

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

Утверждаю:  
Директор Института естествознания  
Е.В. Скрипникова  
21 января 2021 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **Б1.В.ОД.1**

**«Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»**

Направление подготовки:

18.06.01 – Химическая технология

Направленность (профиль)

Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации  
по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

Очная, заочная

Год набора

2021

**Автор программы:**

Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.06.01 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 883).

Рабочая программа принята на заседании кафедры химии «14» января 2021 года, протокол № 4.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

## 1. Цели и задачи дисциплины

**1.1. Цель дисциплины** – Формирование компетенций в области научно-исследовательской деятельности по профилю химической технологии, практических навыков и умений в осуществлении комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.

### 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области химической технологии.

Задачи:

Приобретение знаний и умений в области информационно-аналитической и экспериментально-технологической деятельности при создании новых электрохимических технологий и принципиального совершенствования существующих.

Разработки путей и методов защиты современных и вновь создаваемых коррозионностойких конструкционных материалов в условиях постоянного ужесточения воздействия внешней среды.

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

Задачи:

- подготовка учебных материалов и проведение теоретических и лабораторных занятий в образовательных организациях высшего образования;
- подготовка кадров высшего профессионального образования, владеющих методами исследования в данной области.

### 1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ПК-4. Готовность разрабатывать и осуществлять научные проекты в области технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии	<b>Знает и понимает:</b> - творческие методы решения исследовательских и практических задач в рамках научно-исследовательской деятельности <b>Код 31(ПК- 4)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - определять перспективные направления научных междисциплинарных исследований <b>Код У1(ПК-4 )</b> - количественно описывать и интерпретировать полученные результаты <b>Код У2(ПК-4 )</b>
	<b>Владеет:</b> - навыками совершенствования и развития своего научно-творческого потенциала <b>Код В1(ПК- 4)</b> навыками составления бюджета научного проекта <b>Код В1(ПК-4 )</b>
ОПК-2. Владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	<b>Знает и понимает:</b> - текущее положение современных научных достижений, методику проведения экспериментов и составления математических моделей в области технологии электрохимических процессов <b>Код 31 (ОПК-2)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - проводить эксперименты, разрабатывать модели, использовать новейшие ин-формационные технологии в научных исследованиях <b>Код У1 (ОПК-2)</b>
	<b>Владеет:</b> - культурой научного исследования в области

	технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии <b>Код В1 (ОПК-2)</b>
ОПК-5. Способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных	<b>Знает и понимает:</b> - средства и методы проведения исследований и контроля электрохимических процессов в растворах и расплавах <b>Код З1(ОПК-5)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - применять основные современные материалы, электронное оборудование при проведении научных исследований <b>Код У1 (ОПК-5)</b>
	<b>Владеет:</b> - методами компьютерного моделирования процессов электрохимической технологии и коррозии металлов <b>Код В1 (ОПК-5)</b>

**1.4 Согласование междисциплинарных связей** дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ПК-4 – Организационно-методическое обеспечение научно-исследовательской деятельности в области технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии, Гальванические покрытия, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности); Электродитический водород в металлах

ОПК-2 – Научно-исследовательский семинар

ОПК-5 – Актуальные задачи современной химии, Электродитический водород в металлах, Защита металлов от сероводородной коррозии

## 2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология, направленность (профиль) – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Дисциплина «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» изучается во 2 и 3 семестре.

## 3. Объём и содержание дисциплины

### 3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 4 з.е.

Заочная форма обучения: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	32	8
Лекции (Л)	14	8
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	18	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	76	100
<i>Зачет</i>		
<i>Кандидатский экзамен</i>	36	36

