

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.17 Прикладная электрохимия

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Автор программы:

Кандидат химических наук, доцент Бердникова Галина Геннадьевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	12
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	18
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	20
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	20

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

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

- организационно-управленческий
- технологический

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 научнотехнических, 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-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	Применяет основные закономерности электрохимии при решении практических задач (экология, техника, медицина и т.п.)

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		4	6	7	8
1	Агрохимический анализ почв	+			
2	Высокомолекулярные соединения			+	
3	Контроль качества пищевых продуктов	+			
4	Прикладной химический анализ				+

5	Технологическая практика		+		
6	Химическая технология		+		
7	Хроматографический анализ	+			

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Прикладная электрохимия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Прикладная электрохимия» изучается в 8 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	84
Лекции (Лекции)	36
Лабораторные (Лаб. раб.)	24
Практические (Практ. раб.)	24
Самостоятельная работа (СР)	24
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.				Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб . раб.	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	О	
8 семестр						
1	Тема 1. Задачи прикладной электрохимии. Принципы конструирования и работы электрохимически х систем.	6	-	2	-	Самостоятельная работа
2	Тема 2. Методы измерения в электрохимии.	6	12	2	-	Самостоятельная работа; Лабораторные работы; Контрольная работа
3	Тема 3. Химические источники тока.	6	-	6	-	Реферат

4	Тема 4. Использование катодных и анодных процессов в гальванике.	6	12	2	-	Самостоятельная работа; Лабораторные работы; Контрольная работа
5	Тема 5. Электрохимическо е производство важнейших химических продуктов.	6	-	6	-	Реферат
6	Тема 6. Гидроэлектрометал лургия. Основы электролиза расплавов.	6	-	6	-	Самостоятельная работа; Контрольная работа

Тема 1. Тема 1. Задачи прикладной электрохимии. Принципы конструирования и работы электрохимических систем. (ПК-6)

Лекция.

Введение. Предмет и задачи прикладной электрохимии. Теоретические основы прикладной электрохимии. Основные представления и понятия электрохимической кинетики. Поляризация, перенапряжение, типы перенапряжений, концентрационная поляризация, химическая поляризация, электрохимическая поляризация, уравнение Батлера-Фольмера, фазовое перенапряжение, кристаллизационное перенапряжение. Поляризационные кривые.

Практическое занятие.

1. Принципы конструирования и работы электрохимических систем.
2. Электрохимические ячейки. Конструкции ячеек. Материалы, используемые при конструировании ячеек.
3. Электроды и материалы, используемые при их изготовлении. Вспомогательные электроды. Электроды сравнения. Вращающийся дисковый электрод.
4. Операционные усилители и их использование при конструировании электрохимической аппаратуры.

Лабораторные работы.

Не предусмотрена

Задания для самостоятельной работы.

1. Повторить основную электрохимическую терминологию
2. Указать преимущества и недостатки электрохимических технологий.

Тема 2. Тема 2. Методы измерения в электрохимии. (ПК-6)

Лекция.

Электрохимические методы анализа. Общая характеристика метода. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Вольтамперометрия. Ртутный электрод. Миграционный и диффузионный токи. Предельный ток. Поляризация. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны. Потенциал полуволны. Амперометрическое титрование. Вид кривых титрования. Кулонометрия. Законы Фарадея. Определение конечной точки титрования. Виды кривых титрования.

Практическое занятие.

1. Вольтамперометрия (полярография, амперометрия)
2. Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование.
3. Кулонометрия

4. Потенциометрия

Лабораторные работы.

Лабораторная работа 1. Потенциометрическое определение соляной кислоты в растворе.

Цель: отработать методику потенциометрического титрования на примере реакции нейтрализации.

Реактивы: 1 н раствор NaOH, раствор соляной кислоты (≈ 1 н).

Собирают установку для потенциометрического титрования (ячейка с исследуемым раствором, хлоридсеребряный электрод, агар-агаровый мостик, бюретка, хингидронный электрод, катодный вольтметр)

В стакан на 250 мл вносят 20 мл раствора соляной кислоты неизвестной концентрации и титруют его 1 н раствором NaOH, прибавляя в каждой точке титрования по 0,5 мл титранта и одновременно фиксируя потенциал раствора по катодному вольтметру. Титрование считают законченным, когда потенциал системы будет близок к нулю.

Строят кривую потенциометрического титрования, откладывая по оси абсцисс объем титранта, по оси ординат – E, В. По графику определяют VKTT, который используют для оценки $m(\text{HCl})$: $m(\text{HCl}) = (\text{VKTT} \times C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \times 50 \times \Delta(\text{HCl})) / (20 \times 1000)$, по полученной $m(\text{HCl})$ вычисляют нормальную концентрацию раствора соляной кислоты.

