

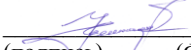


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Физическая химия»

 Кондриков Н.Б.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«\_08\_» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Физической и аналитической химии

 Соколова Л.И.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«\_08\_» июня 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Макрокинетика каталитических процессов**  
Направление подготовки 04.06.01 «Химические науки»  
Профиль «Физическая химия»  
Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час. / 0,5 з.е.  
с использованием МАО – 6 час.  
практические занятия не предусмотрены  
лабораторные работы 36 час. / 1 з.е.  
с использованием МАО – 12 час.  
всего часов контактной работы 54 час. / 1,5 з.е.  
в том числе с использованием МАО - нет, в электронной форме - нет.  
самостоятельная работа 54 час. / 1,5 з.е.  
в том числе на подготовку к экзамену  
курсовая работа / курсовой проект - не предусмотрено  
зачет 4 семестр.  
экзамен \_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 г. № 869

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической и аналитической химии, протокол № 12 от «08» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой: профессор кафедры физической и аналитической химии, к.х.н.  
Соколова Л.И.

Составитель: профессор кафедры физической и аналитической химии, докт. хим. наук,  
доцент Васильева М.С.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от «08» февраля 2020 г. № 4

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись)

Соколова Л.И.  
(И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от «22» января 2021 г. № 3

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись)

Соколова Л.И.  
(И.О. Фамилия)

## Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Макрокинетика каталитических процессов»

Дисциплина «Макрокинетика каталитических процессов» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Физическая химия» и входит в вариативную часть учебного плана «Дисциплины по выбору». Трудоемкость – 3 з. е.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 04.06.01. Химические науки, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Физическая химия».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 часов). Учебным планом предусмотрены лекции (18 часов), лабораторные работы (36 часов), самостоятельная работа (54 часа).

«Макрокинетика каталитических процессов» является фундаментальной физико-химической дисциплиной профиля «Физическая химия». В ней обсуждаются разделы электрохимии, изучающие основные свойства и проявления жизни на молекулярной уровне.

Изучение «Макрокинематики каталитических процессов» связано с другими дисциплинами профиля: «Физическая химия», «Кинетика и катализ», «Теория и практика адсорбционных процессов».

**Цель** – приобретение знаний об основных понятиях теоретической электрохимии, ее фундаментальных представлений, теоретических и прикладных направлений, а также новых концепций, относящихся к структуре электрохимических межфазных границ и закономерностям туннелирования заряженных частиц с использованием строгих методических подходов.

### **Задачи:**

1. формирование понимания возможностей различных электрохимических методов, роли электрохимии в создании принципиально новых видов технологии, в том числе и нанотехнологии, новых источников энергии, борьбы с коррозией в медицинской химии, в получении сверхчистых материалов функционального значения.

2. Знакомство с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных, в том числе публикуемых в научной литературе.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные / профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую	Знает	- современное состояние науки в области физической химии; - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в

деятельность в области физической химии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		области физической химии
	Умеет	-выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; - представлять результаты научной работы
	Владеет	- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; - навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности
ОПК-2 готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	Знает	- основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций
	Умеет	- планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива; - осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ
	Владеет	- организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива; - навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде
ПК-1: способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности (направленности) Физическая химия	Знает	- современное состояние науки в области электрохимии - методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии
	Умеет	- определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование - представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу
	Владеет	- методами планирования, подготовки, проведения НИР по физической химии - методами анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по физической химии
ПК-2: Способность к профессиональной эксплуатации современного	Знает	- современное состояние экспериментальных методов в области физической химии - теоретические основы новейших физико-химических методов исследования - правила эксплуатации современного

исследовательского оборудования и приборов		исследовательского оборудования и приборов
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять физико-химические исследования, используя современное исследовательское оборудование</li> <li>- интерпретировать результаты ЯМР-, ИК-спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии и других физико-химических методов исследования</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальными методами подготовки и проведения научно-исследовательской работы по физической химии</li> <li>- навыками работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными комплексами обработки результатов в области физической химии</li> <li>- навыками работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными комплексами обработки результатов в области физической химии</li> </ul>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Макрокинетика каталитических процессов» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: включают в себя лекции-беседы, проблемные лекции, лекции визуализации, работа в малых группах по индивидуальному заданию и составляют 18 часов.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАСОВ)**

