

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

*Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МСЧН  
по направлению 04.00.00 «Химия»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

**КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ ГЕТЕРОГЕННЫХ РЕАКЦИЙ**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**04.06.01 «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

### 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель** дисциплины – формирование у аспирантов углубленных знаний о кинетике, катализе и механизмах гетерогенных реакций, теоретическом описании и предсказании скоростей химических реакций, систематизация знаний о теоретических и экспериментальных методах исследования механизмов химических процессов.

**Задачей** изучения дисциплины является формирование компетенций, которые дадут возможность аспирантам эффективно применять в профессиональной деятельности полученные знания, умения и навыки.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Кинетика и катализ гетерогенных реакций» 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

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

#### **Знать:**

- сущность и физико-химические основы катализа;
- принципы действия катализаторов и основы механизмов каталитических превращений;
- теоретические основы гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа;
- важнейшие каталитические процессы в современной химической промышленности, энергетике и защите окружающей среды;

**Уметь:**

- применять полученные знания для описания механизмов каталитических реакций;
- использовать теоретические знания в научно-исследовательской работе;
- проводить обработку полученной информации, составлять рефераты и отчеты;
- делать доклады и презентации по результатам проведенных исследований.

**Владеть навыками:**

- практического использования основных физико-химических методов анализа для исследования структуры и поверхности адсорбентов и катализаторов;
- исследования процессов адсорбции и кинетики химических превращений;
- использования учебной и научной литературы для проведения исследований;

**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		
<b>В том числе:</b>	-		-	-	-
<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
1.	<b>Общие представления о катализе</b>	<p>Определения катализа. Основные этапы развития представлений о катализе. Каталитические процессы в природе. Роль катализа в современной промышленности - химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей, биохимической и пищевой. Классификация катализаторов и каталитических процессов.</p> <p>Основные причины каталитического действия. Промежуточные соединения в катализе, катализатор, как астехиометрический реагент Каталитический цикл. Новый реакционный путь, открываемый катализатором, Факторы, определяющие скорость каталитической реакции. Роль энергетического и структурного факторов при взаимодействии реагирующих веществ с катализатором. Эффекты компенсации и дополнительного связывания.</p>

2.	<b>Методы построения кинетических уравнений каталитических реакций</b>	<p>Методы и примеры построения кинетических уравнений каталитических реакций, их связь с механизмом реакции. Стационарное состояние различных форм каталитического комплекса. Стационарное кинетическое уравнение и способы его получения, квазистационарность, маршруты реакции, нестационарная кинетическая модель. Активность и стабильность катализаторов. Промоторы и каталитические яды (ингибиторы). Субстратная селективность, региоселективность и энантиоселективность. Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных и других сложных реакций. Зависимость селективности от конверсии в сложных реакциях при участии катализаторов на отдельных стадиях.</p>
3.	<b>Гомогенный катализ</b>	<p>Классификация гомогенных катализаторов, их активность и селективность. Нуклеофильный катализ (<i>катализ основаниями Льюиса</i>). Механизм и кинетика его в реакциях замещения, расщепления и присоединения. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа.</p> <p>Кислотный, электрофильный (<i>катализ кислотами Льюиса</i>) и основной катализ. Механизм кислотного и электрофильного катализа нуклеофильных и электрофильных реакций замещения, отщепления и присоединения. Механизм основного катализа. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Абсолютная шкала кислотности, функции кислотности. Сверхкислоты как катализаторы. Скорости реакции кислот с основаниями. Специфический и общий кислотно-основной катализ. Особенности кинетики и механизм. Кислотность и каталитическая активность, уравнение Бренстеда.</p> <p>Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов.</p>
4.	<b>Типы гетерогенных катализаторов</b>	<p>Металлы и сплавы как катализаторы. Модели активных центров. Корреляция между каталитической активностью металлов и степенью участия d-электронов в образовании металлических связей. Локальные и коллективные электронные взаимодействия при хемосорбции и катализе на металлах и сплавах. Роль <math>\pi</math>-комплексов в катализе на металлах и сплавах. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные каталитические реакции. Металлические катализаторы на носителях. Размерные эффекты, сильное взаимодействие металл-носитель. Скелетные катализаторы. Мембранные катализаторы. Зависимость каталитических свойств металлов от дисперсности частиц металла и от предварительной термообработки. Каталитические наноматериалы.</p> <p>Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль бренстедовских и льюисовских кислотных центров в</p>

		хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния и алюмосиликатах. Модифицированные и смешанные оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы, связь их активности с типом цеолита, наличием гидроксильных групп, природой и концентрацией введенных в цеолит ионов. Молекулярно-ситовые свойства цеолитных катализаторов.
5.	<b>Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения</b>	Кинетическая область протекания гетерогенных каталитических реакций. Уравнение Лэнгмюра—Хиншельвуда. Кинетика реакций при сравнимых скоростях адсорбции и химической реакции на поверхности. Адсорбционная область катализа на однородной и неоднородной поверхности. Кинетика реакции при сравнимой скорости адсорбции и химической реакции на поверхности. Внешнедиффузионная и переходные с ней области катализа, кинетика реакций. Устойчивость внешнедиффузионной и переходной областей экзотермической гетерогенно-каталитической реакции. Внутريدиффузионная и переходные с ней области гетерогенного катализа, кинетика, фактор эффективности, модуль Тиле. Область протекания и селективность гетерогенных каталитических реакций.
6.	<b>Основные этапы, методы и стадии приготовления твердых катализаторов</b>	Методы осаждения. Механизмы формирования и старения (кристаллизации) гидроксидов при коллоидно-химическом осаждении. Физико-химические аспекты золь-гель метода. Носители катализаторов. Методы нанесения. Капиллярный и диффузионный режимы пропитки. Материальный баланс адсорбционной пропитки. Однократная и многократная пропитка. Механизмы закрепления предшественников активного компонента на поверхности носителей. Электростатическая теория адсорбции ионов из водных растворов на поверхности оксидных носителей. Факторы, определяющие дисперсное состояние и распределение по зерну носителя активного компонента. Особенности приготовления нанесенных многокомпонентных катализаторов. Получение катализаторов методом механического смешения. Механохимический метод. Термическая обработка катализаторов. Закономерности формирования фазового состава и текстуры при термическом разложении солей и гидроксидов. Спекание пористых тел. Полиморфные превращения. Твердофазные реакции. Приготовление гетерогенизированных систем. Молекулярный дизайн в катализе.

7.	<b>Методы исследований каталитических реакций</b>	Поиск каталитических систем и методы исследования кинетики и селективности каталитических реакций, стабильности катализаторов и механизма катализа. Исследование кинетики гетерогенных каталитических реакций в периодических, проточных и проточно-циркуляционных реакторах, обработка экспериментальных данных. Методы определения состава исходных веществ и продуктов реакции. Хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. Микрокаталитические реакторы. Комбинаторные методы в катализе, компьютерный поиск и банки данных. Спектральные и дифракционные методы in-situ в исследовании каталитических реакций.
8.	<b>Основные промышленные каталитические процессы</b>	Получение водорода и синтез-газа каталитической конверсией углеводородов. Синтез аммиака и метанола, синтез Фишера-Тропша. Гидрирование и дегидрирование органических соединений. Полимеризация олефинов. Окисление неорганических соединений. Получение серной и азотной кислот. Каталитические процессы окисления органических веществ, окислительный аммонолиз. Каталитические процессы в нефтепереработке чистка. Изомеризация и алкилирование. Гомогенно-каталитические промышленные процессы с использованием кислотных, электрофильных и металлокомплексных катализаторов. Экологический катализ. Природоохранные каталитические технологии.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Общие представления о катализе	4				6	10
2	Методы построения кинетических уравнений каталитических реакций	4		2		6	12
3.	Гомогенный катали	4				6	10
4.	Типы гетерогенных катализаторов	6				6	12
5.	Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения	6		8		6	20
5.	Основные этапы, методы и стадии приготовления твердых катализаторов	6		6		6	18
7.	Методы исследований каталитических реакций	4		4		6	14
8.	Основные промышленные каталитические процессы	6				6	12

## 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудо-емкость (час.)
1.	1,2	Кинетика каталитических реакций	3
2.	3,5	Приготовление и установление физико-химических свойств катализаторов	6
3.	3	Типы гетерогенных катализаторов	1
4.	3,4,5,6	Катализ соединениями переходных металлов	2
5.	3,4,5,6	Катализ на оксидах и каталитическое окисление	2
6.	3,4,5,6	Катализ на металлах и реакции с участием водорода	2
7.	3,4,5,6,7	Каталитические процессы нефтереработки	2
8.	3,4,5,6,7	Катализ в переработке природного газа	2

7. Практические занятия (семинары): не предусмотрены учебным планом

## 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 Хроматограф Кристалл 2000 М Газометр ГХ-1 Каталитическая установка «синтез Фишера – Тропша» Каталитическая установка «Углекислотная конверсия метана» Термодесорбционная установка, имеется выход в интернет	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно, программе присваивается 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;	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно,

	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	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 "МРА", спектрофотометр Varian "Cary 50", рентгеновские дифрактометры: ДРОН-7, Rigaku "ULTIMA 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).