Лабораторная работа 2. Амперометрическое титрование Fe (II) раствором K₂Cr₂O₇.

Цель: отработать методику амперометрического титрования на примере реакции окисления-восстановления.

Реактивы: 0,1 н раствор K₂Cr₂O₇, 1 М раствор HCl, 50 мл раствора соли Fe (II).

Собирают установку для амперометрического титрования (выпрямитель переменного тока или универсальный источник питания, миллиамперметр, реостат, вольтметр, соединительные провода, электролитическая ячейка с платиновыми электродами, бюретка).

В электролитическую ячейку переносят по 20 мл анализируемого и фоновых (1 М HCl) растворов. Бюретку заполняют 0,1 н раствором K₂Cr₂O₇. Электрическую цепь замыкают ключом и создают напряжение 1 В. Раствор титранта приливают к содержимому электролитической ячейки по 0,5 мл, каждый раз фиксируя ток по миллиамперметру. Так как электроактивным веществом в данном случае являются ионы Fe²⁺, то титрование ведут до тех пор, пока не будет получено не менее четырех точек, соответствующих постоянной величине тока.

Строят кривую амперометрического титрования, откладывая по оси ординат силу тока, по оси абсцисс – объем титранта. Графическим способом определяют VKTT и рассчитывают $m(\text{Fe}^{2+})$:

, г.

Лабораторная работа 3. Кондуктометрическое титрование

Цель: определение концентрации сильной, слабой и смеси сильной и слабой кислот кондуктометрическим методом, работа с кондуктометром.

Принадлежности к работе: прибор для определения электропроводности, сосуд для измерения электропроводности, бюретка на 25 мл, пипетка на 10-20 мл, 0,1 н. раствор HCl, HNO₃, CH₃COOH, 1-2 н раствор NaOH.

В сосуд для измерения электропроводности пипеткой наливают определенный объем (20 мл); исследуемого раствора кислоты (0,1 н). Электроды в сосуде должны полностью находиться в растворе, в противном случае добавляют дистиллированную воду для подъема уровня раствора. В бюретку наливают раствор щелочи в 10-20 раз более концентрированный (1 н - 2 н). Сосуд подключают к прибору для измерения сопротивления. Проводят измерение до начала титрования, а затем после приливания каждой порции (0,5 мл) раствора щелочи. После достижения эквивалентной точки делают еще 3-4 определения, прибавляя избыток раствора щелочи.

Опыт 1. Титрование сильной кислоты сильной щелочью.

Опыт 2. Титрование слабой кислоты сильной щелочью.

Опыт 3. Титрование смеси сильной и слабой кислот щелочью.

Опыт 4. Определение концентрации кислоты в контрольном растворе.

Вычерчивают графики зависимости электропроводности раствора от количества прилитой щелочи для всех 4-х опытов, рассчитывают концентрацию кислоты в контрольном растворе.

Задания для самостоятельной работы.

1. Оценка преимуществ электрохимических методов анализа
2. Поиски стандартных методик на основе электрохимических методов анализа.

Тема 3. Тема 3. Химические источники тока. (ПК-6)

Лекция.

Химические источники тока. Основные параметры, характеризующие химические источники тока. Стандартные потенциалы, электродвижущие силы, электродная плотность тока, внутреннее сопротивление, емкость, коэффициент использования.

Первичные ХИТ, конструкции и типы первичных ХИТ. Электролиты, электродные материалы, используемые при создании первичных ХИТ. Вторичные ХИТ, конструкции и типы вторичных ХИТ. Химические реакции, протекающие при заряде – разряде.

Топливные элементы. История создания и развития ТЭ. Термодинамика электрохимических элементов. Расчет КПД топливных элементов. Электрохимическая кинетика ТЭ. Электрокатализаторы. Ионные проводники и их электрическая проводимость. Твердые электролиты и смешанные электронные проводники. Кислородно-водородные ТЭ. Топливные элементы со щелочными электролитами. ТЭ с кислотными электролитами. Высокотемпературные ТЭ.

Практическое занятие.

1. Электрохимические характеристики ХИТ: электродвижущая сила, внутреннее сопротивление ХИТ, вольтамперная характеристика, разрядная кривая, мощность, емкость, энергия ХИТ, нормированные показатели.
2. Первичные ХИТ. Марганцево-цинковые элементы. Процессы, протекающие при работе марганцево-цинковых элементов. Марганцево-цинковые элементы с щелочным электролитом. Элементы с неводным электролитом. Резервные батареи.
3. Свинцовые аккумуляторы. Процессы, протекающие при заряде и разряде аккумулятора. Электрические характеристики, конструктивные особенности аккумуляторов. Уход, эксплуатация и применение свинцовых аккумуляторов.
4. Щелочные аккумуляторы. Процессы, протекающие при заряде и разряде аккумуляторов. Электрические характеристики. Никель-водородные аккумуляторы. Литиевые аккумуляторы. Применение щелочных аккумуляторов.
5. Термодинамика, классификация и КПД топливных элементов. Конструктивные особенности, электродные материалы. Применение топливных элементов.