**Из них интерактивные формы обучения составляют 6 часов.**

### **МОДУЛЬ 1. Гетерогенно-каталитические процессы (14 час.).**

#### **Раздел 1. Гетерогенные процессы (4 час.)**

##### **Тема 1. Общие сведения о гетерогенных процессах (2 час.)**

Гетерогенные процессы. Режимы реакций. Экспериментальные методы. Кинетика гетерогенных каталитических процессов в статическом и динамическом режимах.

*Проблемная лекция*

##### **Тема 2. Схема гетерогенного процесса (2 час.).**

Модели гетерогенного процесса: «сжимающаяся сфера», «сжимающееся ядро». Наблюдаемая скорость гетерогенного процесса, время полного превращения. Режим процесса. Характерные признаки лимитирующей стадии, способы ее определения. Определяющий параметр для каждой лимитирующей стадии.

#### **Раздел II. Гетерогенно-каталитические процессы (8 час.).**

##### **Тема 1. Процессы переноса в каталитических реакциях (2 час.)**

Процессы переноса в каталитических реакциях. Области протекания реакции. Понятие лимитирующей стадии.

##### **Тема 2. Внешнедиффузионная область (2 час.)**

Общие закономерности. Скорость процесса во внешнедиффузионной области. Тепловые режимы. Влияние различных факторов. Процесс на поверхности непористого катализатора.

### **Тема 3. Внутريدиффузионная область (2 час.).**

Внутренняя диффузия. Молекулярная диффузия. Кнудсеновская диффузия. Пористая структура катализаторов, модели их пористой структуры. Выражения скорости реакции. Схема и математическая модель процесса в пористом зерне катализатора. Кинетические уравнения, метод решения. Перенос в гранулах и фактор эффективности (степень использования внутренней поверхности катализатора). Модуль Зельдовича-Тиле. Эффекты теплопереноса. Влияние внутренне-диффузионных факторов на скорость процессов.

*Проблемная лекция*

### **Тема 4. Теоретические и экспериментальные критерии влияния диффузии (2 час.).**

Критерии влияния внешней диффузии. Критерии влияния внутренней диффузии. Критерии теплопереноса. Внешняя диффузия. Кажущаяся энергия активации гетерогенных реакций. Гетерогенно-каталитические процессы на пористом зерне катализатора. Макрокинетика. Диффузионное торможение. Неоднородность в реакторе. Аксиальная неоднородность. Примеры использования теоретических критериев.

*Проблемная лекция*

## **МОДУЛЬ 2. Макрокинетическое моделирование химических процессов (4 час.)**

### **Раздел I. Проблемы химической кинетики (1 час.)**

#### **Тема 1. Основные подходы к решению проблем химической кинетики (1 час.).**

Физико-химический, или микроскопический и формально-кинетический, или макроскопический подходы.

### **Раздел. II. Макрокинетическая модель (2 час.)**

#### **Тема 1. Элементы макрокинетической модели (0,5 час.).**

Основные этапы построения макрокинетических моделей

#### **Тема 2. Макрокинетический эксперимент (1,5 час)**

Макрокинетический эксперимент, лабораторные микрореакторы, их математическое описание. Численные методы идентификации и анализа кинетических моделей. Интегральный метод оценивания параметров. "Error-in-Variable" (EVM) метод идентификации кинетических моделей на базе экспериментов, получаемых в реакторе идеального смешения. Апостериорный анализ результатов идентификации.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАС.)**

### **Занятие №1 (12 час.)**

**Тема:** Гетерогенно-каталитические процессы на пористом зерне катализатора. Расчетно-графические работы с использованием

компьютерных программ «Расчет параметры переноса в зернистом слое» и «Пористое зерно катализатора».

**Занятие №2 (12 час.)**

**Тема:** Гетерогенные процессы. Расчетно-графическая работа с использованием компьютерных программ «Гетерогенные процессы» практическая работа студентов с использованием компьютерной программы «Трубчатые реакторы».

