

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ А.Г. Иванов

_____ 2017г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01 ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки/специальность 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Электрохимия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и кинетика электродных процессов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

Программу составила

Н.А.Кононенко, профессор кафедры физической химии, д.х.н. 

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и кинетика электродных процессов» утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И. 

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «27» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П. 

Рецензенты:

Стрижов Н.К., д.х.н., проф кафедры стандартизации, сертификации и аналитического контроля ФГБОУ ВО «КубГУ»

Цюпко Т.Г., д.х.н., проф. кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов системных знаний в области электродных систем с учетом фундаментальных законов классической электрохимии.

1.2 Задачи дисциплины

- сформировать у студентов знания об основных закономерностях электрохимической термодинамики: теории электродных потенциалов и электродвижущей силы в электрохимических системах, теория двойного электрического слоя на границе раздела металл/раствор электролита;
- сформировать знания по электродной кинетике: основные закономерности диффузионной кинетики и теория вольтамперных характеристик электродных систем в условиях стационарной и нестационарной диффузии, теория замедленного разряда-ионизации;
- сформировать умения пользоваться экспериментальными методами исследования основных характеристик электродных систем;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы, работы с учебной и научной литературой.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Термодинамика и кинетика электродных процессов» является обязательной и входит в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия. Изучение дисциплины «Термодинамика и кинетика электродных процессов» проводится одновременно с изучением дисциплины «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь знания по физической химии и электрохимии, умение работать с химической посудой и реактивами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- готовностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	готовностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	назначение, область применения, классификацию и принцип действия электрохимических систем	выявлять причинно-следственные связи в электрохимических системах; пользоваться учебной и научной литературой, сетью Интернет	теоретическими основами межфазных явлений и строения двойного электрического слоя
2	ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при	методы исследования основных характеристик	пользоваться современным оборудованием при	приемами статистической обработки экспериментальн

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		проведении научных исследований	электродных систем	исследовании электродных систем	ых данных; навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			9			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		54	54			
Занятия лекционного типа		18	18			
Лабораторные занятия		36	36			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,5			
Самостоятельная работа, в том числе:		98,8	98,8			
Проработка учебного (теоретического) материала		30	30			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		30	30			
Подготовка к текущему контролю		38,5	38,5			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	180	180			
	в том числе контактная работа	54,5	54,5			
	зач. ед	5	5			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Общие положения.	22	2	-	-	20
2.	Основы электрохимической термодинамики	38	6	-	12	20
3.	Структура и свойства двойного электрического слоя на границе металл/раствор	46	4	-	12	30
4.	Основы кинетики электродных процессов	46,8	6	-	12	28,8
	Итого по дисциплине:	152,8	18	-	36	98,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Общие положения	Теория равновесных потенциалов в двухфазной системе с разнородной проводимостью (металл/раствор электролита). Электрохимический потенциал, внутренний потенциал, гальванопотенциал. Понятие о внешнем и поверхностном потенциале, вольтапотенциал. Сущность проблем Вольта и её современное решение. Потенциалы нулевого заряда и механизм возникновения ЭДС.	Устный опрос
2	Основы электрохимической термодинамики	Основные термодинамические уравнения и связь между величиной ЭДС и термодинамическими характеристиками химической реакции в гальваническом элементе. Свободная энергия Гиббса, уравнения Нернста, Гиббса-Гельмгольца.	Устный опрос
3	Структура и свойства двойного электрического слоя на границе металл/раствор	Различные случаи перераспределения на межфазной границе и причины образования ДЭС. Динамический характер электрохимического равновесия. Методы экспериментального изучения строения ДЭС: адсорбционный, емкостной, метод капиллярных кривых и кривых заряжения. Теория электрокапиллярных явлений. Вывод основного уравнения электрокапиллярности и его анализ. Модельные представления о строении ДЭС. Теоретическое и прикладное значение изучения строения ДЭС на границе электрод/раствор электролита.	Тест
4	Основы кинетики электродных процессов	Специфические особенности электрохимических процессов и отличия от химических: гетерогенность, наличие направленных потоков заряженных частиц, зависимость процесса от электрических параметров, скорость электродного процесса. Закономерности диффузионной кинетики в стационарных условиях. Особенности кинетических уравнений в условиях нестационарной диффузии на ртутном капельном электроде. Полярографический метод анализа. Метод вращающегося дискового электрода. Электрохимическая поляризация (перенапряжение). Ток обмена. Основные уравнения теории замедленного разряда, их вид и анализ. Энергия активации электрохимической стадии. Уравнение Тафеля. Форма поляризационных кривых.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1.	Основы электрохимической термодинамики	Измерение э.д.с. электрохимических элементов Измерение э.д.с. концентрационных электрохимических элементов с ионселективной мембраной.	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
2.	Структура и свойства двойного электрического слоя (ДЭС) на границе металл/раствор	Изучение функции ионселективных электродов. Платинирование электродов для кондуктометрических измерений	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
3.	Основы кинетики электродных процессов	Изучение законов электролиза на примере реакции никелирования стальных электродов. Измерение вольтамперных характеристик	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). https://e.lanbook.com/book/58166#authors .
3.	Подготовка к тесту	1. Н.П. Гнусин, Н.А. Кононенко Электромассоперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар.: Куб.ГУ, 2014. 87с..
4.	Подготовка к зачету	1. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Интеллект, 2010. 2. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия; учебное пособие. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2017. - 290 с. 3. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: Долгопрудный: Интеллект, 2008.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) 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.