Лабораторные работы.

Не предусмотрена

Задания для самостоятельной работы.

Написать реферат и подготовить устное выступление с презентацией по одному из вопросов практического занятия.

Тема 4. Тема 4. Использование катодных и анодных процессов в гальванике. (ПК-6)

Лекция.

Электрохимическое нанесение защитных покрытий. Катодные и анодные процессы и их использование в гальванике. Анодные процессы и подготовка поверхности металлов. Особенности формирования анодных оксидных пленок. Ионный перенос при анодном окислении. Кинетика анодного окисления. Плазменно - электролитическое окисление. Анодирование переменным током. Структура и состав анодных пленок на титане и алюминии. Проводимость анодных оксидных пленок.

Плазменно-электролитическая полировка металлов и сплавов. Составы электролитов и режимы полировки различных металлов и сплавов. Экологические проблемы плазменно-электролитической обработки поверхности и методы их решения. Электрохимическая подготовка поверхности. Теория и практика электрохимической обработки поверхности. Анодное выделение кислорода. Проблемы создания кислородного электрода.

Катодные процессы. Выход по току различных катодных процессов. Поляризационные кривые. Совместное выделение металлов и водорода. Методы устранения водородного охрупчивания. Электролиты, применяемые в гальванике. Блескообразователи и механизм их действия. Рассеивающая и кроющая способности электролитов. Экологические проблемы гальванических производств и методы их решения.

Практическое занятие.

1. Механизм электрокристаллизации металлов. Катодные и анодные процессы при электроосаждении металлов и сплавов. Двух- и трехмерное зародышеобразование при электрокристаллизации. Механизмы роста кристаллов при электроосаждении покрытий.
2. Влияние природы и концентрации ионов металла, влияние концентрации ионов водорода, поверхностно-активных веществ (ПАВ), плотности тока, температуры электролита, перемешивания на структуру и свойства покрытий.
3. Рассеивающая способность электролитов и факторы ее определяющие. Макро- и микрораспределение металла и тока по поверхности катода. Факторы, влияющие на получение блестящих покрытий. Многослойные электролитические покрытия.
4. Основные стадии подготовки поверхности перед осаждением покрытий: механическая обработка, обезжиривание, травление, промывка.
5. Контроль внешнего вида покрытий, толщины, пористости, прочности сцепления, коррозионной стойкости, микротвердости и др. свойств покрытий.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа 4. Напряжение разложения

Цель: экспериментальное определение величины напряжения разложения ряда кислот и оснований с использованием электролитической ячейки с платиновыми электродами.

Принадлежности к работе: выпрямитель переменного тока или универсальный источник питания, вольтметр на 3 В, миллиамперметр на 150 мА, реостат, электролитическая ячейка с платиновыми электродами, соединительные провода, растворы электролитов: 0,5 н раствор серной кислоты, 1 н раствор соляной кислоты, 1 н раствор фосфорной кислоты, 1 н раствор азотной кислоты, 1 н щелочи (NaOH, KOH, NH₄OH).

Для определения напряжения разложения собирают установку. Раствор электролита (по указанию преподавателя) наливают в электролитическую ячейку так, чтобы электроды были полностью погружены в раствор. Предварительно ячейка должна быть промыта дистиллированной водой и дважды исследуемым раствором. Замыкают цепь, с помощью реостата R задают напряжение 0,1 вольт, через 1 минуту записывают показания миллиамперметра. Затем с помощью движка реостата увеличивают напряжение до 0,2 вольт и вновь через 1 минуту записывают показания миллиамперметра. Таким образом продолжают повышать напряжение каждый раз на 0,1 вольт до тех пор, пока сила тока начнет резко возрастать с увеличением напряжения. По окончании опыта размыкают цепь ключом З, а движок реостата возвращают в исходное состояние. По полученным данным строят график, откладывая на оси абсцисс напряжение, а на оси ординат силу тока. По графику определяют напряжение разложения.

Лабораторная работа 5. Равновесие в электрохимических системах и поляризационные явления

Цель: Получить и изучить катодные поляризационные и анодные поляризационные кривые на металлах в электролитах технологического состава.