**Занятие № 3 (12 час.).**

**Тема:** Теоретические критерии. Примеры использования (2 ч).

**II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов» представлено в приложении 1и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

**III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА**

Для контроля используются следующие оценочные средства:

УО-1 –индивидуальное собеседование, в основном на зачете;

УО-2 – коллоквиум – учебное занятие в виде коллективного собеседования;

ПР-1 – письменный (или компьютерный) тест;

ПР-6 – лабораторная работа.

п/п	Контролируемые разделы	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Гетерогенные процессы	ОПК-1	Знает современное состояние науки в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Умеет планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1

		ПК-1	Знает методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
2	Гетерогенно-каталитические процессы	ОПК-1	Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	УО-1 УО-2 ПР-6 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Владеет организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива		
		ПК-1	Умеет определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	УО-1 УО-2 ПР-6 ПР-1	УО-1
3	Проблемы химической кинетики	ОПК-1	Умеет представлять результаты научной работы	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Владеет организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ПК-1	Владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР по физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
4	Макрокинетическая модель	ОПК-1	Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	УО-1 УО-2 ПР-1 ПР-6	УО-1
		ОПК-2	Владеет навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов,	УО-1 УО-2 ПР-1 ПР-6	УО-1



			согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде		
		ПК-1	Знает методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1 ПР-6	УО-1

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

#### IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Основная литература

1. Франк-Каменецкий, Д. А. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике: [учебник-монография] / Д. А. Франк-Каменецкий – Долгопрудный : Интеллект, 2008. – 407 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663867&theme=FEFU>
2. Чоркендорф, Иб. Современный катализ и химическая кинетика /И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. – Долгопрудный : Интеллект, 2010. – 501 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:289588&theme=FEFU>
3. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Логос, 2012. – 304 с. <http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=468690>

##### Дополнительная литература

1. Киперман, С. Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / С. Л. Киперман. – М. : Химия, 1979. – 348 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:693930&theme=FEFU>
3. Розовский, А. Я. Гетерогенные химические реакции. Кинетика и макрокинетика / А. Я. Розовский; [отв. ред. Ю. А. Колбановский]; Академия наук СССР, Институт нефтехимического синтеза. – М. : Наука, 1980. – 323 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:41631&theme=FEFU>
4. Панченков, Г. М. Химическая кинетика и катализ: учебное пособие для вузов / Г. М. Панченков, В. П. Лебедев. – М. : Химия, 1974. – 592 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:58437&theme=FEFU>
5. Сеттерфилд, Ч. Практический курс гетерогенного катализа / Ч. Сеттерфилд; пер. с англ. А. Л. Клячко, В. А. Швеца. – М. : Мир, 1984. – 520 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:50244&theme=FEFU>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. База данных о веществах и их свойствах: <http://www.chemspider.com/>
2. База данных о веществах и их свойствах:  
<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. <http://e.lanbook.com>
4. <http://www.studentlibrary.ru>
5. <http://znanium.com>
6. <http://www.nelbook.ru>

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
  2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
  3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая  
<http://oversea.cnki.net/>
  4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
- Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	Лаборатория электрохимии: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L656 (1 компьютер)	EcmWin/EcmNoise/EcmKorr (EcmView) Потенциостат/Гальваностат PGU 100V  IPS Engineer-office Peter Schrems, Germany
2.	Лаборатория электрохимии: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L656 (1 компьютер)	EcmWin/EcmNoise/EcmKorr (EcmView) Потенциостат/Гальваностат PGU 200V  IPS Engineer-office Peter Schrems, Germany
3.	Лаборатория электрохимии: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L656 (1 компьютер)	«Nova 1.5» для работы на потенциостате-гальваностате AUTOLAB/PGSTAT 302N
4.	Лаборатория электрохимии: 690001, Приморский край,	«Zplot» для работы на потенциостате-гальваностате «Solartron» 12608W

	г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L656 (1 компьютер)	
5.	Лаборатория электрохимии: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L656 (1 компьютер)	ЕСНС554-701 для Электрохимического исследовательско-технологического комплекса (ЭХК-4024-1) , ТЕТРАН

## V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Макрокинетика каталитических процессов» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного материала: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, тестирование, самостоятельная работа аспирантов.

