

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт новых технологий и искусственного интеллекта
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Н. Л. Королева
«16» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.5 Электрохимические методы исследования процессов и материалов

Направление подготовки/специальность: 04.04.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная и прикладная химия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2024

Тамбов, 2024

Автор программы:

Доктор химических наук, доцент Таныгина Елена Дмитриевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 - Химия (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «13» июля 2017 г. № 655).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «13» сентября 2024 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института новых технологий и искусственного интеллекта, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	6
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	13
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	15
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	16

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере науднотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	Применяет теорию и инструментальные электрохимические методы для решения научно-исследовательских и прикладных задач

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		2	3	4
1	Актуальные задачи современной химии		+	+
2	Квантовая механика и квантовая химия			+
3	Научно-исследовательская работа		+	
4	Планирование научных исследований	+		

5	Преддипломная практика			+
6	Теоретическая электрохимия	+		
7	Теория электролитов	+		
8	Физическая химия сверхкритических флюидов			+
9	Электрические явления на поверхности раздела фаз	+		

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Электрохимические методы исследования процессов и материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Дисциплина «Электрохимические методы исследования процессов и материалов» изучается в 1 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа	24
Лекции (Лекции)	8
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	48
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
1 семестр					
1	Теоретические основы электрохимически х методов исследования	4	8	24	Опрос; Тестирование; Контрольная работа
2	Экспериментальна я часть электрохимически х методов исследования	4	8	24	Опрос; Самостоятельная работа; Тестирование

Тема 1. Теоретические основы электрохимических методов исследования (ПК-4)

Лекция.

1. Исторический очерк развития электрохимических методов исследования
2. Общая характеристика электрохимических методов исследования
3. Электродные процессы. Уравнение Нернста
4. Гальванический элемент. Полуэлементы, полуреакции. Электродвижущая сила.
5. Поляризация электродов.

Практическое занятие.

Семинар

1. Классификация электрохимических методов исследования
2. Поляризационные электрохимические измерения
3. Импедансная спектроскопия
4. Полярография
5. Области применения электрохимических методов исследования

Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы.
2. Подготовка к опросу, тестированию.

Тема 2. Экспериментальная часть электрохимических методов исследования (ПК-4)

Лекция.

1. Потенциометрия
2. Кондуктометрия
3. Кулонометрия
4. Вольтамперометрия
5. Электрогравиметрия

Практическое занятие.

Семинар

1. Определение концентрации кислот методом кондуктометрического титрования. Химизм процесса. Обработка результатов.
2. Потенциометрическое титрование. Химизм процесса. Обработка результатов.
3. Кулонометрия. Химизм процесса. Обработка результатов
4. Вольтамперометрия. Химизм процесса. Обработка результатов
5. Электрогравиметрия. Химизм процесса. Обработка результатов
6. Расчеты по результатам исследования объектов ВКР

Задания для самостоятельной работы.

1. Экспериментальные методы изучения электрофореза
2. Экспериментальные методы изучения электроосмоса
3. Подготовка к текущему контролю.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

1 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Теоретические основы электрохимических методов исследования	Опрос	20	20 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 15-19 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 8-14 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы 0- 7 баллов - имеются недоработки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы
		Тестирование(контрольный срез)	10	Тест состоит из 10 вопросов. 1 балл за каждый правильный ответ.
		Контрольная работа	10	Студенту предлагается индивидуальное задание из 5 контрольных вопросов (2 балла за каждый правильный ответ).
2.	Экспериментальная часть электрохимических методов исследования	Опрос	20	20 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 15-19 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 8-14 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы 0- 7 баллов - имеются недоработки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы
		Самостоятельная работа	20	Расчеты по экспериментальным данным ВКР 20 баллов; 10 баллов – расчеты и оформление; 10 баллов – защита теоретического материала к лабораторной работе
		Тестирование(контрольный срез)	10	Тест состоит из 10 вопросов. 1 балл за 1 правильный ответ
3.	Посещаемость		10	10 баллов выставляется , если студент посетил 100% занятий
4.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 1. Теоретические основы электрохимических методов исследования