### 3.2 Содержание курса:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Теоретические основы электрохимии, металловедения, физической и органической химии	2/2	4/-		12/16	Собеседование, опрос
2.	Тема 2. Теоретические основы химического и электрохимического получения металлических покрытий	2/1	2-		10/14	Собеседование, опрос
3.	Тема 3. Электролиз, электрохимический синтез и размерная обработка материалов	2/1	2-		12/14	Собеседование, опрос
4.	Тема 4. Химические источники электрической энергии	2/1	2/-		10/14	Собеседование, опрос
5.	Тема 5. Коррозия металлов в растворах электролитов	2/1	2/-		12/14	Собеседование, опрос
6.	Тема 6. Коррозионная стойкость металлов и сплавов	2/1	2/-		10/14	Собеседование, опрос
7.	Тема 7. Методы исследования электрохимических процессов и способы коррозионных испытаний	2/1	4/-		10/14	Практические задания

#### Тема 1. Теоретические основы электрохимии, металловедения, физической и органической химии

**Лекция.** Термодинамическая возможность химических реакций. Основные закономерности гомогенных и гетерогенных химических реакций. Адсорбция на энергетически однородных и неоднородных поверхностях. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность.

Двойной электрический слой на границе твердое тело-раствор. Зарядение и разряд ДЭС.

Кинетика электрохимических процессов. Лимитирующая стадия.

Кинетика реакции восстановления растворенного кислорода и разряда ионов водорода. Поляризация и перенапряжение.

Металлическая связь. Зонная теория металлов и полупроводников. Кристаллическая структура и дефекты кристаллической решетки. Диаграммы состояния и фазовый состав сплавов. Интерметаллические соединения. Твердые растворы замещения,

внедрения и вычитания. Объемная и граничная диффузия в металлах и сплавах. Сегрегация фаз по границам зерен.

Строение и классификация органических соединений. Кинетика и механизм анодных реакций с участием органических соединений с различными функциональными группами. Современное состояние и проблемы электрохимии органических соединений.

#### **Практическое занятие.**

1. Строение и классификация органических соединений.
2. Кинетика и механизм анодных реакций с участием органических соединений с различными функциональными группами.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Кинетика и механизм анодных реакций с участием органических соединений с различными функциональными группами.
2. Топливные элементы. Пористые диафрагмы и электроды.

### **Тема 2. Теоретические основы химического и электрохимического получения металлических покрытий**

**Лекция.** Виды гальванических покрытий и их назначение. Механизм и кинетика электрокристаллизации. Влияние природы и состава электролитов, условий осаждения на структуру и свойства гальванических покрытий. Блестящие осадки. Губчатые осадки и порошки. Рассеивающая способность электролитов. Электролиты и условия цинкования, меднения, никелирования, хромирования, получение осадков благородных металлов. Получение сплавов. Свойства гальванических осадков: твердость, пористость, структура.

#### **Практическое занятие.**

1. Виды топливных элементов.
2. Используемые электролиты.
3. Используемые электроды.
4. КПД топливных элементов.
5. Преимущества перед аккумуляторами.

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Механизмы пассивации металлов.
2. Защита металлов от сероводородной коррозии

### **Тема 3. Электролиз, электрохимический синтез и размерная обработка материалов**

**Лекция.** Особенности процессов электролиза. Законы электролиза. Электродные материалы и диафрагмы. Конструкции электролизеров с твердым катодом. Электролизеры для процессов в расплавленных средах на примере получения алюминия и магния.

Характерные особенности процессов электросинтеза органических соединений. Многостадийные анодные и катодные процессы. Селективность процессов электрохимического окисления и восстановления. Электролиз при контролируемом постоянном потенциале.

Электролиз на переменном токе. Примеры электросинтеза: кислородное соединение хлора. Димеризация, конденсация

#### **Практическое занятие. Механизмы пассивации.**

1. Действие окислителей на металлы.
2. Анодная поляризация.
3. Окислители кислородсодержащие и бескислородные.
4. Сопоставление разных методов пассивации.

**Задания для самостоятельной работы**

1. Механизмы катодного выделения водорода.
2. Механизмы анодного растворения металлов.

**Тема 4. Химические источники электрической энергии**

**Лекция.** Основные типы гальванических элементов. Сухие элементы. Наливные и резервные гальванические элементы. Свинцовые (кислотные), кадмий- и железо-никелевые аккумуляторы. Реакции токообразования. Электрические характеристики. Аккумуляторы с литиевыми электродами и литиевыми сплавами. Неводные электролиты. Топливные элементы. Пористые диафрагмы и электроды.