### Лекции

**Лекция** – основная активная форма аудиторных занятий, необходимая для разъяснения основополагающих теоретических разделов. Предполагает интенсивную умственную деятельность аспиранта. Лекция носит познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать ее рубрикацию, терминологию, ключевые слова, определения, формулы, графические схемы. Конспект является полезным, когда он пишется самим аспирантом. Можно разработать собственную схему сокращения слов. Название тем, параграфов можно выделять цветными маркерами.

При домашней работе с конспектом лекций необходимо использовать основной учебник и дополнительную литературу, которые рекомендованы по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа аспиранта с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

При изложении лекционного курса по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов» в качестве форм интерактивного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, лекция-консультация, которые строятся на базе предшествующих знаний и знаний смежных дисциплин. Для иллюстрации словесной информации применяются презентации, интерактивная доска, таблицы, схемы. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные и провоцирующие вопросы, включаются элементы дискуссии.

**Лекция-визуализация.** Чтение лекции сопровождается компьютерной презентацией с базовыми текстами (заголовки, формулировки, ключевые слова и термины), иллюстрациями, рисованием схем и написанием формул на интерактивной доске, производится демонстрация наглядных таблиц и слайдов, что способствует лучшему восприятию излагаемого материала.

Лекция - визуализации требует определенных навыков: словесное изложение материала должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем, таблиц, слайдов, позволяет формировать проблемные вопросы и способствует развитию профессионального мышления будущих специалистов.

**Лекция-беседа** – «диалог с аудиторией» – является распространенной формой интерактивного обучения и позволяет непосредственно вовлекать аспирантов в учебный процесс, так как создает прямой контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда аспирантам задаются вопросы проблемного, провоцирующего или информационного характера или когда аспирантам самим предлагается задавать вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из аспирантов может предложить свой ответ, другой может его дополнить. При этом от лекции к лекции выявляются активные и пассивные аспиранты, преподаватель по возможности активизирует аспирантов, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь всех аспирантов в работу, активизировать их внимание, мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание аспирантов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала.

**Лекция-консультация.** Преподаватель делает краткое (тезисное) сообщение. Аспиранты задают вопросы, на которые отвечает преподаватель и другие аспиранты. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия.

### **Практические занятия**

**Лабораторные работы.** Лабораторные работы повышают качество обучения, способствуют развитию познавательной активности у аспирантов, их логического мышления и творческой самостоятельности. В процессе выполнения лабораторных работ углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается умение применять их на практике. Приобретаются навыки работы с современными методами физической химии. Аспирант учится правильно использовать методы, видеть их достоинства и недостатки, получает неоценимый опыт по использованию данных методов. Все это позволяет глубже понять теоретические основы макрокинетики каталитических процессов. Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции.

**Коллоквиумы.** Коллоквиум – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и

критичности мышления, на способность аспирантов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В качестве методов интерактивного обучения на коллоквиумах используются: развернутая беседа, диспут, пресс-конференция.

**Развернутая беседа** предполагает подготовку аспирантов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся аспирантами по заранее предложенной тематике.

**Диспут** в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики аспиранты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

**Пресс-конференция.** Преподаватель поручает нескольким аспирантам подготовить краткие (тезисные) сообщения. После докладов аспиранты задают вопросы, на которые отвечают докладчики и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов развертывается творческая дискуссия вместе с преподавателем.

**Контрольные тесты.** Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и прочее.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

### **Методические рекомендации к самостоятельной работе аспиранта**

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и зачетные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного зачета.

### **Методические указания по подготовке к лабораторным работам и их выполнению**

К лабораторным работам аспирант должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике.

Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме. Далее аспиранты работают с конкретными методами.

