	36		106	106

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточный контроль осуществляется при проведении **экзамена**.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Теоретическая подготовка к промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

4.1. Основная литература

1. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 1 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 224 с.
2. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 3 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 592 с.
3. Берсукер, И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: введение в теорию [Текст]: Монография / И.Б. Берсукер. – Л.: Химия, 1986. – 286 с.

4.2. Дополнительная литература

1. Абакумов, Г.А. Введение в химию координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Г.А. Абакумов. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. – 168 с.
2. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Ю.Н. Кукушкин. – М.: Высшая школа, 1985. – 455 с.
3. Кендлин, Дж. Реакции координационных соединений переходных металлов [Текст]: Монография / Дж. Кендлин, К. Тейлор, Д. Томпсон. – М.: Мир, 1970. – 392 с.
4. Темкин, О.Н. Гомогенный металлокомплексный катализ [Текст]: Монография / О.Н. Темкин. – М.: Академкнига, 2008. – 918 с.
5. Хенрици-Оливэ, Г. Координация и катализ [Текст]: Монография / Г. Хенрици-Оливэ, С. Оливэ. – М.: Мир, 1980. – 421 с.

4.3. Рекомендуемая литература

1. Wilkinson, G. Comprehensive coordination chemistry. Vol. 1. Theory & Background [Текст]: Учебник / G. Wilkinson, R.D. Gillard, J.A. McCleverty. – Oxford: Pergamon Press, Oxford, 1987. – 613 p.
2. Leigh, G.J. Modern coordination chemistry [Текст]: Учебник / G.J. Leigh, N. Winterton. – Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2002. – 386 p.
3. Elschenbroich, Ch. Organometallics. A concise introduction [Текст]: Монография /

Ch. Elschenbroich, A. Salzer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 1992. – 508 p.

4. Лен, Ж.-М. Супрамолекулярная химия: концепции и перспективы [Текст]: Монография / Ж.-М. Лен. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334 с.
5. Варфоломеев, С.Д. Биокинетика [Текст]: Учебное пособие / С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
6. Хьюи, Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность [Текст]: Монография / Дж. Хьюи. – М.: Химия, 1987. – 696 с.
7. Маррел, Дж. Химическая связь [Текст]: Монография / Дж. Маррел, С. Кеттл, Дж. Теддер. – М.: Мир, 1980. – 382 с.
8. Гейтс, Б. Химия каталитических процессов [Текст]: Учебник / Б. Гейтс, Дж. Кетцир, Г. Шуйт. – М.: Мир, 1981. – 452 с.
9. Басоло, Ф. Механизм неорганических реакций. Изучение комплексов металлов в растворе [Текст]: Учебник / Ф. Басоло, Р. Пирсон. – М.: Мир, 1971. – 592 с.
10. Эйринг, Г. Квантовая химия [Текст]: Учебник / Г. Эйринг, Д. Уолтер, Д. Кимбалл. – М.: ГИЗ, 1948. – 528 с.

4.4. Интернет-ресурсы

<http://elibrary.ru>.

<http://link.springer.com>.

<http://www.sciencedirect.com>.

<http://pubs.acs.org>.

<http://pubs.rsc.org>.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе ZNANIUM.COM, доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС ZNANIUM.COM содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства «Лань», доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства «Лань» включает в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства «Лань» обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 отдельными незначительными 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 владения материалом. 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Координационное число, координационный полиэдр и геометрия комплексов.	ПК-3-н
Изомерия координационных соединений (геометрическая, оптическая, гидратная, ионизационная, солевая, координационная, полимеризационная, редокс-изомерия)	
Метод молекулярных орбиталей (МО). Основные соотношения в приближении Малликена-Вольфсберга-Гельмгольца (МВГ). Групповые орбитали и их нахождение с использованием теории групп.	
Кинетические аспекты в химии координационных соединений. Инертные и лабильные комплексы. Механизмы химических	

превращений комплексов. Транс-влияние..	
Метод валентных связей в приложении к координационным соединениям. Гибридизация. Правило Сиджвика и его приложение.	
Многоэлектронные состояния. Энергетические термы (схема Рассела-Саундерса). Отнесение состояний к определенным термам. Параметры Рака. Диаграммы Танабе-Сугано.	
Корреляция между методами ТКП и МО. Расщепление в кристаллическом поле в рамках метода МО. Влияние π -связывания на величину Δ . Какие электроны обуславливают связь в молекуле комплекса	

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции _____

1. Какое координационное число и геометрия расположения лигандов в комплексе $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2(\text{NO}_2)]^-$: а) 3, треугольник; б) 4, квадрат; в) 4, тетраэдр; г) 6, октаэдр
2. Укажите верные утверждения:
 - а) Скорость окислительно-восстановительных реакций координационных соединений не зависит от природы реагентов для внешнесферного механизма
 - б) Скорость окислительно-восстановительных реакций координационных соединений не зависит от природы реагентов для внутрисферного механизма
 - б) Скорость окислительно-восстановительных реакций координационных соединений зависит от разницы редокс-характеристик участвующих в реакции реагентов для внешнесферного механизма протекания реакции
 - в) Скорость осуществления внутрисферного механизма выше скорости внешнесферного механизма.
3. Для 3,5-диметилпиразола укажите верные утверждения:
 - А) при координации он может выступать только в качестве нейтрального лиганда
 - Б) данный лиганд может координироваться только одним атомом азота на один металл
 - В) данный лиганд не может быть мостиковым при образовании полиядерных комплексов
 - Г) данный лиганд может быть мостиковым при образовании полиядерных комплексов