**Практическое занятие.**

1. Влияние сероводорода на процесс коррозии.
2. Участие сероводорода в катодных реакциях на металле при протекании электрохимической коррозии.

**Задания для самостоятельной работы**

1. Участие сероводорода в анодных реакциях при электрохимической коррозии металлов.
2. Ингибирование сероводородной коррозии

**Тема 5. Коррозия металлов в растворах электролитов**

Химический и электрохимический механизмы растворения металлов. Коррозия с кислородной и водородной деполяризацией. Другие активаторы коррозии ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , оксиды азота).

Анодные процессы при коррозии металлов. Диаграммы Пурбе. Обобщенное кинетическое уравнение и кривые анодной поляризации активного и пассивного электрода.

Механизмы пассивации. Вторичные процессы, влияние продуктов электрохимических реакций на их кинетику и механизм.

Анодные процессы в органических и водно-органических средах. Анодное окисление. Электрополировка.

**Практическое занятие.**

1. Виды бактерий, вызывающих микробиологическую коррозию металлов.
2. Жизненный цикл развития бактерий.
3. Методы подсчета количества микроорганизмов.

**Задания для самостоятельной работы**

1. Сульфатредуцирующие бактерии.
2. Определение концентрации биогенного сероводорода.
3. Бактерициды против бактерий.

**Тема 6. Коррозионная стойкость металлов и сплавов.**

Анодное растворение сплавов в активном состоянии. Избирательное растворение: варианты и особенности. Коэффициент селективности. Механизм объемной диффузии.

Влияние пассивации на коэффициент селективности.

Питтинговая и межкристаллитная коррозия. Методы исследования и защиты металлов и сплавов от подобного поражения. Коррозия металлов в природных и промышленных средах.

Классификация и механизм атмосферной коррозии. Коррозия под пленками влаги различного типа. Особенности катодного процесса на металлах, покрытых тонкими



пленками влаги. Работы Ю.Н. Михайловского с сотрудниками. Аналитические выражения кинетики. Аналитические выражения кинетики атмосферной коррозии, учитывающие влияние природы пленок влаги, продолжительности процесса, природы и концентрации активатора.

Подземная коррозия металлов. Почва как коррозионная среда. Механизм и контролируемые факторы подобного типа коррозии. Электролитическое сопротивление грунта и его влияние на уровень подземной коррозии.

Коррозионно-стойкие сплавы на основе железа. Классификация их по химическому и фазовому составу. Структура и коррозионная стойкость, хромистые, хромоникелевые и хромоникельмолибденовые сплавы. Коррозионно-стойкие чугуны. Коррозионная стойкость сплавов на основе меди. Латунь, их обесцинкование. Магний, его сплавы и их коррозия в нейтральных и кислых средах. Титан, его сплавы, их коррозионная стойкость. Влияние фторид-ионов в нейтральных и кислых средах на коррозионное поведение титана, его сплавов и электронных аналогов (цирконий, гафний).

#### **Практическое занятие.**

1. Защитные металлические покрытия.
2. Ингибиторы.
3. Механизмы действия ингибиторов.

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Легирование металлов.
2. Рациональное конструирование для защиты металлов от коррозии.

### **Тема 7. Методы исследования электрохимических процессов и способы коррозионных испытаний**

**Лекция.** Метод поляризационных кривых. Стадийное растворение металлов. Роль энергетической неоднородности. Кинетические уравнения процесса. Параллельно-последовательные реакции.

Механизмы анодного растворения железа Хойслера, Бокриса, Колотыркина.

Аномальное растворение металлов. Работы Я.М. Колотыркина с сотрудниками.

Кинетика растворения металлов по химическому механизму. Деструкция растворителя и радикальные процессы при химическом растворении металлов.

Роль растворителя, его природы и состава.

Работы Фрумкина, Фольмера, Гейровского. Лимитирующая стадия реакции выделения водорода: Фольмера, Гейровского, Тафеля, латеральной диффузии. Критерии, характеризующие природу замедленной стадии. Катодное выделение водорода при сравнимых скоростях последовательных стадий.