Для занятий необходимо иметь халат и сменную обувь. Необходимо освоить технику безопасности при работе со всеми используемыми на занятии методами, правильно оценить, сколько необходимо реактивов и расходных материалов для работы. Только после этого аспирант может начинать непосредственно работать с поставленной задачей. В конце занятия аспирант предоставляет преподавателю отчет по результатам проделанной работы с выводами.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Структура отчета по лабораторной работе**

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord, а также расчеты в MS Excell.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### **Критерии оценки выполнения лабораторной работы**

*Оценивание лабораторных работ* проводится по критериям:

Полнота и качество выполненных заданий;

Теоретическое обоснование полученного результата;

Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;

Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.

*Оценивание отчета по лабораторной работе по критериям:*

Определены цели и задачи;

Выбраны метод и средства проведения эксперимента;

Проведены необходимые расчеты;

Построены графики и проведена их обработка для вычисления результатов;

Правильно оформлен документ.

### **Критерии оценки подготовки к лабораторным работам**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «Отлично»

А) Задание выполнено полностью.

Б) Отчет/ответ составлен грамотно.

В) Ответы на вопросы полные и грамотные.

Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

А) Программа не выполнена полностью.

Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.

В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору.



После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

## **II. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1.	Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения

		плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
2.	Преподавательская: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L753	Мультимедийный переносной проектор NEC VT46RU – 1 шт.; переносной экран Draper Consul – 1 шт.; ноутбук.
3	Компьютерный класс:690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L772	15 персональных компьютеров ExtremeDOUE 8500/500 GB/ DVD+RW.
4.	Лаборатория электрохимии: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L656	Электрохимический комплекс нанесения покрытий на материалы ЭХК-02024 (Россия) – 1 шт. Потенциостат-гальваностатPGU200V-500mA(Германия – 1 шт. Агрегат теристорный ТП4-500/460ОН-2-УХЛ4 – 1 шт. Высокочастотная система электрохимического анализа и обработки поверхности материалов Solartron 12608W (Великобритания) – 1 шт. Комплекс для исследований и электрохимических и технологических процессов в материалах AUTOLAB 302N (Великобритания) – 1 шт. Потенциостат-гальваностатIPC-Pro (Россия)-1 шт. Потенциостат-гальваностатPGU1000V-1A-E (Германия) – 2 шт.
5.	Лаборатория адсорбции: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд.L774/770	Анализатор удельной поверхности материалов СОРБОМЕТР Bi-SorbPoly – 1 шт. Анализатор удельной площади поверхности, пористости и хемосорбции AutosorbiQ (США) – 1 шт Агрегат теристорный ТП4-500/460ОН-2-УХЛ4 – 1 шт.
6.	Лаборатория молекулярного анализа: 690001, Приморский край, г. Владивосток, Октябрьская, 27, ДВФУ, 203ц	Жидкостный хроматограф с времяпролетным масс-спектрометрическим детектором высокого разрешения AgilentTechnologiesInc. ( США) – 1 шт. Газовый хроматограф с квадрупольным масс-спектрометрическим детектором AgilentTechnologiesInc. ( США) –5 шт. РентгеновскийдифрактометрBrukerBioSpinGmbH (Германия) – 1 шт. ИК-Фурье спектрометр с приставкой комбинационного рассеивания и ИК-

		<p>микроскопом Bruker BioSpin GmbH (Германия) – 1 шт.</p> <p>Оптический эмиссионный спектрометр параллельного действия с индуктивно-связанной плазмой Shimadzu Corporation (Япония) – 1 шт.</p> <p>Спектрофотометр Shimadzu Corporation (Япония) – 1 шт</p> <p>UV-VIS Спектрофотометр СБ4-16 OMS 150KD – 1 шт..</p>
--	--	---



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов»**

Направление подготовки *04.06.01 Химические науки*

Профиль *«Физическая химия»*

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**

**2015**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию	3 час	Устный ответ
2	2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
3	3 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
3	3 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. . Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
5	5 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к лабораторным занятиям	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
6	6 неделя	Работа с литературой и	3 час	Работа на практическом

