

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МССН  
по направлению 04.00.00 «Химия»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В КАТАЛИЗЕ И АДСОРБЦИИ**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**04.06.01 «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

## 1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью освоения дисциплины является получение аспирантами теоретических и практических знаний о современных методах изучения фазового состава, атомной структуры, микроструктуры и свойств поверхности твердых катализаторов, изучение химии каталитических превращений на поверхности твердых фаз на современном уровне и во взаимосвязи с другими науками.

Основные задачи дисциплины:

- привить творческое отношение к планированию исследований в области изучения строения гетерогенных катализаторов, а также механизма протекающих с их участием превращений;
- научить квалифицированно анализировать литературные источники с целью получения объективной картины по состоянию проблемы, поставленной в аспирантской работе;
- научить конкретным методикам применения физических методов исследования для исследования катализаторов;
- познакомить с учебной и научной литературой, а также ключевыми достижениями в области применения физических методов к исследованию катализаторов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Физико-химические методы исследований в катализе и адсорбции» относится к вариативной части (дисциплины по выбору) блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Универсальные компетенции</b>			
1	<b>УК-1</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	История и философия науки Методология научных исследований Приоритетные направления развития химии	Дисциплины вариативной части Блока 1, в том числе направленные на подготовку кандидатского экзамена Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>Профессиональные компетенции</b>			
2	<b>ПК-1</b> Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области химии, владение культурой научного исследования в области химии	Методология научных исследований Приоритетные направления развития химии	Дисциплины вариативной части Блока 1, в том числе направленные на подготовку кандидатского экзамена Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; ПК-1

Компетенция по ОС ВО	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования состава и структуры катализаторов
	<b>Уметь:</b> составить программу комплексного физико-химического исследования катализаторов; использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов.
	<b>Владеть:</b> навыками анализа и непротиворечивого комбинирования данных разных физических методов исследования катализаторов; использования учебной и современной научной литературы для проведения исследований.
ПК-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области химии, владение культурой научного исследования в области химии	<b>Знать:</b> конкретные методики определения фазового состава, атомной структуры, микроструктуры, структуры и свойств поверхности твердых катализаторов, строения гомогенных катализаторов в растворах.
	<b>Уметь:</b> выполнять намеченные работы и руководить ими; работать на аппаратуре для физико-химического анализа; проводить обработку полученной информации, составлять отчетные материалы.
	<b>Владеть:</b> навыками использования физических методов исследования в части изучения структуры и свойств гомогенных и гетерогенных катализаторов.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ зачетные единицы

Вид учебной работы	Всего часов	Курс обучения			
		I	II	III	IV
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60		60		
В том числе:	-		-	-	-
<i>Лекции</i>	40		40		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	20		20		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	48		68		
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1	<b>Классификация физических методов исследования.</b>	Общая характеристика и классификация физических методов исследования. Прямая и обратная задачи, характеристическое время методов. Возможности физических методов и области их применения
2	<b>Основы ИК, КР и УФ-спектроскопии</b>	Предмет дисциплины. Физические основы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом в ИК области. Аппаратура для регистрации колебательных спектров. Устройство и характеристики современных спектрометров. Электронная структура соединений переходных элементов и органических соединений и поглощение света в УФ-Вид диапазонах.
3	<b>Фазовый анализ катализаторов по данным ИК, КР и УФ-Вид спектроскопии</b>	Фазовый анализ объема катализаторов методами ИК и КР спектроскопии. Методики измерения ИК и КР спектров объема катализаторов, преодоление проблемы нагревания образцов лазерным излучением, низкотемпературная и высокотемпературная спектроскопия. Фазовый анализ поверхности катализаторов методами ИК и КР спектроскопии. Особенности изучения поверхности, метод спектральных зондов. Спектры индивидуальных комплексов в твердом виде и в растворах, изменение спектров в ходе пропитки, сушки и прокаливания катализаторов Классификация и отнесение электронных переходов и соответствующих полос в УФ и видимых спектрах. Применение электронных спектров. Применение методов ИК и УФ спектроскопии в анализе, исследовании равновесий и кинетики реакций.
4	<b>Количественные измерения методами оптической спектроскопии</b>	Физические основы закона Бугера-Ламберта-Бера. Природа отклонений от этого закона. Количественные измерения методикой диффузного отражения.
5	<b>Рентгеноспектральные методы анализа каталитических систем</b>	Определения кристаллической и электронной структуры, состояния поверхности каталитических наносистем до и после катализа. Влияние состава поверхности катализаторов на характер протекающих на ней процессов
6	<b>Атомно-адсорбционные методы исследования химического состава катализаторов</b>	Рассматриваются теоретические и практические основы атомно-абсорбционного метода анализа, основные узлы атомно-абсорбционных спектрометров, в том числе источники излучения, атомизаторы и др., типы мешающих влияний и способы их устранения, основные методические подходы к аналитическому определению элементов в разнообразных объектах каталитических систем с использованием пламенных и электротермических способов атомизации, метрологические характеристики метода
7	<b>Принципы электронной микроскопии</b>	Процессы, происходящие при взаимодействии электронов с веществом. Просвечивающая электронная микроскопия. Дифракция электронов Сканирующая электронная микроскопия. Энергодисперсионная спектроскопия. Спектрометрия потерь энергии электронов.
8	<b>Масс-спектрометрия и</b>	Масс-спектрометры, масс-спектр, принципы работы масс-