Опыт 1. Получение катодных поляризационных кривых для процесса осаждения меди из электролитов меднения различной природы. Электролиты: № 3 (простой) и №4 (комплексный) из табл. Материал катодных образцов – медь.

Опыт 2. Получение анодных поляризационных кривых процесса растворения никеля в кислых электролитах разного состава. Электролиты: а) 0,1 М HCl; б) 0,05 М H₂SO₄. Анодный материал – никелевая фольга, вспомогательные катодные образцы – медь.

Опыт 3. Получение катодных поляризационных кривых процесса осаждения никеля из сульфатно-хлоридного электролита никелирования с блескообразующими добавками (электролит № 2 из табл.: а) при комнатной температуре электролита; б) при температуре электролита 50–60°C. Материал катодных образцов – медь.

Опыт 4. Получение катодных поляризационных кривых для процесса осаждения меди из сернокислого электролита меднения (электролит № 3 из табл.): а) без перемешивания электролита; б) с перемешиванием электролита на магнитной мешалке. Материал катодных образцов – медь.

Опыт 5. Получение катодных поляризационных кривых процесса осаждения меди из сернокислых электролитов меднения с разной концентрацией серной кислоты. В работе следует использовать электролиты следующего состава: а) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 80 г/дм³, H_2SO_4 – 20 г/дм³; б) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 80 г/дм³. Анодный материал и материал катодных образцов – медь.

Опыт 6. Изучение влияния вида катодного материала на ход поляризационных кривых, характеризующих процесс выделения газообразного водорода. Материал катодов – свинец и никель, вспомогательный электрод – свинец, электролит – 0,1 н H_2SO_4 .

Опыт 7. Изучение влияние вида анодного материала на ход поляризационных кривых, характеризующих процесс выделения газообразного кислорода в щелочной среде. Материал анодов – графит и никель, вспомогательный электрод – медь, электролит – 1 н NaOH .

Опыт 8. Получение катодных поляризационных кривых для процесса осаждения олова из электролитов различного состава. Электролиты: № 6 и 7 из табл.. Материал катодных образцов – медь.

Опыт 9. Получение катодных поляризационных кривых процесса осаждения цинка из сульфатного электролита цинкования (электролит № 5 из табл.): а) при комнатной температуре электролита; б) при температуре электролита 50–60°C. Материал катодных образцов – медь.

Лабораторная работа 6. Электролиз. Законы Фарадея.

Цель: изучение влияния режима электролиза, состава электролита на качество полученных металлических покрытий в различных режимах электролиза и изучение качества покрытий и выход по току.

Опыт 1. Сравнение качества никелевых покрытий и выходы по току никеля для процессов электролиза с разной температурой электролита. Толщина покрытия – 9 мкм, i_k – 3 А/дм², материал катода – медь. Электролит – сульфатно-хлоридный с блескообразующими добавками (№ 2 из табл.). Температура: а) 18°C; б) 55°C.

Опыт 2. Сравнение качества никелевых покрытий и выходы по току никеля для процессов с электролитами разного состава. Толщина покрытия – 6 мкм, i_k – 2 А/дм², температура – 50– 55°C, материал катода – углеродистая сталь. Электролиты: а) сульфатно-хлоридный с блескообразующими добавками (№ 2 из табл.); б) сульфатно-хлоридный без добавок (№ 1 из табл.).

Опыт 3. Сравнение качества медного покрытия и выходов по току осаждения меди для процессов, происходящих: а) при интенсивном перемешивании электролита магнитной мешалкой во время осаждения покрытия; б) без перемешивания. Электролит – сернокислый электролит меднения с блескообразующими добавками (№ 3 из табл.), температура – комнатная, i_k – 7 А/дм², толщина осаждаемого покрытия – 9 мкм, материал катода – медь.

Опыт 4. Сравнение адсорбционной способности оксидной пленки Al_2O_3 и выходы по току реакции ее образования для процессов анодирования алюминия разной продолжительности. Электролит – 180 г/дм³ H_2SO_4 , температура – комнатная, i_a – 2 А/дм², материал катода – свинец. Продолжительность электролиза: а) 5 мин; б) 20 мин. После электролиза каждый алюминиевый образец разрезают на 2 одинаковые части. Одна часть – для проверки адсорбционной способности оксидной пленки методом окрашивания по реакции двойного обмена. Метод состоит в следующем: выбранную часть полученного при оксидировании образца окунают сначала в раствор $K_4[Fe(CN)_6]$ (1 мин), затем в воду, после чего в раствор $FeCl_3$ (1 мин), затем снова в воду. Растворы солей реагируют между собой в порах оксида, образуя ярко-голубое нерастворимое соединение. Чем выше толщина и пористость оксидной пленки, тем ярче окраска, т.е. выше адсорбционная способность пленки. Вторая часть – для определения выхода по току оксида. Эту часть образца нужно взвесить, затем выдержать в растворе «для снятия оксидной пленки» при температуре 90°C в течение 10 мин, промыть водой, высушить и снова взвесить. Изменение массы образца – масса фактически образовавшегося на поверхности оксида, которую нужно будет подставлять в формулу расчета выхода по току.