		конспектом лекций Подготовка к коллоквиуму и тестированию		занятия с методами, Устный ответ
7	7 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии, Коллоквиум, Тестирование
8	8 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
9	9 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
10	10 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
11	11 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, Подготовка к лабораторным занятиям	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
12	12 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
13	13 неделя	Самостоятельное изучение отдельных	3 час	Устный ответ, Работа на

		разделов дисциплины. Подготовка к лабораторным занятиям		лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
14	14 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
15	15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к лабораторным занятиям	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
16	16неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Работа на лабораторном занятии с методами, Устный ответ
17	17 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	3 час	Устный ответ, Работа на лабораторном занятии с методами, Коллоквиум, Тестирование
18	18 неделя	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины.	3 час	Коллоквиум, Тестирование. Устное собеседование

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и зачетные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного зачета.

## **Методические указания по подготовке к лабораторным работам и их выполнению**

К лабораторным работам аспирант должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике.

Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме. Далее аспиранты работают с конкретными методами.

Для занятий необходимо иметь халат и сменную обувь. Необходимо освоить технику безопасности при работе со всеми используемыми на занятии методами, правильно оценить, сколько необходимо реактивов и расходных материалов для работы. Только после этого аспирант может начинать непосредственно работать с поставленной задачей. В конце занятия аспирант предоставляет преподавателю отчет по результатам проделанной работы с выводами.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть



стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой могут стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, убирать те, которые оказались не соответствующими тематике. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов»**  
Направление подготовки *04.06.01 Химические науки*  
Профиль «*Физическая химия*»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физической химии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние науки в области физической химии;</li> <li>- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физической химии</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>-выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;</li> <li>- представлять результаты научной работы</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;</li> <li>- навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности</li> </ul>
ОПК-2 готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива;</li> <li>- осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива;</li> <li>- навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде</li> </ul>
ПК-1: способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние науки в области электрохимии</li> <li>- методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование</li> <li>- представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами планирования, подготовки, проведения НИР по физической химии</li> <li>- методами анализа полученных данных,</li> </ul>

специальности (направленности) Физическая химия		формулировки выводов и рекомендаций по физической химии
---	--	--

№ п/п	Контролируе мые разделы	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточ ная аттестация
1	Связь электрически х и адсорбционн ых явлений на границе раздела фаз. Электрокапил лярные явления	ОПК-1	Знает современное состояние науки в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Умеет планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ПК-1	Знает методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
2	Методы изучения двойного электрическог о слоя	ОПК-1	Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	УО-1 УО-2 ПР-6 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Владеет организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива		
		ПК-1	Умеет определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	УО-1 УО-2 ПР-6 ПР-1	УО-1
3	Модельные представлени я о строении двойного электрическог о слоя	ОПК-1	Умеет представлять результаты научной работы	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Владеет организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1

			коллектива		
		ПК-1	Владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР по физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
4	Кинетические закономерности стадии массопереноса	ОПК-1	Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	УО-1 УО-2 ПР-1 ПР-6	УО-1
		ОПК-2	Владеет навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	УО-1 УО-2 ПР-1 ПР-6	УО-1
		ПК-1	Знает методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1 ПР-6	УО-1
5	Кинетические закономерности стадии переноса заряда	ОПК-1	Знает современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ОПК-2	Владеет навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1
		ПК-1	Владеет методами анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по физической химии	УО-1 УО-2 ПР-1	УО-1

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели
--------------------------------	--------------------------------	----------	------------

ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	знает (пороговый уровень)	современные методы и методики анализа, в том числе в рамках новых научных подходов в науке, современные информационно-коммуникационные технологии, используемые в науке	знание методов анализа в соответствующей профессиональной области и информационно-коммуникационных технологий, используемых в данной области	способность продемонстрировать системные знания о современных методах анализа в соответствующей профессиональной области и информационно-коммуникационных технологиях, используемых в данной области
	умеет (продвинутый)	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования и современные информационные технологии в научной деятельности	умение отбирать и использовать методы исследования и применять информационные технологии с учетом специфики профессиональной области	способность на высоком уровне осуществлять отбор и эффективно использовать современные исследовательские методы анализа и применения информационных технологий с учетом специфики направления подготовки
	владеет (высокий)	навыками использования современных методов научного исследования и навыками применения информационно-коммуникационных технологий в науке	владение современными методами научного исследования и информационно-коммуникационных технологий	способность на высоком уровне владеть навыками системного использования современных методов научного исследования и навыками эффективного применения информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной сфере
ОПК-2 готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и	знает (пороговый уровень)	основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций	Знание основных принципов организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций	Знание структуры коллектива, Знание способов разрешения конфликтных ситуаций