Особенности кинетики реакции выделения водорода на углеродных материалах и композитах на их основе. Диффузия водорода через мембрану. Различные формы адсорбированного водорода. Их роль в кинетике выделения водорода в газовую и твердую фазы. Классификация методов испытаний устойчивости конструкционных материалов к различным видам коррозии. Гравиметрические испытания на коррозию в электролитических средах.

Метод поляризационного сопротивления. Состояние молекул растворителя в ДЭС и их роль в кинетике ионизации металлов. Закономерности ионизации сольвофильных металлов.

#### **Практическое занятие.**

1. Механизм Фольмера-Тафеля с первой лимитирующей стадией.
2. Механизм Фольмера-Гейровского со второй лимитирующей стадией.

#### **Задания для самостоятельной работы (практические задания)**

1. Показать, как графически на основе поляризационных кривых определяется скорость электрохимической коррозии.
2. Охарактеризовать методику изучения диффузии электролитического водорода в металл.
3. Показать графически на основе поляризационных кривых, какое влияние может оказывать ингибитор коррозии на кинетику электродных процессов.

#### **4. Контроль знаний обучающихся**

##### **4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов**

Собеседование, опрос, практические задания.

##### **4.2 Типовые задания текущего контроля**

###### Типовые темы собеседования

1. Основные типы гальванических элементов.
2. Аккумуляторы: кислотные и щелочные.
3. Электрические характеристики.
4. Аккумуляторы с литиевыми электродами и литиевыми сплавами.
5. Топливные элементы.
6. Термодинамика электрохимических процессов.
7. Строение двойного электрического слоя. Теории Гельмгольца, Гуи, Штерна, Колотыркина-Алексеева.
8. Гальванические покрытия из электролитов с добавками наноразмерных составляющих. Особенности физико-химических свойств таких покрытий.
9. Электрохимический синтез органических соединений.
10. Электроды на базе ОРТА. Особенности протекания на них электродных реакций.

###### Типовые темы опроса

1. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность.
2. Двойной электрический слой на границе твердое тело-раствор.
3. Кинетика электрохимических процессов.
4. Металлическая связь. Зонная теория металлов и полупроводников.
5. Строение и классификация органических соединений.
6. Современное состояние и проблемы электрохимии органических соединений.

**4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине** проводится в форме зачета во 2 семестре и кандидатского экзамена в 3 семестре.

###### Вопросы зачета

1. Термодинамика электрохимических процессов.
2. Двойной электрический слой на границе «твердая фаза-раствор». Модели Гельмгольца, Гуи, Штерна, Колотыркина-Алексеева.
3. Спектроскопия электрохимического импеданса в изучении протекания электродных реакций.
4. Рассеивающая способность электролитов и ее роль в получении качественных катодных покрытий.
5. Анодные процессы при никелировании.
6. Катодные процессы при никелировании.
7. Анодные процессы при хромировании.
8. Катодные процессы при хромировании.
9. Топливные элементы. Современное состояние и перспективы.
10. Литиевые источники тока. Современное состояние и перспективы.
11. Анодные процессы на ОРТА-электродах.
12. Анодное растворение железа в кислых и щелочных средах.
13. Селективное растворение твердых растворов и интерметаллических соединений.