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции _____

1. Предложите синтез цис- и транс- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2(\text{NO}_2)]^-$ из $[\text{PtCl}_4]^{2-}$. Объясните разницу между выбранными Вами стратегиями синтеза.
2. Какая из реакций будет протекать быстрее и почему?
 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} + {}^{18}\text{NO}_2^- \rightarrow [\text{Co}(\text{NO}_2)_5({}^{18}\text{NO}_2)]^{3-} + \text{NO}_2^-$
 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-} + {}^{18}\text{NO}_2^- \rightarrow [\text{Co}(\text{NO}_2)_5({}^{18}\text{NO}_2)]^{4-} + \text{NO}_2^-$
3. Для каких комплексах ионов из следующего списка будет наблюдаться эффект Яна-Теллера? Ответ поясните: Cr (II), Cr (III), Ni (III), Mn (III), Co(III), Ti(III), Ti(IV), Cu(II), Ag(I), Zn(II)
4. Объясните, почему комплекс $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ является диамагнитным, а $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ парамагнитным? Какое строение имеют данные частицы? Оцените значение эффективного магнитного момента для $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ считая, что она является чисто спиновой.
5. Инертными или лабильными являются следующие комплексные частицы в реакции замещения лиганда (на воду) в водной среде: а) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$; б) $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; в) $[\text{Ru}(\text{py})_6]^{2+}$; г) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; д) $[\text{Ca}(\text{edta})]^{2-}$ Ответ поясните.

6. Парамагнитным или диамагнитным является соединение $V(CO)_6$?

5.2.4. Темы рефератов

1. Определение геометрического полиэдра в пятикоординационных комплексах Sb на основании кристаллографических данных
2. Молекулярные тетраэдры и использование их в катализе.
3. Магнитные свойства комплексов Co с редокс-активными лигандами.
4. Использование катехоламидных лигандов для экстракции тяжелых металлов.
5. Редокс-активация комплексов Cu (II) в катализе.
6. Определение спектральных характеристик люминесцентных комплексов на примере фталоцианиновых комплексов Zn(II).
7. Применение ЯМР-спектроскопии для изучения парамагнитных комплексов.
8. Использование координационных комплексов лантоноидов в современных излучающих устройствах.
9. Синтез и молекулярная динамика геликатных структур на основе комплексов Ga(III).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 1 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 224 с.
2. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 3 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 592 с.
3. Берсукер, И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: введение в теорию [Текст]: Монография / И.Б. Берсукер. – Л.: Химия, 1986. – 286 с.

б) дополнительная литература:

1. Абакумов, Г.А. Введение в химию координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Г.А. Абакумов. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. – 168 с.
2. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Ю.Н. Кукушкин. – М.: Высшая школа, 1985. – 455 с.
3. Кендлин, Дж. Реакции координационных соединений переходных металлов [Текст]: Монография / Дж. Кендлин, К. Тейлор, Д. Томпсон. – М.: Мир, 1970. – 392 с.
4. Темкин, О.Н. Гомогенный металлокомплексный катализ [Текст]: Монография / О.Н. Темкин. – М.: Академкнига, 2008. – 918 с.
5. Хенрици-Оливэ, Г. Координация и катализ [Текст]: Монография / Г. Хенрици-Оливэ, С. Оливэ. – М.: Мир, 1980. – 421 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)
<http://elibrary.ru>.

<http://link.springer.com>.

<http://www.sciencedirect.com>.

<http://pubs.acs.org>.

<http://pubs.rsc.org>.

1. Wilkinson, G. Comprehensive coordination chemistry. Vol. 1. Theory & Background [Текст]: Учебник / G. Wilkinson, R.D. Gillard, J.A. McCleverty. – Oxford: Pergamon Press, Oxford, 1987. – 613 p.

2. Leigh, G.J. Modern coordination chemistry [Текст]: Учебник / G.J. Leigh, N. Winterton. – Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2002. – 386 p.
3. Elschenbroich, Ch. Organometallics. A concise introduction [Текст]: Монография / Ch. Elschenbroich, A. Salzer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 1992. – 508 p.
4. Лен, Ж.-М. Супрамолекулярная химия: концепции и перспективы [Текст]: Монография / Ж.-М. Лен. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334 с.
5. Варфоломеев, С.Д. Биокинетика [Текст]: Учебное пособие / С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
6. Хьюи, Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность [Текст]: Монография / Дж. Хьюи. – М.: Химия, 1987. – 696 с.
7. Маррел, Дж. Химическая связь [Текст]: Монография / Дж. Маррел, С. Кеттл, Дж. Теддер. – М.: Мир, 1980. – 382 с.
8. Гейтс, Б. Химия каталитических процессов [Текст]: Учебник / Б. Гейтс, Дж. Кетцир, Г. Шуйт. – М.: Мир, 1981. – 452 с.
9. Басоло, Ф. Механизм неорганических реакций. Изучение комплексов металлов в растворе [Текст]: Учебник / Ф. Басоло, Р. Пирсон. – М.: Мир, 1971. – 592 с.
10. Эйринг, Г. Квантовая химия [Текст]: Учебник / Г. Эйринг, Д. Уолтер, Д. Кимбалл. – М.: ГИЗ, 1948. – 528 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Дисциплина обеспечена учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, промежуточной аттестации, а также помещениями для самостоятельной работы. Материально-техническое обеспечение включает: ноутбук, переносной экран, проектор, доска. 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 ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 04.04.01 – Химия, направленность «Неорганическая химия».

Автор:

кандидат химических наук _____ Арсеньев М.В.

Рецензент:

доктор химических наук, профессор РАН,

зам. директора ИМХ им. Г.А. Разуваева РАН _____ Пискунов А.В.

Заведующий кафедрой физической химии

доктор химических наук, профессор _____ Маркин А.В.