

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Семей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 03.07.2025 11:49:03  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a48bb9a8788b8322529

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет Кафедра аналитической и физической химии			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.И. Бирюков

« 31 » 03 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)\*

### 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия

Направленность (профиль) – Физическая химия

Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Челябинск, 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Химический факультет

Кафедра аналитической и физической химии

Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия

Направленность (профиль) – Физическая химия

Версия документа - 1

Стр. 2 из 20

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Программа по дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» составлена в соответствии с паспортом научной специальности 1.4.4. Физическая химия и федеральными государственными требованиями (уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951.

Разработчики программы:

Заведующий кафедрой аналитической и физической химии,  
д-р техн. наук, старш. науч. сотр.

А.В. Колесников

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической и физической химии от «07» 02 2025 г., протокол № 5.

Программа утверждена на заседании Ученого совета химического факультета от «14» 02 2025 г., протокол № 6.

Согласовано

Декан химического факультета

В.А. Бурмистров

Заведующий кафедрой АиФХ

А.В. Колесников

Заведующий отделом аспирантуры  
и докторантуры

Н.В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Аннотация программы:** Дисциплина «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации. Эта дисциплина опирается на предшествующие курсы специализированной подготовки «Физическая химия», «Неорганическая химия».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать базовой химической подготовкой и навыками владения современными вычислительными средствами, владеть основными понятиями в области неорганической, физической химии, физики и квантовой механики в рамках университетского курса для студентов-химиков.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

**Цели дисциплины:** призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, ознакомиться с современными теоретическими представлениями о термодинамике и кинетике электрохимических процессов.

### **Задачи дисциплины:**

- Освоение теории электрокапиллярных явлений, причин возникновения электродной поляризации и методов ее экспериментального изучения.
- Понимание процессов диффузионной кинетики и освоение теории концентрационной поляризации, а также теории перенапряжения при разряде металлических ионов.
- Освоение методами термодинамики электрохимических процессов.
- Получение знаний о кинетике электрохимических процессов.
- Получение знаний о методах исследования электрохимических реакций: потенциостатических и гальваностатических, а также потенциодинамических.
- Определение энергии активации реакции разряда ионов.
- Ознакомление с уравнениями Фольмера, Нернста, теорией замедленного разряда.



**Химический факультет**  
**Кафедра аналитической и физической химии**

Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия  
Направленность (профиль) – Физическая химия

Версия документа - 1

Стр. 4 из 20

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетных единиц/72 часов, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,5 зачетных единиц/18 часов (лекции – 6 часов, практические – 12 часов), самостоятельная работа – 1,47 зачетных единиц/53 часов, контроль – 0,03 зачетных единиц/1 час.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой подготовкой по химии, физике и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен обладать навыками аналитической работы, а также владеть основными понятиями по химическим наукам.

Дисциплина «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для подготовки к кандидатскому экзамену, выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации

### Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося, необходимые при изучении дисциплины

<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
основные методы научно-исследовательской деятельности	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной	составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по	систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Химический факультет**  
**Кафедра аналитической и физической химии**

Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия  
Направленность (профиль) – Физическая химия

Версия документа - 1

Стр. 5 из 20

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

информации и требования к представлению информационных материалов	согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты	проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
фундаментальные основы электрохимии и специальных дисциплин.	составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты о научно-исследовательской работе	синтетическими и физико-химическими методами исследований в химии твердого тела

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Результаты обучения по дисциплине	
знать	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, основные методы научно-исследовательской деятельности в области электрохимии;
	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
	методы подготовки вспомогательной документации и материалов для проведения различных мероприятий в профессиональной сфере деятельности
уметь	решать задачи при подготовке вспомогательной документации для проведения лекционных занятий, применять электрохимические уравнения при обработке экспериментальных данных;
	выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
	составлять заявки на изобретения
владеть	навыками постановки задач при подготовке материалов для проведения различных мероприятий в профессиональной сфере деятельности, методиками изучения химических реакций (стационарными и нестационарными методами, потенциометрическими и гальваностатическими);
	широким кругозором знаний электрохимических процессов
	знаниями основных электрохимических законов

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов	-	72	-	-	72
Контактная работа:	-	18	-	-	18
Лекции, акад. часов	-	6	-	-	6
Практические (семинары), акад. часов	-	12	-	-	12
Лабораторные работы, акад. часов	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа, акад. часов	-	53	-	-	53
Контроль	-	1	-	-	1
Вид контроля (зачёт, экзамен)		диффер. зачет			