### Вопросы кандидатского экзамена

1. Электромембранные технологии.
2. Электродиализ и электродиализаторы.
3. Электродные материалы. Конструкции электролизеров. Выход по току и энергии.
4. Электрический баланс электролизеров.
5. Аккумуляторы и топливные элементы.
6. Механизмы анодного растворения железа Хойслера, Бокриса, Колотыркина.
7. Химическая и электрохимическая полировка.
8. Анодный и катодный процессы при меднении. Качество осадков и природа электролита.
9. Механизмы реакции выделения водорода.
10. Электролитическое получение хлора и щелочи.
11. Электролитическое получение алюминия. Ванны с верхним и боковым подводом тока к аноду.
12. Химическое (аномальное) растворение металлов. Радикальный механизм процесса.
13. Современные представления о пассивации металлов.
14. Бескислородная пассивация металлов органическими соединениями.
15. Состояние молекул растворителя в двойном электрическом слое и их роль в кинетике ионизации металлов.
16. Механизм анодного растворения меди в кислых средах. Роль природы среды.
17. Диффузия водорода через мембрану. Представления Пиккеринга. Влияние природы замедленной стадии и растворителя.
18. Высокие, средние и низкие энергии адсорбции растворителя и их роль в кинетике и механизме анодного растворения металлов.
19. Ингибиторы сероводородной коррозии металлов.
20. Ингибирование кислотной коррозии металлов.
21. Методы исследования коррозионной стойкости неметаллических материалов.
22. Защита от атмосферной коррозии ингибированными масляными пленками.

### Типовые задания для кандидатского экзамена

1. Вывести кинетическое уравнение процесса анодного растворения железа по механизму Хойслера.
2. Вывести кинетическое уравнение процесса анодного растворения железа по механизму Бокриса.
3. Вывести критериальные величины процесса катодного выделения водорода по механизму Фольмера.
4. Вывести критериальные величины процесса катодного выделения водорода по механизму Форльмера-Тафеля с лимитирующей реакцией Тафеля.
5. Показать графически, как можно определить порядок анодного растворения металла по ионам водорода в кислой среде.

#### **4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации**

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-4	Демонстрирует высокий уровень знаний в области осуществления научных проектов. Анализирует известные проекты, прослеживает междисциплинарные связи Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ОПК-2	Свободно ориентируется в направлениях исследований в

		химической технологии. В полном объеме владеет практическими навыками в использовании новейших информационно-коммуникационных технологий. Определяет основные цели, задачи, методы исследований в области технологии электрохимических процессов. Свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), анализирует и обобщает экспериментальные данные. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу
	ОПК-5	Обладает отличными способностями в использовании лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных. Демонстрирует использование современной электрохимической измерительной аппаратуры в научных исследованиях. Анализирует и обобщает полученные экспериментальные данные. Свободно ориентируется в ответах на заданные вопросы.
«не зачтено»	ПК-4	Демонстрирует слабый уровень знаний в области осуществления научных проектов. Не может проанализировать известные проекты, не прослеживает междисциплинарные связи. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ОПК-2	Не ориентируется в направлениях исследований в химической технологии. Не может продемонстрировать владение практическими навыками в использовании новейших информационно-коммуникационных технологий. Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать полученные экспериментальные данные. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.
	ОПК-5	Не обладает отличными способностями в использовании лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных. Не демонстрирует использование современной электрохимической измерительной аппаратуры в научных исследованиях. Не анализирует и не обобщает полученные экспериментальные данные. Не ориентируется в ответах на заданные вопросы.

#### Кандидатский экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ПК-4	Демонстрирует высокий уровень знаний в области осуществления научных проектов. Анализирует известные проекты, прослеживает междисциплинарные связи Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ОПК-2	Свободно ориентируется в направлениях исследований в химической технологии. В полном объеме владеет практическими навыками в использовании новейших