Опыт 5. Сравнение качества никелевого покрытия и выходы по току осаждения никеля для процессов, характеризующихся разной плотностью тока осаждения покрытия i_k : а) 1,5 А/дм²; б) 6,0 А/дм². Электролит – сульфатно-хлоридный электролит никелирования с блескообразующими добавками (№ 2 из табл.), температура – 50–55°C, толщина осаждаемого покрытия – 6 мкм, материал катода – медь.

Опыт 6. Сравнение адсорбционной способности оксидной пленки Al_2O_3 и выходов по току реакции ее образования для процессов анодирования алюминия с разной анодной плотностью тока: а) 1 А/дм² (продолжительность электролиза – 20 мин); б) 4 А/дм² (продолжительность электролиза – 5 мин). Электролит – серная кислота, 180 г/дм³; температура – комнатная, материал катода – свинец. Проверка адсорбционной способности и получение данных для расчета выхода по току выполняются так же, как и в опыте 4 к данной лабораторной работе (см. выше).

Опыт 7. Сравнение качества никелевых покрытий и выходов по току никеля для процессов с электролитами, отличающимися величиной pH. Толщина покрытия – 8 мкм, i_k – 2 А/дм², температура – 55°C, материал катода – углеродистая сталь. Электролиты – сульфатно-хлоридный с блескообразующими добавками (№ 2 из табл.) и такой же электролит, но с pH = 1–2.

Опыт 8. Сравнение адсорбционной способности оксидной пленки Al_2O_3 и выходов по току реакции ее образования для процессов анодирования алюминия с разной температурой электролита: а) 15–20°C; б) 30–35°C. Электролит – серная кислота, 180 г/дм³; продолжительность электролиза – 20 мин, материал катода – свинец. Проверка адсорбционной способности и получение данных для расчета выхода по току выполняются так же, как и в опыте 4 к данной лабораторной работе (см. выше).

Опыт 9. Сравнение качества цинковых покрытий и выходов по току цинка для процессов с электролитами, отличающимися величиной pH. Толщина покрытия – 6 мкм, i_k – 1,5 А/дм², температура – 15–25°C, материал катода – медь. Электролиты – сульфатный (№ 2 из табл.) и такой же электролит, но с pH = 1–2.

Задания для самостоятельной работы.

1. Электролитическое цинкование и кадмирование. Свойства Zn- и Cd-покрытий. Сравнительная характеристика электролитов. Пассивация Zn- и Cd-покрытий.
2. Электролитическое оловянирование.
3. Электролитическое меднение. Характеристика электролитов и покрытий.
4. Покрытия металлами группы железа.
5. Электролитическое хромирование.
6. Электроосаждение сплавов.

Тема 5. Электрохимическое производство важнейших химических продуктов. (ПК-6) **Лекция.**

Производство водорода, кислорода и тяжелой воды электролизом. Электролит, электродные материалы, электродные процессы, электролизеры фильтр-прессного типа, применяемые при электролизе воды. Электрохимическое производство хлора и щелочей. Анодное выделение хлора и стойкие анодные материалы. Побочные процессы при электролизе раствора хлорида натрия. Электролиз с твердым катодом фильтрующей диафрагмой, с ртутным катодом, с ионообменной мембраной. Электрохимический синтез неорганических соединений.

Практическое занятие.

1. Технологические основы электролитического производства водорода, кислорода.
2. Технологические основы электролитического производства тяжелой воды.
3. Электрохимическое производство хлора и щелочей.
4. Электрохимический синтез неорганических соединений.
5. Электрохимический синтез органических соединений.

Лабораторные работы.

Не предусмотрена

Задания для самостоятельной работы.

Написать реферат и подготовить устное выступление с презентацией по одному из вопросов практического занятия.

Тема 6. Тема 6. Гидроэлектрометаллургия. Основы электролиза расплавов. (ПК-6)

Лекция.

Гидроэлектрометаллургия. Общая характеристика гидро-электрометаллургических процессов. Подготовка электролита (обжиг, выщелачивание, очистка электролита от нежелательных примесей). Электрохимические методы извлечения металлов из растворов электролитов (электрорафинирование и электроэкстракция). Электрохимическое производство цинка. Электролиз в металлургии никеля и меди.