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>
XuMuK: 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:

### Основная литература

- 1 О.В. Крылов Гетерогенный катализ /. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с.
- 2 К.С. Гуляев, О.А. Реутова. Катализ /Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 72 с  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=441385](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=441385)
- 3 Б.В. Романовский Основы химической кинетики /М. : Экзамен, 2006. - 415 с.
- 4 И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт Современный катализ и химическая кинетика/Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2010. - 504 с.

### Дополнительная литература

- 1 А.П. Пурмаль А, Б, В... химической кинетики/М. : Академкнига, 2004.
- 2 К.В. Боженко, В.Д. Ягодский. Кинетика элементарных химических реакций/ М. : Изд-во РУДН, 2003. - 90 с.
- 3 С.Я. Уманский. Теория элементарных химических реакций/Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2009. - 408 с.
- 4 Р.В. Цышевский, Г.Г. Гарифзянова, Г.М. Храпковский Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций / Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 88 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=258380](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258380)
- 5 А.А. Баландин. Современное состояние мультиплетной теории гетерогенного катализа /Москва:Изд-во Наука, 1968. - 206 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=476670](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=476670)

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

Технология процесса обучения по дисциплине «Кинетика и катализ гетерогенных реакций» 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.

**Самостоятельная работа** организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Согласно учебному плану при изучении дисциплины предполагается проведение лекционных занятий, лабораторных работ, контрольных работ, домашних работ и написание реферата. В конце семестра проводится промежуточный контроль в виде письменно-устного экзамена. Самостоятельная работа аспирантов включает в себя подготовку к этим видам работ и контроля.

### ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Прежде чем начать выполнение лабораторной работы, следует ознакомиться с соответствующим теоретическим разделом лекционного курса (компетенции УК–1, ПК–1). Далее следует внимательно ознакомиться с описанием лабораторной работы и предложенной методикой, провести соответствующие расчеты, необходимо заранее их выполнить дома при подготовке к планируемой работе. До начала работы аспирант должен оформить

лабораторную работу, выбрать соответствующие методы анализа, знать порядок работы на приборе .

### ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При работе в лаборатории необходимо вести лабораторный журнал, в котором полностью отражается подготовительная и экспериментальная работа аспиранта. Лабораторный журнал заполняется экспериментальными данными, полученными непосредственно по ходу выполнения работы.

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткое теоретическое введение (основные законы и формулы, уравнения или графики, относящиеся к теме лабораторной работы).
4. Экспериментальная часть:
  - список реактивов и оборудования;
  - схема прибора или установки;
  - уравнения всех химических реакций;
  - конкретное задание на лабораторную работу;
  - условия проведения эксперимента (температура, концентрации растворов, длины волн и т.д.);
  - результаты измерений в виде таблиц и графиков;
  - расчёты по экспериментальным данным; оценка погрешности измерений.
5. Выводы или заключение о результатах данной лабораторной работы.

Все наблюдения при выполнении лабораторной работы необходимо сразу записывать в журнал. В случае лабораторных работ, связанных с измерениями и расчетами, в лабораторный журнал необходимо заносить подробные расчеты с размерностью вычисленных величин. При оценке лабораторной работы учитывается полнота (степень) домашней подготовки, а также оформление отчета.

### 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.

#### **Структура реферата.**

1. Начинается реферат с *титульного листа*.
2. За титульным листом следует *Оглавление*. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.
3. *Текст* реферата. Он делится на три части: *введение, основная часть и заключение*.
  - а) *Введение* - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.
  - б) *Основная часть* - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.
  - в) *Заключение* - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.
4. *Список источников и литературы*. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается аспирант при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов.

#### **Оценивая реферат, преподаватель обращает внимание на:**

- соответствие содержания выбранной теме;
- отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснована;
- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;
- умение логически мыслить;
- культуру письменной речи;
- умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, составление библиографии);
- умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;
- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;
- соблюдение объема работы;
- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Кинетика и катализ гетерогенных реакций» (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

**Заведующий кафедрой**  
физической и коллоидной химии



А.Г. Чердниченко