		<p>информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Определяет основные цели, задачи, методы исследований в области технологии электрохимических процессов.</p> <p>Свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), анализирует и обобщает экспериментальные данные. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу</p>
	ОПК-5	<p>Обладает отличными способностями в использовании лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных. Демонстрирует использование современной электрохимической измерительной аппаратуры в научных исследованиях. Анализирует и обобщает полученные экспериментальные данные. Свободно ориентируется в ответах на заданные вопросы.</p>
«хорошо»	ПК-4	<p>Демонстрирует достаточный уровень знаний в области осуществления научных проектов. Анализирует известные проекты, прослеживает отдельные междисциплинарные связи. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано</p>
	ОПК-2	<p>Достаточно свободно ориентируется в направлениях исследований в химической технологии. В достаточном объеме владеет практическими навыками в использовании новейших информационно-коммуникационных технологий. Определяет основные цели, задачи, методы исследований в области технологии электрохимических процессов в достаточной мере. Достаточно свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), анализирует и обобщает экспериментальные данные. На вопросы отвечает кратко, достаточно аргументировано, уверенно, по существу</p>
	ОПК-5	<p>Обладает достаточными способностями в использовании лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных. Демонстрирует в достаточной мере использование современной электрохимической измерительной аппаратуры в научных исследованиях. Анализирует и обобщает полученные экспериментальные данные. Достаточно свободно ориентируется в ответах на заданные вопросы.</p>
«удовлетворительно»	ПК-4	<p>Демонстрирует не достаточный уровень знаний в области осуществления научных проектов. Слабо анализирует известные проекты, слабо прослеживает отдельные междисциплинарные связи. Ответ построен не логично, материал излагается не четко, не достаточно ясно и аргументировано.</p>
	ОПК-2	<p>Слабо ориентируется в направлениях исследований в химической технологии. В не достаточном объеме владеет практическими навыками в использовании новейших информационно-коммуникационных технологий. Слабо ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать экспериментальные данные. Вопросы, задаваемые преподавателем, вызывают</p>

		затруднения.
	ОПК-5	Слабо ориентируется в использовании лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных. Демонстрирует незначительное использование современной электрохимической измерительной аппаратуры в научных исследованиях. Слабо анализирует и обобщает полученные экспериментальные данные. Затрудняется в ответах на заданные вопросы.
«неудовлетворительно»	ПК-4	Демонстрирует не достаточный уровень знаний в области осуществления научных проектов. Не может анализировать известные проекты. Не может выделить междисциплинарные связи. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ОПК-2	Не ориентируется в направлениях исследований в химической технологии. Не владеет практическими навыками в использовании новейших информационно-коммуникационных технологий. Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать ... Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.
	ОПК-5	Не ориентируется в использовании лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных. Не демонстрирует использование современной электрохимической измерительной аппаратуры в научных исследованиях. Не анализирует и не обобщает полученные экспериментальные данные. Затрудняется в ответах на заданные вопросы.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых спиртовых и водно-спиртовых средах. Монография. – М.: Радиотехника, 2009. 328 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
2. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов. Тамбов. Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина. 2010. 127 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. Ангал, Р. Коррозия и защита от коррозии [Текст] : [учеб. пособие] / Р. Ангал ; пер. с англ. А.Д. Калашникова . Долгопрудный : Издат. Дом "Интеллект", 2013 .— 344 с. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Таныгина Е.Д., Шель Н.В., Зазуля А.Н. Антикоррозионные тонкопленочные материалы на основе индивидуальных парафиновых углеводородов. Изд-во Першина Р.В. 2013. 24.7 п.л. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
2. Л.Е. Цыганкова, В.И. Вигдорович. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению материалов и защите от коррозии. Тамбов. 2010. 197 с. Изд-во Першина Р.В. (эл. фонд). <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии. Универсализм ингибиторов. М.: КАРТЭК. 2011. 243 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

<http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>

4. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова, Н.В. Шель, Князева Л.Г., Зазуля А.Н. Защита металлов от атмосферной коррозии масляными покрытиями (теория, практика, экологические аспекты). ISBN 978-5-9901582-5-2. М. Изд-во «КАРТЭК» 2014. 220 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>

5. Л.Е. Цыганкова Лабораторные работы по импедансной спектроскопии. 2008. 2 печ. Л. Изд-во Першина Р.В. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>

#### **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

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

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

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

#### **Электронная информационно-образовательная среда**

<http://moodle.tsutmb.ru>

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

#### **Лицензионное программное обеспечение:**

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499  
Node 1 year Educational Renewal Licence  
Операционная система Microsoft Windows 10  
Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187, 00  
MB 11.0.08  
7-Zip 9.20  
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

#### **Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):**

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
5. БД издательства SpringerNature
  - URL: <https://link.springer.com/>
  - URL: <https://materials.springer.com/>
  - URL: <https://zbmath.org/>
  - URL: <https://goo.gl/PdhJdo>

6. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
7. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
8. БД Web of Science  
- URL:  
[WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved](WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved)