

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета института  
медицины, экологии и физической культуры  
18 мая 2022 г., протокол № 9/239

Председатель / В.И. Мидленко /  
подпись расшифровка подписи  
18 мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Введение в электроаналитическую химию</b>
Факультет	<b>Экологический</b>
Кафедра	<b>Общей и биологической химии</b>
Курс	<b>3</b>

Направление (специальность) **04.03.01 Химия**

Направленность (профиль/специализация) Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность

Форма обучения **Очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » сентября 2022 г.

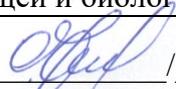
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Брынских Галина Тимофеевна	Общей и биологической химии	кандидат биологических наук, доцент

<b>СОГЛАСОВАНО</b>
Заведующий выпускающей кафедрой, общей и биологической химии
(  / <u>Шроль О.Ю.</u> / Подпись ФИО
<u>« 16 » мая 2022 г.</u>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

### Цели освоения дисциплины:

1. Формирование у бакалавров понимание теоретических и практических основ современных электроаналитических методов анализа (кулонометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, потенциометрия).
2. Формирование знаний о процессах и механизмах, лежащих в основе современных электрохимических методов анализа.
3. Формирование умений ставить и решать аналитические задачи, выдвигать гипотезы и выбирать условия проведения эксперимента, необходимые для самостоятельного проведения анализа конкретных объектов.

### Задачи освоения дисциплины:

1. Изучение основных методов электроанализа - потенциометрия, вольтамперометрия и кулонометрия.
2. Закрепление навыков работы на аналитических приборах, используемых для электрохимического анализа
3. Формирование навыков обработки результатов анализа и расчета по экспериментальным данным и при выполнении индивидуальных заданий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина является дисциплиной по выбору относится к блоку Б1 (Вариативная часть) образовательной программы 04.03.01 Химия.

По логике построения и содержанию данная дисциплина связана с другими дисциплинами из базовой части профессионального цикла: «Аналитическая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», а также с некоторыми разделами физики и математики. При обучении используются знания и навыки, полученные в соответствующих практикумах.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК - 1. Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам.	<b>Знать:</b> О современном состоянии и путях развития аналитической химии в данном направлении, связи с другими науками и практическом применении методов анализа в различных областях человеческой деятельности; основные особенности, области применения, классификацию и характеристику основных электрохимических методов анализа; Принцип устройства учебно-научной аппаратуры, прямые и косвенные физико-химические (электрохимические) методы проведения химических экспериментов; Принцип устройства серийного оборудования, применяемого в электрохимических аналитических исследованиях.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	<p><b>Уметь:</b> Производить сборку лабораторного оборудования и приборов для проведения электрохимических методов анализа; Производить количественные определения в электрохимических методах анализа.</p> <p><b>Владеть:</b> владеть метрологическими основами анализа и способами проведения количественного анализа, иметь представление об особенностях объектов анализа.</p>
<p><b>ПК-6.</b> Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p>	<p><b>Знать:</b> Место электрохимических методов в аналитической химии; типы и закономерности реакций и процессов, используемых в электроаналитической химии; принципы и методы использования основных методов электрохимического анализа; особенности анализа объектов с использованием электрохимических методов.</p> <p><b>Уметь:</b> Осуществлять расчет результатов количественного анализа по экспериментальным данным.</p> <p><b>Владеть:</b> Методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения.</p> <p>Современными приемами и методами работы при использовании электрохимических методов анализа в аналитической лаборатории.</p>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3 ЗЕ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) 108

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		5 семестр
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	90	90
Аудиторные занятия:	90	90
Лекции	36	36
Лабораторные работы, практикумы	54	54
Самостоятельная работа	18	18
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	тестирование коллоквиум	тестирование коллоквиум
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия		Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7
<b>Раздел 1. Теоретические основы электрохимических методов анализа</b>						
1. Введение. Методы электроаналитической химии	2	2	-	-	-	Тестирование коллоквиум
2. Основы электрохимической термодинамики	24	4	18	18	2	тестирование коллоквиум решение задач
3. Основы электрохимической кинетики	12	4	6	6	2	тестирование коллоквиум, решение задач
4. Аппаратура, способы получения и обработки аналитических сигналов	6	4	-	-	2	Тестирование коллоквиум решение задач
5. Ячейки и электроды для электрохимических измерений	12	4	6	-	2	тестирование коллоквиум, решение задач
<b>Раздел 2. Электрохимические методы анализа</b>						
1. Вольтамперометрия, амперометрическое титрование и хроноамперометрия.	6	4	-	-	2	Тестирование коллоквиум решение задач
2. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование	18	4	12	12	2	Тестирование коллоквиум, решение задач
3. Кулонометрия	12	4	6	-	2	Тестирование коллоквиум решение задач
4. Потенциометрия, хронопотенциометрия. Электрохимические методы концентрирования и разделения.	16	6	6	-	4	Тестирование коллоквиум, решение задач
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Теоретические основы электрохимических методов анализа

Тема 1. Введение. Методы электроаналитической химии.

Роль электрохимических методов в аналитической химии, их сравнительная оценка с другими инструментальными методами анализа, преимущества и ограничения.

Классификация и номенклатура электрохимических методов анализа в соответствии с рекомендациями Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).

Понятие о методах, в которых не должны приниматься во внимание ни двойной электрический слой, ни какие-либо электродные реакции; о методах, связанных с явлениями в двойном электрическом слое, но для которых не должны приниматься во внимание никакие электродные реакции, и о методах, связанных с электродными реакциями.