Типовые задания

1. Изобразите схему строения двойного электрического слоя на границе раздела фаз между серебряным электродом и раствором нитрата серебра.
2. Что такое поляризация электрода? Какова причина этого явления? От чего зависит степень поляризации электрода?
3. Перечислите основные виды поляризации электродов. Какова их природа?
4. Дайте оценку влияния процесса поляризации электродов на правильность результатов электрохимических измерений?
5. Приведите пример схематического изображения электрохимической ячейки с переносом. Опишите общие принципы построения схемы и укажите основные обозначения

Опрос

Тема 1. Теоретические основы электрохимических методов исследования

Типовые вопросы

1. Из чего состоит электрохимическая ячейка?
2. Перечислите устройства, используемые в электрохимических приборах для измерения электрических параметров.
3. Перечислите основные виды электрохимических ячеек.
4. Дайте определение понятия «электрод»
5. Какие микропроцессы определяют строение двойного электрического слоя (ДЭС) и величину электродного потенциала на границе раздела фаз электрод-раствор?
6. Дайте определение электрохимической (электродной) реакции
7. Как классифицируются электроды по природе заряженных частиц, участвующих в межфазном переходе электродной реакции?
8. Какие вещества называются электроактивными?
9. От чего зависит величина равновесного электродного потенциала?
10. Для каких окислительно-восстановительных систем применимо уравнение Нернста?

Тема 2. Экспериментальная часть электрохимических методов исследования

Типовые вопросы:

1. Укажите основные недостатки потенциометрических методов анализа. Какие системы являются объектом исследования в методах потенциометрии?
2. На чем основаны методы потенциометрического анализа? Назовите электрические параметры, используемые в качестве аналитических сигналов в потенциометрии?
3. Как зависит равновесный потенциал индикаторного электрода и электрода сравнения от концентрации (активности) определяемого компонента?
4. На чем основаны методы прямой потенциометрии? Перечислите основные приемы прямой потенциометрии
5. Почему методы прямой кондуктометрии характеризуются низкой избирательностью?
6. Как предотвращается поляризация электродов в методах кондуктометрии?
7. Какие типы химических реакций используются в амперометрическом титровании?
8. Назовите основные достоинства методов вольтамперометрии.
9. Опишите вид инверсионной вольтамперомерограммы. По каким параметрам кривой определяется состав раствора?
10. На чем основан качественный полярографический анализ?

Самостоятельная работа

Тема 2. Экспериментальная часть электрохимических методов исследования

1. Поляризационные электрохимические измерения, проведенные при исследовании объектов выпускной квалификационной работы магистранта.
2. Расчеты на базе экспериментальных данных поляризационных электрохимических измерений, полученных при исследовании объектов выпускной квалификационной работы магистранта.
3. Исследование адсорбции ПАВ, сопротивления переноса заряда в анодной и катодной парциальных электродных реакциях и массопереноса на СтЗ в отсутствие и присутствии защитных пленок посредством импедансной спектроскопии
4. Расчеты на базе экспериментальных данных, полученных посредством импедансной спектроскопии при исследовании объектов выпускной квалификационной работы магистранта,

Тестирование

Тема 1. Теоретические основы электрохимических методов исследования

Типовые вопросы

1. Какая стадия формирования двойного электрического слоя определяет

величину потенциала индикаторного электрода в потенциометрических

измерениях?

- а) концентрационная диффузия ионов;
- б) электрохимическая (электродная) реакция;
- в) конвенция ионов;
- г) миграция ионов.

2. Из какого материала должен быть изготовлен металлический электрод,

чтобы при погружении в дистиллированную воду его поверхность

заряжалась отрицательно?

- а) активный металл;
- б) благородный металл;
- в) малоактивный металл;
- г) любой металл.

3. Назовите электрохимический метод анализа, в котором скорость

электрохимической реакции у поверхности рабочего электрода

лимитируется концентрационной диффузией ионов.

- а) потенциометрия;

б) кулонометрия ;

в) кондуктометрия;

г) полярография

4. Стандартные электродные потенциалы меди, магния, серебра и марганца

равны: $E^0 \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0 = +0,34 \text{ В}$, $E^0 \text{Mg}^{2+}/\text{Mg}^0 = -2,37 \text{ В}$, $E^0 \text{Ag}^+/\text{Ag}^0 =$

$+0,80 \text{ В}$, $E^0 \text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^0 = -1,18 \text{ В}$. Какой из этих металлов легче

растворяется в воде?

а) марганец;

б) серебро;

в) медь;

г) магний

5. По значениям окислительно-восстановительных потенциалов редокс-пар

($E^0 \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0 = -0,76 \text{ В}$; $E^0 \text{Al}^{3+}/\text{Al}^0 = -1,66 \text{ В}$; $E^0 \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0 = +0,34 \text{ В}$;

$E^0 \text{Cl}_2/2\text{Cl}^- = +1,36 \text{ В}$) определите самый сильный восстановитель.

а) Al^0 ;

б) Cl^- ;

в) Zn^0 ;

г) Si^0

Тема 2. Экспериментальная часть электрохимических методов исследования

1. В чем преимущество метода потенциометрии по сравнению с классическим химическим анализом?

а) метод потенциометрии обладает большей точностью;

б) потенциометрический метод может быть использован для анализа окрашенных растворов;

в) метод потенциометрии высокоэффективен при работе с разбавленными растворами;

г) при потенциометрических измерениях не используются стандартные

растворы.

2. Какое утверждение неприменимо к электродам первого рода?

- а) электроды обладают электронной проводимостью;
- б) на межфазной поверхности электрода протекает реакция ионного обмена;
- в) электроды обратимы по отношению к катионам металлов;
- г) на и межфазной границе электрода протекает полуреакция окисления или восстановления.

3. Какая характеристика справедлива для электрода сравнения?

- а) потенциал электрода зависит от концентрации анализируемого раствора;
- б) потенциал электрода сохраняет постоянное значение;
- в) потенциал электрода зависит от концентрации посторонних веществ;
- г) электрод химически неустойчив.

4. Как рассчитывается количество вещества в методах кулонометрического титрования?

- а) по электрохимическому потенциалу определяемого вещества;
- б) по объему титранта, израсходованного на титрование;
- в) по количеству электричества, затраченного на электрогенерацию титранта.

5. Какое из утверждений не применимо к методу кулонометрического титрования?

- а) титрование проводится без индикации точки эквивалентности;
- б) метод применяется для анализа мутных и окрашенных растворов;
- в) при кулонометрическом титровании не используется стандартный раствор;
- г) метод характеризуется высокой точностью.

6. Как поляризуются электроды вольтамперометрической ячейки?

- а) рабочий электрод и электрод сравнения практически не поляризуются;
- б) происходит кинетическая и концентрационная поляризация рабочего электрода;
- в) происходит концентрационная поляризация только рабочего электрода;
- г) поляризуются оба электрода (рабочий и электрод сравнения).

7. Какие электроды входят в состав полярографической ячейки?

- а) два неполяризуемых электрода ;
- б) два идентичных поляризуемых электрода;
- в) три электрода – неполяризуемый индикаторный, электрод сравнения и вспомогательный электрод;
- г) два электрода – поляризуемый рабочий электрод и неполяризуемый электрод сравнения.

8. Какой параметр используется в качестве аналитического сигнала в методах

прямой вольтамперометрии?

- а) потенциал полуволны;
- б) предельный диффузионный ток;
- в) потенциал выделения;
- г) остаточный ток.

9. Какую функцию выполняет фоновый электролит в электролитической ячейке?

- а) электролит повышает скорость основной электрохимической реакции;
- б) фоновый электролит участвует в электрохимической реакции на рабочем электроде;
- в) фоновый электролит повышает электропроводность раствора и силу тока в цепи;
- г) фоновый электролит устраняет миграционный ток.

10. Единицей измерения электропроводности является:

- а) ампер;
- б) ом;
- в) сименс;
- г) кулон.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-4)

1. Исторический очерк развития электрохимических методов исследования
2. Общая характеристика электрохимических методов исследования
3. Электродные процессы. Уравнение Нэрнста
4. Гальванический элемент. Полуэлементы, полуреакции. Электродвижущая сила.
5. Поляризация электродов.
6. Потенциометрия
7. Кондуктометрия
8. Кулонометрия

9. Вольтамперометрия
10. Электрогравиметрия
11. Классификация электрохимических методов исследования.
12. Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС).
13. Поляризационные электрохимические измерения
14. Импедансная спектроскопия
15. Фотоэлектроколориметрия
16. Области применения электрохимических методов исследования

Типовые задания для зачета (ПК-4)

1. Как на практике определяется величина стандартного электродного потенциала окислительно-восстановительной пары?
2. Опишите устройство стандартного водородного электрода.
3. Какой знак имеют заряды стандартных электродных потенциалов активных и малоактивных металлов при контакте с растворами собственных солей?
4. Объясните сущность амперометрического титрования.
5. Опишите вид полярографической кривой. Какие процессы отражает каждый участок кривой?

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-4	Применяет теорию и инструментальные электрохимические методы для решения научно-исследовательских и прикладных задач. Проводит расчеты, анализирует и интерпретирует экспериментальные данные, полученные посредством электрохимических методов исследования.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-4	Не может применить теорию и инструментальные электрохимические методы для решения научно-исследовательских и прикладных задач. Испытывает затруднения при проведении расчетов по экспериментальным данным, полученным посредством электрохимических методов исследования

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Андреев, Ю. Я. Электрохимия металлов и сплавов : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Электрохимия металлов и сплавов. - Москва: Издательский Дом МИСиС, 2011. - 256 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/97881.html>
2. Кайдриков, Р. А., Журавлев, Б. Л., Виноградова, С. С., Назмиева, Л. Р., Исакова, И. О. Электрохимические методы исследования локальной коррозии пассивирующихся сплавов и многослойных систем : монография. - 2022-01-18; Электрохимические методы исследования локальной коррозии пассивирующихся сплавов и много. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 144 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/64045.html>
3. Лысова, С. С., Скрипникова, Т. А., Зевацкий, Ю. Э. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование : учебное пособие. - 2031-02-04; Потенциометрия. Потенциометрическое титрование. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. - 83 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/102547.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Добрынина, Н. Ю., Барбина, Т. М., Ватолин, А. Н. Физическая химия. Электрохимия расплавов : учебное пособие для спо. - Весь срок охраны авторского права; Физическая химия. Электрохимия расплавов. - Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2020. - 103 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/92377.html>
2. Неудачина Л. К., Петрова Ю. С., Лакиза Н. В., Лебедева Е. Л. Электрохимические методы анализа. Лабораторный практикум : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 133 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473631>
3. Нечипоренко, А. П. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Электрохимические методы. Потенциометрия и кондуктометрия : учебно-методическое пособие. - 2022-10-01; Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Электрохимические методы. Потенциометрия. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2013. - 35 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/65344.html>

6.3 Методические разработки:

1. Вервекина Н.В. Инверсионная вольтамперометрия : метод.указания по аналитической химии. - Тамбов: Изд-во ТГУ им.Г.Р.Державина, 2009. - 30с.

6.4 Иные источники:

1. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
2. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>
3. учебные материалы на сайте кафедры физхимии Ростовского ГУ - <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/>
4. ЭБС «Znaniy.com» - <http://www.znaniy.com/index.php?item=main>
5. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Acrobat 8.0 Standart Russian Version Win Full Educ

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Операционная система Microsoft Windows 7, 8, 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
2. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
3. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
6. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
7. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
8. Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина: официальный сайт. – URL: <http://www.tambovlib.ru>
9. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
10. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
11. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
12. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>

13. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: <https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.