смежных наук	умеет (продвинутый)	планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива; осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ	Умение планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива	Умение осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ
	владеет (высокий)	организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива; навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	Владение организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива; навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	Способность планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива; коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов
ПК-1 Способность творчески использовать в научной, производственной и педагогической деятельности знания	знает (пороговый уровень)	фундаментальные и прикладные разделы макрокинетики каталитических процессов, варианты творческого использования в научной, производственной и педагогической	знание фундаментальных и прикладных разделов макрокинетики каталитических процессов, вариантов творческого использования в научной, производственно-	способность творческого использования в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности фундаментальных и прикладных разделов специальных

фундаментальных и прикладных разделов специальных (профильных) дисциплин		деятельности данных разделов	технологической и педагогической деятельности данных разделов	(профильных) дисциплин
	умеет (продвинутой)	творчески использовать в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных макрокинетики каталитических процессов	умение творчески использовать в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных макрокинетики каталитических процессов	способность творчески использовать в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных макрокинетики каталитических процессов
	владеет (высокий)	навыками творческого использования в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов макрокинетики каталитических процессов	владение навыками творческого использования в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов макрокинетики каталитических процессов	способность творчески использовать в научной, производственно-технологической и педагогической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов макрокинетики каталитических процессов
ПК-2. Способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	знает (пороговый уровень)	- современное состояние экспериментальных методов в области макрокинетики каталитических процессов; - правила эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов; - теоретические основы новейших физико-химических методов	знание современных методов и способов исследования в области макрокинетики каталитических процессов	способность успешно и на высоком уровне использовать современные методы и способы исследования в области макрокинетики каталитических процессов



		исследования веществ и материалов		
	умеет (продвинутый)	осуществлять физико-химические исследования, используя современное исследовательское оборудование;	умение интерпретировать результаты ЯМР-, ИК-спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии и других физико-химических методов исследования веществ и материалов	способен осуществлять физико-химические исследования, используя современное исследовательское оборудование; -интерпретировать результаты физико-химических методов исследования веществ и материалов
	владеет (высокий)	Навыками экспериментальных методов подготовки и проведения научно-исследовательской работы в области макрокинетики каталитических процессов	владение навыками работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными комплексами обработки результатов в области макрокинетики каталитических процессов	способен на высоком уровне проводить исследования, используя современные методы и способы исследования в области макрокинетики каталитических процессов

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов» предусмотрен **зачет**.

### **Подготовка зачету**

В процессе подготовки к зачету, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к зачету. Следует помнить, что при подготовке к зачету вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

### **Критерии выставления оценки на зачете**

«Зачет» выставляется аспиранту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.

«Незачет» выставляется аспиранту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые показывают, что он не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

## **Вопросы к зачету по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов»**

### **Вопросы к зачету**

1. Термодинамика в расчетах химических процессов. Изменение энтальпии в результате химической реакции. Закон действующих масс. Химическое равновесие в многокомпонентной смеси. Константы равновесия. Расчет равновесного состава реагирующей смеси.

2. Кинетика в расчетах химических процессов. Скорость превращения вещества ( $W$ ), определение скорости химической реакции ( $r$ ) для необратимых, обратимых, последовательных, параллельных реакций первого, второго, нулевого порядков. Температурная зависимость константы скорости реакции ( $k$ ).

3. Изотерма адсорбции. Уравнение Ленгмюра. Метод стационарных концентраций Боденштейна. Кинетика химических реакций, протекающих в потоке. Вывод основных уравнений в потоке.