Основы электролиза расплавов. Электропроводность расплавов кинетика электродных процессов. Особенности электродных процессов в расплавах. Производство алюминия. Получение чистых исходных материалов. Электролиз криолит-глиноземного расплава. Производство магния. Получение исходных материалов из природного сырья. Электролиз и конструкция ванн.

Практическое занятие.

1. Электрохимическое производство цинка.
2. Электрохимическое производство никеля.
3. Электрохимическое производство меди.
4. Электрохимическое производство алюминия.
5. Электрохимическое производство щелочных и щелочно-земельных металлов.

Лабораторные работы.

Не предусмотрена

Задания для самостоятельной работы.

1. Экологические проблемы гидрометаллургии и методы их решения.
2. Экологические и энергетические проблемы электролиза расплавов и пути их решения.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

8 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

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.	Тема 1. Задачи прикладной электрохимии. Принципы конструирования и работы электрохимических систем.	Самостоятельная работа	5	Студенту предлагается индивидуальное задание из 5 контрольных вопросов (1 балл за каждый правильный ответ).
2.	Тема 2. Методы измерения в электрохимии.	Самостоятельная работа	5	Студенту предлагается индивидуальное задание из 5 контрольных вопросов (1 балл за каждый правильный ответ).
		Лабораторные работы	15	Запланировано выполнение 3 лабораторных работ в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 2 балла - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
		Контрольная работа (контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 45 минут. Работа состоит в решении 2 расчетных задач по теме и максимально оценивается в 10 баллов (5 баллов за каждую правильно решенную задачу).
3.	Тема 3. Химические источники тока.	Реферат	10	Устное выступление студента по вопросам практического занятия Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д. 9-10 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, Грамотные ответы на дополнительные вопросы 7-8 баллов - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной науки, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы 5-6 баллов - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, ответы на вопросы требуют уточнения. 3-4 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения 1-2 балла - ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы
4.	Тема 4. Использование катодных и анодных процессов в гальванике.	Самостоятельная работа	5	Студенту предлагается индивидуальное задание из 5 контрольных вопросов (1 балл за каждый правильный ответ).
		Лабораторные работы	15	Запланировано выполнение 3 лабораторных работ в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 2 балла - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
		Контрольная работа	10	На письменную контрольную работу отводится 45 минут. Работа состоит в решении 2 расчетных задач по теме и максимально оценивается в 10 баллов (5 баллов за каждую правильно решенную задачу).

5.	Тема 5. Электрохимическое производство важнейших химических продуктов.	Реферат	10	Устное выступление студента по вопросам практического занятия Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д. 9-10 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, Грамотные ответы на дополнительные вопросы 7-8 баллов - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной науки, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы 5-6 баллов - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, ответы на вопросы требуют уточнения. 3-4 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения 1-2 балла - ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы
6.	Тема 6. Гидроэлектрометаллургия. Основы электролиза расплавов.	Самостоятельная работа	5	Студенту предлагается индивидуальное задание из 5 контрольных вопросов (1 балл за каждый правильный ответ).
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 45 минут. Работа состоит в решении 2 расчетных задач по теме и максимально оценивается в 10 баллов (5 баллов за каждую правильно решенную задачу).
7.	Премияльные баллы		10	Премияльные баллы начисляются за постоянную активность на практических занятиях
8.	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 2. Тема 2. Методы измерения в электрохимии.

Вариант контрольной работы

1. Удельная электропроводность 30%-ного раствора H_2SO_4 при 180С равна 0,7338

Ом \cdot см $^{-1}$, а его плотность 1,223 г/см 3 . Вычислить кажущуюся степень диссоциации кислоты и активность ионов водорода, если предельные подвижности составляют = 315; = 68,4 .

2. Рассчитайте равновесный потенциал медного электрода, погруженного в сернокислый раствор с концентрацией сульфата меди 50 г/дм 3 . Какова величина поляризации этого электрода при плотности тока 1,8 А/дм 2 , если его потенциал составляет 0,12 В?

Тема 4. Тема 4. Использование катодных и анодных процессов в гальванике.

Вариант контрольной работы

1. Сравните эффективность применения комплексных электролитов осаждения меди: цианистого (0,2 моль/дм³ [Cu(CN)₄]³⁻, $K_n = 5 \cdot 10^{-31}$, 0,5 моль/дм³ KCN) и оксалатного (0,2 моль/дм³ [Cu(C₂O₄)₂]²⁻, $K_n = 3,2 \cdot 10^{-9}$, 0,5 моль/дм³ K₂C₂O₄) для устранения явления контактного вытеснения при меднении стали.
2. Составьте схему электролиза водного раствора K₂SO₄: а) с графитовыми электродами; б) медными электродами. Запишите выражение для расчета равновесного потенциала анодных, катодных реакций.