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа			Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические, семинары	Лаб. работы		
1	Законы Фарадея	17	1	2	-	14	собеседование
2	Уравнение Тафеля	17	1	2	-	14	
3	Перенапряжение	20	2	4	-	14	
4	Равновесные процессы	17	2	4	-	11	
	Контроль	1			-	1	диффер. зачет
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>53</b>

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Законы Фарадея	Первый закон Фарадея. Второй закон Фарадея. Математическая формула законов Фарадея. Выход по току. Математическая формула закона Фарадея с учетом доли электричества,

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		переносимое электронами.
2	Уравнение Тафеля	Свойства уравнений теории замедленного разряда. Уравнения Тафеля, выражающие зависимость перенапряжения от логарифма плотности тока. Поляризационные кривые на стадии разряда ионы зации. Поляризационные кривые в широких областях перенапряжения тока обмена.
3	Перенапряжение	Вывод уравнения взаимосвязи между перенапряжением и плотностью диффузионного тока. Понятие об электродной поляризации (перенапряжения)
4	Равновесные процессы	Равновесные потенциалы. Схемы электрохимических систем. Их равновесное и неравновесное состояние. Уравнения равновесного потенциала кислородного электрода в кислой и щелочной среде. Запись равновесного потенциала через константу диссоциации воды.

## 5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;
- применение новых методов обучения, связанных с использованием возможностей виртуальной информационной среды (мультимедийные технологии).

В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по научной специальности 1.4.4. Физическая химия (направленность (профиль) – Физическая химия) программа дисциплины «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;



Химический факультет  
Кафедра аналитической и физической химии

Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия  
Направленность (профиль) – Физическая химия

Версия документа - 1	Стр. 8 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области химических наук; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Законы Фарадея	<b>знать:</b> законы Фарадея; <b>уметь:</b> записать математическую формулу законов Фарадея; <b>владеть:</b> расчетами выхода по току, удельному расходу электроэнергии	Собеседование, дифференцированный зачет
2	Уравнение Тафеля	<b>знать:</b> математическую запись уравнения Тафеля, понятия Тафелевского наклона и его расчет; <b>уметь:</b> по данным уравнения Тафеля рассчитать токи обмена и коэффициента переноса; <b>владеть:</b> графическими построения поляризационных кривых	Собеседование, дифференцированный зачет
3	Перенапряжение	<b>знать:</b> уравнение зависимости перенапряжения от плотности тока; <b>уметь:</b> построить графическую зависимость	Собеседование, дифференцированный зачет



Химический факультет  
Кафедра аналитической и физической химии

Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия  
Направленность (профиль) – Физическая химия

Версия документа - 1

Стр. 9 из 20

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		перенапряжения от плотности тока по полученным экспериментальным данным; <b>владеть:</b> понятием электродной поляризации, в каких случаях вместо поляризации используют перенапряжение	
4	Равновесные процессы	<b>знать:</b> схемы электрохимических систем в равновесном и неравновесном состоянии; <b>уметь:</b> записать уравнения равновесного потенциала кислородного электрода в кислой и щелочной среде; <b>владеть:</b> записью равновесного потенциала через константу диссоциации воды	Собеседование, дифференцированный зачет

## 6. 2. Оценочные средства

### *Текущий контроль*

Проверка качества усвоения знаний студентов по дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» осуществляется следующим образом:

- проводится текущий контроль успеваемости, заключающийся в проведении семинара по окончании изучения каждого раздела дисциплины, на котором обучающиеся докладывают и обсуждают результаты своих творческих реферативных заданий;

- текущий контроль возможен в виде итоговой контрольной работы по всем разделам дисциплины «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов».

### *Вопросы для текущего контроля*

1. Основные особенности электрохимического процесса.
2. Определение электрохимических реакций.
3. В каких случаях справедливо уравнение Нернста.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. Что понимается под строением двойного слоя?
5. Как изменяет электрокапиллярную кривую присутствие поверхностно-активных анионов?
6. Как изменяет электрокапиллярную кривую присутствие поверхностно-активных катионов?
7. Как изменяет электрокапиллярную кривую присутствие поверхностно-активных молекул?
8. Механизмы массопереноса.
9. От чего зависит толщина диффузионного слоя?
10. В каких случаях справедливо уравнение Нернста?
11. При какой плотности тока обмена электрод будет идеально поляризуем?

### ***Промежуточная аттестация***

#### ***Вопросы к дифференцированному зачету***

1. Строение двойного электрического слоя в условиях специфической адсорбции. Потенциал нулевого заряда.
2. Преимущества и недостатки теории строения двойного электрического слоя по Гемгольцу, Гуи и Чапмана, Штерну.
3. Формула Грэма для расчета общей емкости ДЭС. Модели ДЭС Гррэма и Парсонса, Алексеева, Попова, Колотыркина.
4. Изменение заряда поверхности ртути при переходе от восходящей ветви электрокапиллярной кривой к нисходящей.
5. Основное уравнение диффузионной кинетики. Распределение концентрации в диффузионном слое у поверхности электрода в случае восстановления на электроде и при растворении электрода.
6. Вывод уравнения взаимосвязи между перенапряжением и плотностью диффузионного тока. Форма поляризационной кривой при замедленности стадии массопереноса.
7. Теория замедленного разряда. Ток обмена. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Фольмера для скорости реакции.
8. Свойства уравнений теории замедленного разряда. Варианты малых и больших перенапряжений. Уравнение Тафеля.
9. Уравнения для смешанной кинетики.
10. Электродные процессы в условиях линейной диффузии.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

11. Хронопотенциометрия. Схема хронопотенциометрической кривой.

Формула для определения переходного времени.

12. Уравнение Аррениуса для электрохимических реакций. Зависимость электродного потенциала от плотности тока.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/зачете.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### 6.3. Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале: **«Отлично» (5 баллов)** – систематизированные, глубокие и полные знания по вопросам программы; точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; полное и глубокое усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины, свободное владение информацией из источников дополнительной литературы; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин.

**«Хорошо» (4 балла)** – достаточно полные систематизированные знания; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им критическую оценку; использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы; усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины.

**«Удовлетворительно» (3 балла)** – достаточный минимальный объем знаний; усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им оценку; использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок.

**«Неудовлетворительно» (1-2 балла)** – фрагментарные знания; отказ от ответа; знание отдельных рекомендованных источников; неумение использовать научную терминологию; наличие грубых ошибок

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

**Самостоятельная работа** аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приемами процесса познания и развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся:**

Самостоятельная работа аспиранта является показателем научного потенциала, умения работы с литературными источниками и нормативными актами, материалами практики, способности аспиранта к самостоятельному анализу проблемных вопросов. Она состоит в изучении учебной и научной литературы, в выполнении заданий для самостоятельной работы.

Аспиранты очной формы обучения изучают и нарабатывают теоретический и практический материал по большей части самостоятельно. На кафедре аналитической и физической химии в списке рекомендованной литературы предложен объем учебной и научной литературы, следовательно, аспиранту необходимо как можно чаще обращаться к фондам научных библиотек, а также и к периодической литературе, следить за новеллами в области развития химии. При изучении научной, учебной литературы необходимо сопоставить содержание имеющейся в наличии литературы с программой кандидатского экзамена по специальности. В случае отсутствия того или иного источника литературы, необходимо обратиться к фондам Российской государственной библиотеки (г. Москва). Аспирант должен провести тщательную подготовительную работу с научной литературой по своей специальности, освоить теоретические, общие и частнонаучные методы поиска.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

### Основная литература

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия, 2001.

### Дополнительная литература

2. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. 3-у изд. М.: Высшая школа, 1984.
3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия. М.: Высшая школа, 1987.
4. Кришталик Л.И. Электродные процессы. Механизм элементарного акта. М.: Наука, 1979.
5. Корыта И., Дворжак И., Богачкова В. Электрохимия. М.: Мир, 1977.
6. Прикладная электрохимия / под ред. А.Л. Ротиняна. 3-е изд. Л.: Химия, 1974.
7. Киш Л. Кинетика электрохимического растворения металлов. Пер с англ. М.: Мир, 1990.
8. Прикладная электрохимия / под ред. Н.Т. Кудрявцева. 2-е изд. М.: Химия, 1975.
9. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М.: Химия, 1967.
10. Левин А.И., Помосов А.В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии. М.: Металлургия, 1966.
11. Делахей П. Двойной слой и кинетика электродных процессов./Под ред. Фрумкина А.Н.. М.: Мир, 1967.
12. Багоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока. М.: Энергоиздат, 1981.
13. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высшая школа, 1983.
14. Мямлин В.А., Плесков Ю.В. Электрохимия полупроводников. М.: Наука, 1965.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### Интернет-ресурсы по дисциплине

1. [http://oxyhydrate-gel.ru/index\\_ru.html](http://oxyhydrate-gel.ru/index_ru.html);
2. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html>.

### Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)

MS Office365
LMS Moodle

### Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки [www.lib.csu.ru](http://www.lib.csu.ru). Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более ,5 млн. записей.

*1. Электронный каталог. Библиографические базы данных.*

Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.

*2. Электронная библиотека.*

Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

*3. Реферативные*

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

*4. Полнотекстовые*

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (20-205, 48 наименований), издательств: Taylor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

*5. Электронно-библиотечные системы с возможностью*

пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)), Лань ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)).

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

- лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами на основе антивандальной трибуны;
- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;
- методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

На химическом факультете имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

- лекционные (поточные и групповые) аудитории;
- лаборатории по неорганической, аналитической, органической, физической химии, высокомолекулярным соединениям и химической технологии;
- аудитории для семинарских занятий;
- лаборатории для проведения научно-исследовательской работы.

Имеющаяся материальная база обеспечивает:

- проведение лекций с использованием аппаратуры для демонстрации иллюстративного материала;
- выполнение научно-исследовательских работ. Лаборатории обеспечены необходимыми химическими реактивами, лабораторной посудой и научным оборудованием в соответствии с программой НИР;

проведение семинарских занятий в компьютерных классах, которые позволяют проводить вычисления и использовать информационные системы.

Для обработки результатов измерений и их графического представления, расширения коммуникационных возможностей при использовании электронных изданий во время самостоятельной подготовки

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

каждый обучающийся имеет возможность работать в компьютерном классе химического факультета с соответствующим программным обеспечением и выхода в Интернет.

При выполнении обучающимися исследований и выпускной квалификационной работы им предоставлена возможность использования научного оборудования Центра коллективного пользования ЧелГУ, в котором имеется сложное научное оборудование (ядерный-магниторезонансный спектрометр, инфракрасный и ультрафиолетовый спектрофотометр, рентгеновский дифрактометр, газовый хроматограф, электронный микроскоп, прибор термического анализа, импедансметр и др.).

Вуз обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения по данной специальности. Программное обеспечение всех видов занятий и НИР аспирантов. Поддерживается собственный сайт: <http://csu.ru>.

Для получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в университете имеются аудитории, оснащенные следующим оборудованием:

Название кабинета	Оборудование
Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса	тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы.
Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Радиокласс «Сонет-Р» (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.
Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Компьютерный класс на 12 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.

Все указанное в программе методическое и техническое обеспечение учебного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

здоровья предоставляется Региональным учебно-научным центром инклюзивного образования ЧелГУ.

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

Основными видами самостоятельной работы аспирантов являются: работа с бумажными источниками информации (конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с источниками сети Интернет.

Изучать курс рекомендуется по темам в соответствии с программой (расположение материала в программе курса не всегда совпадает с расположением его в том или ином учебнике, но соответствует тематике лекционных занятий) постепенно, в течение семестра. Не следует переходить к изучению последующей темы, пока материал предыдущей темы не усвоен.

При изучении материала по конспектам следует обращать внимание на приводимые на занятиях ссылки сети Интернет. Аспиранту следует больше “экспериментировать” с ними, изучать справочную систему, различные возможности и сервисы соответствующих сайтов. Особое внимание необходимо уделять англоязычным ресурсам, поскольку подавляющее большинство научной информации публикуется на английском языке. При знакомстве с подобными ресурсами не следует “бояться” английского языка, при наличии затруднений желателен пользоваться онлайн переводчиками и/или словарями.

Перед осуществлением любого поиска информации следует тщательно продумывать стратегию: внимательно подходить к выбору ключевых слов, заранее продумывать их логические комбинации, знакомиться со справочной системой того или иного инструмента поиска и т.д. В процессе поиска необходимо обращать внимание на релевантность выдаваемых в процессе поиска документов. При поиске информации в реферативных базах данных желателен запоминать/записывать фамилии авторов, работающих по интересующей аспиранта тематике и осуществлять поиск других работ данных авторов. После каждого поиска необходимо детально фиксировать информацию о найденных документах (указывать, когда искали, где искали, какие ключевые слова использовали и т.д.).

В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.1. «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 20 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.