4. Общие сведения о гетерогенных процессах. Схема гетерогенного процесса.

5. Гетерогенно-каталитические реакции. Теория Лэнгмюра-Хиншельвуда. Кинетика гетерогенных каталитических реакций в потоке. Уравнение Фроста.

6. Процессы переноса в каталитических реакциях. Понятие лимитирующей стадии. Внешнедиффузионная область. Общие закономерности. Скорость процесса. Тепловые режимы. Влияние различных факторов. Процесс на поверхности непористого катализатора.

7. Внутренне-диффузионная область. Пористая структура катализаторов, модели их пористой структуры. Выражения скорости реакции. Схема и математическая модель процесса в пористом зерне катализатора. Кинетические уравнения, метод решения. Перенос в гранулах и фактор эффективности (степень использования внутренней поверхности катализатора). Эффективная глубина проникновения реакции  $N$  в гранулы катализатора. Модуль Зельдовича-Тиле.

8. Вынужденный диффузионный поток. Эффекты теплопереноса. Влияние внутренне-диффузионных факторов на скорость процессов.

9. Переходные области. Внутренняя переходная область. Внешняя переходная область. Внешняя кинетическая область.

10. Коэффициент диффузии. Критерии влияния диффузии.

11. Критерии влияния внешней диффузии. Критерии влияния внутренней диффузии. Критерии теплопереноса. Внешняя диффузия.

12. Внутренняя диффузия. Молекулярная диффузия. Кнудсеновская диффузия. Поверхностная (фольмеровская) диффузия. Влияние диффузии на скорость реакций.

13. Влияние диффузии на порядок реакции. Влияние диффузии на экспериментально определяемую энергию активации. Влияние диффузии на селективность. Градиент температуры внутри зерна катализатора.

14. Процессы в слоях катализатора. Параметры, характеризующие зерно и слой катализатора. Параметры переноса в зернистом слое. Параметры зернистого слоя и явлений переноса в нем. Геометрические параметры зернистого слоя. Критерии подобия для расчета параметров теплопереноса.

15. Коэффициенты теплопереноса в слое. Параметры математической модели процесса в зернистом слое.

16. Кажущаяся энергия активации гетерогенных реакций.

17. Основные подходы к решению проблем химической кинетики: Физико-химический, или микроскопический и формально-кинетический, или макроскопический.

18. Определение понятия "макрокинетика".

19. Элементы макрокинетической модели.

20. Основные этапы построения макрокинетических моделей.

21. Построение кинетических уравнений гетерогенно-каталитических реакций с использованием представлений о детальном механизме.

22. Макрокинетический эксперимент. Численные методы идентификации и анализа кинетических моделей.

23. Интегральный метод оценивания параметров.
24. "Error-in-Variable" (EVM) метод идентификации кинетических моделей на базе экспериментов, получаемых в реакторе идеального смешения.
25. Апостериорный анализ результатов идентификации.

### **Оценочные средства для текущего контроля**

**Устный опрос** - наиболее распространенный метод контроля знаний аспирантов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и аспирантами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения аспирантами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на зачете), коллоквиум, доклад.

#### **Критерии оценки устного ответа:**

«5 баллов» выставляется аспиранту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.

«4 балла» выставляется аспиранту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускается одну - две ошибки в ответах.

«3 балла» выставляется аспиранту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.

«2 балла» выставляется аспиранту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые показывают, что он не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

### **Лабораторные работы**

#### **по дисциплине «Макрокинетика каталитических процессов»**

##### **Занятие №1 (12 час.)**

**Тема:** Гетерогенно-каталитические процессы на пористом зерне катализатора. Расчетно-графические работы с использованием компьютерных программ «Расчет параметры переноса в зернистом слое» и «Пористое зерно катализатора».

##### **Занятие №2 (12 час.)**

**Тема:** Гетерогенные процессы. Расчетно-графическая работа с использованием компьютерных программ «Гетерогенные процессы»

практическая работа студентов с использованием компьютерной программы «Трубчатые реакторы».

**Занятие № 3 (12 час.).**

**Тема:** Теоретические критерии. Примеры использования (2 ч).