	<b>резонансные методы в катализе</b>	спектрометров и возможности их применения. Определение структуры молекулы по химическим сдвигам и спин-спиновым расщеплениям в спектрах ЯМР. Структура спектров ЭПР. Дифракционные методы, их особенности и возможности для изучения систем адсорбат-адсорбент.
9	<b>Электронный парамагнитный резонанс</b>	Общие сведения. Физические основы электронного парамагнитного резонанса. Тонкая структура спектров ЭПР. Электрон – электронное взаимодействие. Сверхтонкая структура спектров ЭПР
10	<b>Ядерный магнитный резонанс</b>	Физические основы метода. Спектры ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг. Спин-спиновое расщепление. Интегральные сигналы в ЯМР-спектрах. Анализ ЯМР-спектров высокого разрешения. Спектроскопия ЯМР на других ядрах. Динамические процессы. Влияние динамических процессов на химические сдвиги.
11	<b>Ядерный гамма-резонанс (Мессбауэровская спектроскопия)</b>	Общие сведения. Физические основы метода. Мессбауэровский спектр. Основные параметры. Химический сдвиг. Квадрупольные взаимодействия. Магнитные взаимодействия. Принцип действия ЯГР – спектрометра. Применение мессбауэровской спектроскопии.
12	<b>Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов</b>	Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов. Определение удельной поверхности, распределения пор по размерам, а также формы и объема пор. Использование различных подходов в качественном, структурном и количественных анализах пор каталитических систем. Экспериментальные методы определения кислотности поверхности.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	СРС	Все-го час.
1.	Классификация физических методов исследования.	2	0	4	6
2.	Основы ИК, КР и УФ-спектроскопии	4	2	4	10
3.	Фазовый анализ катализаторов по данным ИК, КР и УФ-Вид спектроскопии	4	2	4	10
4.	Количественные измерения методами оптической спектроскопии	4	4	4	12
5.	Рентгеноспектральные методы анализа каталитических систем	4	4	4	12
6.	Атомно-адсорбционные методы исследования химического состава катализаторов	4	4	4	12
7.	Принципы электронной микроскопии	4		4	8
8.	Масс-спектрометрия и резонансные методы в катализе	4		4	8
9.	Электронный парамагнитный резонанс	2		4	6
10.	Ядерный магнитный резонанс	2		4	6
11.	Ядерный гамма-резонанс (Мессбауэровская спектроскопия)	2		4	6
12.	Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов	4	4	4	12

## 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	Рентгеноспектральные методы анализа каталитических систем	Лабораторная работа «РФСА-анализ твердых веществ»	4
2.	Атомно-адсорбционные методы исследования химического состава катализаторов	Лабораторная работа «ААС-ионизация пламенем» Лабораторная работа «ААС-ионизация низкотемпературной горелкой» Лабораторная работа «ААС-ионизация высокотемпературной горелкой»	4
3.	Применение методов ИК, УФ и видимой спектроскопии в изучении адсорбционно-каталитических систем.	Лабораторная работа «Применение ИК-спектроскопии в исследовании поверхности катализатора»	4
4.	Масс-спектрометрия и резонансные методы в катализе	Лабораторная работа « Применение газовой масс-хроматографии в катализе»	4
5.	Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов	Лабораторная работа «Определение поверхностных характеристик адсорбентов и катализаторов: удельная поверхность, пористость, кислотность»	4

#### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
--	---	--

Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, стр.2 Научно-учебная лаборатория физической химии Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы: ауд.№ 520	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, Центрифуга TLT T23D, Термостат водный, Хроматограф Цвет, Инфракрасный спектрометр ФТ-02, имеется wi-fi	Не требуется для имеющегося оборудования
Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, стр. 2 Лаборатория гетерогенного катализа, ауд. 515	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, Хроматограф Кристалл 5000 Хроматограф Кристалл 2000 М Хроматограф Кристалл 5000	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно, программе присваивается

	Хроматограф Кристалл 2000 М Газометр ГХ-1 Каталитическая установка «синтез Фишера – Тропша» Каталитическая установка «Углекислотная конверсия метана» Термодесорбционная установка, имеется выход в интернет	новый номер) Хроматэк Аналитик 2.6 версия 2.6.0.14, Кристалл-ПМ2 1.0.12.0 Spectr -1.0
Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, стр. 2 Научная лаборатория, ауд. 524	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, автоматическая высоковакуумная установка ASAP 2020-MP Micromeritics; рентгенофлуоресцентный спектрометр Clever C-31; ИК фурье-спектрометр «ФТ- 801» с программным обеспечением ZaiR 3.5 TM; Термоанализатор синхронный STA 449 F5 Jupiter, STA 2500 Regulus	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно, программе присваивается новый номер)
Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, Специально оснащенные лаборатории ЦКП ФХИ	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории, доска меловая, Проектор Mitsubishi XD430U, Экран для проектора Lumien, Муфельные печи, агатовые ступки, механический пресс, термоанализатор SDTQ-600, ИК-фурье спектрометр BRUKER “MPA”, спектрофотометр Varian “ Cary 50”, рентгеновские дифрактометры: ДРОН-7, Rigaku “UTIMA IV”, компьютеры, имеется wi-fi	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000- 00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232- 17683-AA087

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).

Программное обеспечение	Лицензия	Ссылка на лицензию	Пояснение
Windows	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription)		2016-03-24 — 2019-03-31

	Enrollment for Education Solutions № 86626883		
Microsoft Office	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883		2016-03-24 — 2019-03-31
Chrome	Google Chrome Terms of Service	<a href="https://www.google.com/intl/en/chrome/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/intl/en/chrome/privacy/eula_text.html</a>	Разрешает свободное использование, модифицирование, копирование исходных кодов программных продуктов, попадающих под ее область действия.
SciLab	MIT License	<a href="https://opensource.org/licenses/MIT">https://opensource.org/licenses/MIT</a>	Разрешает свободное использование, модифицирование, копирование исходных кодов программных продуктов, попадающих под ее область действия.
7-zip	LGPL	<a href="https://www.gnu.org/licenses/lgpl.html">https://www.gnu.org/licenses/lgpl.html</a>	Разрешает свободное использование, модифицирование, копирование исходных кодов программных продуктов, попадающих под ее область действия (в том числе и в коммерческих целях). В случае использования их в своих разработках разработчик обязуется в дальнейшем предоставлять свои исходные коды по первому требованию.
Adobe Reader	Adobe Software License Agreement		<a href="https://www.adobe.com/content/dam/acom/ru/legal/licenses/terms/pdf/Reader-EULA-ru_RU-20181207.pdf">https://www.adobe.com/content/dam/acom/ru/legal/licenses/terms/pdf/Reader-EULA-ru_RU-20181207.pdf</a>
Хроматек Аналитик 1.21.	Программа индивидуального лицензирования		2013-05-77

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Учебно-научный информационный библиотечный центр РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/">http://lib.rudn.ru/</a>
ЭБС РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web</a>
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	<a href="http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998">http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998</a>
Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chemnet.ru">http://www.chemnet.ru</a>
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://www.elibrary.ru/defaultx.asp">http://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Химическая энциклопедия	<a href="http://www.chemport.ru">http://www.chemport.ru</a>
ХуМуК: сайт о химии для химиков	<a href="http://www.xumuk.ru">www.xumuk.ru</a>
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a> <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
IOPSCIENCE IOP Publishing	<a href="http://iopscience.iop.org/journals?type=archive">http://iopscience.iop.org/journals?type=archive</a>
Mendeley	<a href="http://www.mendeley.com/">http://www.mendeley.com/</a>
Nature	<a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>
Reaxys, Reaxys Medicinal Chemistry	<a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a>
RSC, журналы Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry),	<a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a>
ScienceDirect (ESD), «FreedomCollection», ИД "Elsevier"	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
SciFinder-n	<a href="https://scifinder-n.cas.org/">https://scifinder-n.cas.org/</a>
SPRINGER	<a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>
Wiley Online Library	<a href="http://www.wileyonlinelibrary.com">www.wileyonlinelibrary.com</a>
Академия Google	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
GREEN BOOK IUPAC	<a href="https://iupac.org/what-we-do/books/greenbook/">https://iupac.org/what-we-do/books/greenbook/</a>

#### 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Электронная библиотека РУДН", доступ к которой предоставлен аспирантам. Электронно-библиотечная система " Электронная библиотека РУДН " реализует



легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. Электронная библиотека РУДН обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям ОС ВО РУДН

№	Наименование	Количество печатных экземпляров в библиотеке	Наличие в электронном каталоге ЭБС ссылка
<b>Основная литература</b>			
1	Физико-химические основы материаловедения : Учебное пособие / Г. Готтштайн; Под ред. В.П.Зломанова; Пер. с англ. К.Н.Золотовой, Д.О.Чаркина. - М. : БИНОМ, 2016. - 400 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-94774-769-0 : 400.00.	2	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1</a> 34.2 - Г 74
2	Физические методы анализа следов элементов [Текст] / Пер. с англ. Ю.И.Беляева и Ю.В.Яковлева; Под ред. И.П.Алимарины. - М. : Мир, 1967. - 416 с. - 2.75.	3	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1</a> ЗЕК - Ф50
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Методы исследования гетерогенных равновесий: Учебное пособие для университетов / А.В. Новоселова. - М. : Высшая школа, 1980. - 166 с. : ил. - 0.25.	5	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1</a> ЗЕК - Н76
2	Методы исследования материалов и процессов: Учебное пособие для вузов / В.Ю. Конюхов, И.А. Гоголадзе, З.В. Мурга. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 226 с. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-05475-0 : 459.00.	2	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1</a> 24.4 - К 65
3	Физические методы исследования в химии: Резонансные и электрооптические методы [Текст] : Учебник для вузов / Л.В. Вилков, Ю.А. Пентин. - М. : Высшая школа, 1989. - 288 с. : ил. - ISBN 5-06-00071-0 : 0.95.	56	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1</a> 24.4 - В44

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Технология процесса обучения по дисциплине «Физическая химия» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции, лабораторные работы);
- организация самостоятельной образовательной деятельности аспирантов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
- организация и проведение консультаций;
- промежуточная аттестация;

**Аудиторные занятия** проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

**Цель самостоятельной работы** – закрепление, углубление и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе, умения целенаправленно творчески работать с учебной, научной специальной литературой, составлять рефераты. В самостоятельную работу аспирантов включается также подготовка к текущему и рубежному контролю.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО НАПИСАНИЮ РЕФЕРАТОВ

Написание реферата является одной из форм обучения аспирантов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы аспирантов; одной из форм научной работы аспирантов, целью которой является расширение научного кругозора аспирантов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат, как форма обучения аспирантов, - это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами.

При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.

Темы рефератов определяются кафедрой и содержатся в программе курса. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

**Целью** написания рефератов является:

- привитие аспирантам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие аспирантам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у аспиранта интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

**Основные задачи аспиранта при написании реферата:**

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;
- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

**Требования к содержанию:**

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;
- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы.

#### **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Физико-химические методы исследований в катализе и адсорбции» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы,

необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

**Разработчики:**

доцент кафедры  
физической и коллоидной химии



Т.Ф. Шешко

доцент кафедры  
физической и коллоидной химии



Е.Б. Маркова Е.Б

**Заведующий кафедрой**  
физической и коллоидной химии



А.Г. Чередниченко