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой педагогический опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимую коррекцию, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Семестр	Вид занятий (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	ЛР	Моделирование и визуализация процессов, протекающих в электродных системах	8
9	ЛР	Моделирование и визуализация процессов, протекающих на вращающемся дисковом электроде	8
	Итого:		16

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы для устного опроса по теме «Введение. Общие положения»

1. Какова классификация электрохимических систем?
2. Какие области применения электродных систем и процессов в электрохимии?
3. Чем отличается электрохимический потенциал от химического потенциала?
4. Что такое потенциал нулевого заряда?
5. Можно ли экспериментально измерить гальвани-потенциал?

Вопросы для устного опроса по теме «Основы электрохимической термодинамики»

1. Что такое свободная энергия электрохимической системы?
2. Что является причиной возникновения электродвижущей силы в системе?
3. В чем заключается компенсационный метод измерения ЭДС?
4. Как выводится уравнение Нернста?
5. Какова классификация электродов?
6. Чем отличается химический источник тока от концентрационного элемента?
7. Как рассчитать свободную энергию Гиббса и константу равновесия реакции, протекающей в гальваническом элементе?
8. Что нужно измерить экспериментально для оценки энтропии и энтальпии реакции, протекающей в гальваническом элементе?
9. Как составить электрохимическую цепь для измерения рН растворов электролитов?
10. Как экспериментально определить коэффициенты активности ионов?

Тест по теме «Структура и свойства двойного электрического слоя (ДЭС) на границе металл/раствор»

1. Для изучения границы раздела электрод/раствор используют ячейку:
двухэлектродную
трехэлектродную
четырёхэлектродную
2. Адсорбционный метод изучения ДЭС позволяет получить:
электрокапиллярную кривую
зависимость заряда ДЭС от потенциала
поверхностное натяжение
3. Адсорбция органических веществ на электроде:
повышает максимум на электрокапиллярной кривой
понижает максимум на электрокапиллярной кривой
не изменяет форму электрокапиллярной кривой
4. Какая модель представляет ДЭС в виде плоского конденсатора:
Гельмгольца
Гуи-Чампена
Штерна
5. Адсорбция вещества на межфазной границе описывается уравнением:
Гиббса
Нернста
Дебая

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету

1. Классификация электродов, стандартные электродные потенциалы.
2. Классификация цепей. Химические и концентрационные элементы.
3. Применение метода измерения ЭДС для определения различных физико-химических величин: измерения рН растворов электролитов, измерения коэффициентов активности ионов,
4. Применение метода измерения ЭДС для определения характеристических функций химических реакций, протекающих в гальванических элементах (изменение свободной энергии Гиббса, энтропии и энтальпии).
5. Методы экспериментального исследования двойного электрического слоя.
6. Адсорбция органических веществ на электроде.
7. Основные механизмы доставки вещества к поверхности электрода из раствора.
8. Концентрационная поляризация. Измерение вольтамперных кривых в электродной системе.
9. Основы полярографии.
10. Метод вращающегося дискового электрода.
11. Электрохимическая поляризация. Уравнение Тафеля.
12. Прикладные аспекты кинетики электродных процессов.