Тема 6. Тема 6. Гидроэлектрометаллургия. Основы электролиза расплавов.

Вариант контрольной работы

1. Для катодного осаждения олова был выбран электролит на основе соединений Sn(II) с выходом по току олова 98%, эффективно работающий при плотности тока 1 А/дм². Вычислите толщину оловянного покрытия и объем водорода, полученных за 25 мин электролиза (площадь катодной поверхности 0,7 м²)
2. Разность равновесных потенциалов электродов электролитической ванны равна 1,23 В. Найти выход по энергии для следующих условий: $h_a = 0,7В$, $h_k = 0,5В$, $D_{jом} = 3В$.

Лабораторные работы

Тема 2. Тема 2. Методы измерения в электрохимии.

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Работа №1 Потенциометрическое титрование

1. В чем сущность метода потенциометрического титрования?
2. Каким требованиям должны удовлетворять реакции, используемые в потенциометрическом анализе?
3. Какой электрод называется индикаторным.
4. По какому признаку подбирают индикаторный электрод в потенциометрическом титровании. Приведите примеры.
5. Какие индикаторные электроды применяются в реакции нейтрализации?

Работа №2 Амперометрическое титрование

1. В чем отличие амперометрического титрования от полярографии?
2. В чем наблюдается сходство амперометрического титрования и прямой вольтамперометрии?
3. Что такое потенциал полуволны?
4. Чем определяется вид кривой амперометрического титрования?
5. Каковы преимущества метода амперометрического титрования перед прямой вольтамперометрией?

Работа №3 Кондуктометрическое титрование

1. На чем основан метод кондуктометрического титрования?
2. Изобразите график титрования сильной кислоты щелочью и объясните его.
3. Изобразите график титрования слабой кислоты щелочью и объясните его.
4. Изобразите график титрования смеси сильной и слабой кислот щелочью и объясните его.
5. Какая кислота в смеси титруется щелочью первой и почему?

Тема 4. Тема 4. Использование катодных и анодных процессов в гальванике.

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Работа №4 Напряжение разложения

1. Что такое поляризация?
2. В чем сущность электрохимической поляризации?

- 3 3. В чем сущность концентрационной поляризации?
- 4 4. Записать уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе кислородсодержащих кислот и щелочей
- 5 5. Записать уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе солей бескислородных кислот.

Работа №5. Равновесие в электрохимических системах и поляризационные явления

- 1 1. Что такое ток обмена?
- 2 2. Как зависит величина поляризации электрода от тока обмена?
- 3 3. Изобразите полную кривую анодной поляризации и укажите на ней характерные точки.
- 4 4. В чем причина пассивации металла?
- 5 5. Какими способами можно достичь пассивного состояния металла?

Работа №6. Электролиз. Законы Фарадея.

1. Сформулируйте 1 закон Фарадея и запишите его выражение.
2. Сформулируйте 2 закон Фарадея и дайте его математическое выражение.
3. Какие процессы протекают на аноде и катоде? Примеры.
4. Что такое выход по току?
5. Что представляет рассеивающая способность электролита?

Реферат

Тема 3. Тема 3. Химические источники тока.

Темы рефератов

1. Электрохимические характеристики химических источников.
2. Первичные химические источники тока.
3. Свинцовые кислотные аккумуляторы.
4. Щелочные аккумуляторы.
5. Конструкционные особенности топливных элементов и их применение.

Тема 5. Тема 5. Электрохимическое производство важнейших химических продуктов.

Темы рефератов

1. Технологические основы электролитического производства водорода (кислорода).
2. Технологические основы электролитического производства тяжелой воды.
3. Электрохимическое производство хлора и щелочей.
4. Электрохимический синтез неорганических соединений.
5. Электрохимический синтез органических соединений.

Самостоятельная работа

Тема 1. Тема 1. Задачи прикладной электрохимии. Принципы конструирования и работы электрохимических систем.

1. Что такое поляризация? В чем сущность электрохимической поляризации?
2. Каково устройство электрохимической системы?
3. Для чего необходимы вспомогательные электроды?
4. Какие электроды сравнения вы знаете? Каково их устройство?
5. Вращающийся дисковый электрод. Его назначение.

Тема 2. Тема 2. Методы измерения в электрохимии.

1. Какие способы измерения потенциала существуют?

2. Что такое равновесный потенциал? Как нужно проводить измерение потенциала индикаторного электрода, чтобы его величину можно было принять равной равновесному?
3. Опишите разновидности потенциометрического титрования. На основании чего в них определяется эквивалентная точка?
4. На каком принципе основана классификация ионоселективных электродов?
5. Опишите химизм процессов, происходящих в хингидронном электроде.

Тема 4. Тема 4. Использование катодных и анодных процессов в гальванике.

1. Что такое анодирование? Для чего его применяют?
2. Как проводят электрополировку?
3. Какие электролиты цинкования вам известны? Приведите примеры?
4. Как проверяют качество гальванического покрытия?
5. Что представляет собой рассеивающая способность электролита?

Тема 6. Тема 6. Гидроэлектрометаллургия. Основы электролиза расплавов.

1. Чем занимается гидроэлектрометаллургия?
2. Как осуществляется подготовка электролита в гидроэлектрометаллургии?
3. Что называется электрорафинированием? Где оно применяется?
4. В чем суть процесса электроэкстракции?
5. Опишите схему получения алюминия электролизом расплава оксида.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-6)

1. Определение прикладной электрохимии.
2. Современные направления прикладной электрохимии.
3. Электроды и требования, предъявляемые к ним.
4. Классификация электрохимических аппаратов и их характеристики.
5. Диафрагмы: назначение, требования, классификация, характеристики.
6. Влияние состава электролита и режима электролиза на процесс электрокристаллизации металлов и сплавов.
7. Распределение металла и тока по поверхности катода.
8. ГОСТы покрытий. Классификация покрытий, условные обозначения.
9. Способы подготовки поверхности.
10. Цинкование. Физико-химические свойства покрытий. Назначение и области применения.
11. Классификация и сравнительная характеристика электролитов цинкования. Технологическая схема процесса цинкования. Пассивирование цинковых покрытий (фосфатирование, хроматирование, хромитирование).
12. Кадмирование. Физико-химические свойства покрытий. Назначение и области применения. Классификация и сравнительная характеристика электролитов кадмирования.
13. Технологическая схема процесса кадмирования. Пассивирование кадмиевых покрытий.
14. Никелирование. Двухслойное, трехслойное никелирование, КЭП на основе никеля. Черный никель. Современные направления разработки составов электролитов никелирования.
15. Железнение. Физико-химические свойства. Области применения. Сравнительная характеристика электролитов железнения. Особенности технологического процесса железнения.
16. Оловянирование.
17. Свинцование.
18. Электролитическое осаждение благородных металлов.
19. Комбинированные электрохимические покрытия (КЭП). Композиционные покрытия.

20. Электрофоретическое нанесение покрытий. Сущность электрофоретического осаждения покрытий. Осаждение покрытий на катоде, на аноде.
20. Хромирование, назначение и применение хромовых покрытий.
21. Электрохимический синтез неорганических и органических соединений. Электрохимический синтез хлора, щелочи, водорода разложением NaCl в электролизе с твердым катодом и фильтрующей диафрагмой; с твердым катодом и ионообменной мембраной; с ртутным катодом.
22. Электрохимический синтез неорганических веществ (кислородсодержащих хлора, пероксодвусерной кислоты и перекиси водорода, перманганата калия, диоксида марганца).
23. Электрохимический синтез органических веществ.
24. Гидроэлектрометаллургия.
25. Химические источники тока.
26. Электрохимическая размерная обработка.

Типовые задания для зачета (ПК-6)

не предусмотрено

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-6	Демонстрирует высокий уровень знаний в области термодинамики и кинетики электрохимических процессов. Уверенно применяет основные закономерности электросинтеза, электроанализа, гальванических процессов при решении практических задач. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-6	Демонстрирует недостаточный уровень знаний теоретических положений и закономерностей электрохимических процессов. Не способен интерпретировать экспериментальные факты на основе современных теорий в области электрохимических процессов. Не может применить закономерности электрохимии при решении практических задач. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

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. Варенцов, В. К., Синчурина, Р. Е., Турло, Е. М. Химия. Электрохимические процессы и системы : учебно-методическое пособие. - 2025-02-05; Химия. Электрохимические процессы и системы. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 60 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/44702.html>
2. Нижниковский Е. А. Современные электрохимические источники тока : монография. - Москва: Издательство Радиотехника, 2015. - 294 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468358>
3. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 127 с.
4. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И., Поздняков А.П. Введение в теорию коррозии металлов: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец-ти "Химия". - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2002. - 311 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Бережная А. Г. Электрохимические технологии и материалы : учебное пособие. - Ростов-на-Дону|Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. - 119 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499492>

6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>
2. Электронная библиотека учебников для вузов - <http://4du.ru/>
3. электронная библиотека. - <http://www.aup.ru/books/>
4. ЭБС «Znanium.com» - <http://www.znanium.com/index.php?item=main>

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:

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
3. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>

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.