4.2.2 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классификация электрохимических систем.
2. Области применения электродных систем и процессов в электрохимии.
3. Краткая история формирования основ теоретической электрохимии.
4. Электрохимическая термодинамика, электрохимический потенциал и электродные потенциалы.

5. Свободная энергия электрохимической системы и электродвижущая сила гальванических элементов. Уравнение Нернста.
6. Классификация электродов, стандартные электродные потенциалы.
7. Классификация цепей. Химические и концентрационные элементы.
8. Применение метода измерения ЭДС для определения различных физико-химических величин.
9. Образование и строение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела между электродом и раствором электролита.
10. Электрокапиллярные явления и уравнения Липпмана. Эффекты изменения поверхностного натяжения от состава раствора и природы металла.
11. Методы экспериментального исследования двойного электрического слоя.
12. Теоретические представления двойного электрического слоя и основные модели (Гельмгольц, Гуи-Чапмэн, Штерн, Есин-Марков).
13. Кинетика электродных процессов. Основные механизмы доставки вещества к поверхности электрода из раствора.
14. Уравнение концентрационной поляризации и его анализ. Метод поляризационных кривых.
15. Концентрационная поляризация в системе с капающим ртутным электродом. Основы полярографии.
16. Полярография на твёрдых электродах. Метод вращающегося дискового электрода.
17. Разновидности метода вращающегося дискового электрода: вращающийся дисковый электрод с кольцом, вращающийся мембранный электрод.
18. Диффузионный слой на границе раздела металл/раствор электролита, методы его исследования и управления скоростью электродного процесса.
19. Электрохимическая поляризация и перенапряжение реакции. Уравнение Тафеля для описания взаимосвязи между перенапряжением и плотностью тока. Константы уравнения Тафеля.
20. Теория замедленного разряда на примере реакции электровосстановления водорода.
21. Релаксационные методы определения кинетических параметров электрохимических реакций. Гальваностатический и потенциодинамический методы.
22. Прикладные аспекты кинетики электродных процессов.

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;
- 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;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) 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.

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.2.2 Пример экзаменационных билетов

**Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования**

«Кубанский государственный университет»

Направление подготовки – 04.04.01 Химия

Магистерская программа – Электрохимия

Кафедра физической химии

**Дисциплина «Термодинамика и кинетика электродных процессов. Современные
проблемы электрохимии»**

Экзаменационный билет № 1

1. Электродвижущая сила гальванического элемента и её измерение.
2. Уравнение концентрационной поляризации в электродной системе.

Заведующий кафедрой _____

В.И. Заболоцкий

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: Долгопрудный: Интеллект, 2008.
2. В.В. Еремин и др. Основы физической химии: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 1, 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 263 с.

5.3. Периодические издания:

Журнал «Электрохимия»

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

Международное электрохимическое общество:

<http://www.ise-online.org/>

КубГУ, кафедра физической химии:

<http://www.kubsu.ru/University/departments/CHEM/physchem/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- ☐ название работы;
- ☐ заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- ☐ уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- ☐ расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала. Консультации по предмету являются важным фактором, способствующим установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень информационных технологий

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)

Программное обеспечение для слабовидящих.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ауд. 332с, 334с, 406с, 416с).
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория «Мембранного материаловедения» (ауд.345с), предназначенная для проведения практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Термодинамика и кинетика электродных процессов», снабжена руководствами для выполнения лабораторных работ и практических занятий, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для химического эксперимента. В необходимом количестве имеются химические реактивы и химическая посуда: стаканы, колбы, пипетки, бюретки для титрования. В распоряжении лаборатории имеются лабораторные установки для измерения ЭДС различных электрохимических цепей, стеклянный, хлоридсеребряный и ионоселективный электроды; иономер-рН-метр, потенциостат AUTOLAB PGSTAT302; источник питания постоянного тока, стабилизированный Б5-50, экспериментальная установка «Вольтамперометрия». Имеются компьютеры для обработки экспериментальных данных на лабораторных занятиях.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ауд. 332с, 334с, 343с).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ауд.345с).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.329с).