Рекомендации ИЮПАК по записи принятых обозначений и графическому представлению электрохимических данных.

### **Ионы в растворе. Электропроводность электролитов.**

Основные положения теории электропроводности. Скорости движения и подвижности ионов. Аномальная подвижность ионов гидроксония и гидроксила. Числа переноса.

Свободная энергия, активность и коэффициент активности электролита. Коэффициент активности отдельных ионов.

Тема 2. Основы электрохимической термодинамики.

Граница раздела электрод-электролит и основы электрохимической термодинамики.

Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока. Концентрационные изменения вблизи электрода при прохождении тока.

Двойной электрический слой на границе раздела металл-раствор. Электрокапиллярная кривая. Потенциал нулевого заряда.

Адсорбционные и фазовые слои на электродах. Изотермы адсорбции (Гиббса, Ленгмюра, Фрумкина, Темкина). Плотный и диффузный двойной электрический слой.

Диффузионные потенциалы, в том числе на пористых диафрагмах. Влияние гидродинамических условий на величину предельного диффузионного тока.

Химический и электрохимический потенциалы. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартные и формальные потенциалы. Стационарный (смешанный) потенциал электрода. Обратимые электроды.

Химические и концентрационные цепи. Цепи без переноса и с переносом. Диффузионные потенциалы, в том числе на пористых диафрагмах. Диффузионная и концентрационная поляризация.

Мембранные потенциалы. Потенциалы жидкостного соединения.

### **Тема 3. Основы электрохимической кинетики**

Скорость электрохимической реакции. Понятие стадии, лимитирующей скорости процесса. Ток обмена. Уравнение Тафеля и Фрумкина. Механизм электродных реакций. Коэффициент переноса, стехиометрическое число.

Многостадийные электродные реакции. Импеданс реакции. Влияние поверхностно-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

активных веществ на электродные реакции.

Поляризация электродов. Перенапряжение. Активационная поляризация. Концентрационные изменения вблизи электрода при прохождении тока. Законы Фика. Диффузионная и концентрационная поляризация. Нестационарная и стационарная диффузия. Диффузионный слой. Диффузионный импеданс (импеданс Варбурга). Роль перемешивания в диффузионных процессах. Предельный диффузионный ток и его использование в различных электрохимических методах анализа. Влияние гидродинамических условий на величину предельного диффузионного тока.

#### **Тема 4. Аппаратура, способы получения и обработки аналитических сигналов**

Общие сведения об электронных блоках приборов: источники питания, усилители (в том числе операционные), преобразователи, вычислительные машины, регистрирующие приборы.

Принцип работы потенциостата, гальваностата, полярографа, кондуктометра, рН – метра, кулонометра.

Методы снятия поляризационных кривых (потенциостатический, потенциодинамический, гальваностатический, гальванодинамический) и способы их обработки.

Устройство и принцип работы потенциостата в потенциостатическом и гальваностатическом режимах.

Устройство и принцип работы полярографа. Источники питания, регистрирующие приборы, способы обработки полученных данных.

Устройство и принцип работы кондуктометра. Практическое применение метода кондуктометрии в анализе.

Устройство и принцип работы рН–метра. Подготовка прибора к работе.

Устройство и принцип работы кулонометра. Примеры кулонометров, используемых в анализе.

#### **Тема 5. Ячейки и электроды для электрохимических измерений**

Электроды, их конструкция и подготовка к работе. Плотность тока на электроде, площадь электрода.

Рабочие и индикаторные электроды. Материалы для изготовления электрода: ртуть, благородные металлы, углеродные материалы (стеклоуглерод, графит, углеситалл, графитовые пастовые с различными наполнителями).

Электродные капаящие, стационарные, вращающиеся дисковые и дисковые с кольцом, ленточные, трубчатые, планарные и др. Ультрамикроэлектроды и ультрамикроэлектродные ансамбли.

Способы подготовки рабочих и индикаторных электродов к измерениям: зачистка и шлифовка, обезжиривание, электрополировка и электрохимическая тренировка.

Модифицированные электроды и способы их получения. Химически модифицированные электроды. Рекомендации ИЮПАК по терминологии и классификации.

Электроды сравнения. Вспомогательные электроды и материалы для их приготовления.

Материалы для ячеек. Конструкции ячеек. Двухэлектродные ячейки. Трехэлектродные ячейки с разделенными и неразделенными электродными пространствами. Диафрагмы в ячейках и материалы для их изготовления.

### **Раздел 2 . Электрохимические методы анализа**

#### **Тема 1. Вольтамперометрия. Амперометрия, амперометрическое титрование и хроноамперометрия**

Емкостной ток. Миграционный ток. Диффузионный ток. Потенциал полуволны.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Факторы, влияющие на величину предельного диффузионного тока и на потенциал полу-волны (диффузия, кинетика переноса электрона, адсорбционные процессы и др.)

Вольтамперометрия на ртутном капающем электроде (полярография). Уравнение Ильковича. Полярографические максимумы 1, 2 и 3 рода и их роль в электроаналитических определениях.

Вольтамперометрия на твердых электродах. Преимущества и недостатки твердых электродов.

Вольтамперометрические методы с разными видами приложенного потенциала, напряжения или тока; методы с быстрой разверткой потенциала, импульсные методы, переменноточковые методы.

Преимущества и недостатки вольтамперометрии. Использование метода на практике.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

Определение концентрации вещества по величине тока при заданном потенциале в условиях стационарной диффузии. Использование поляризационных кривых для нахождения оптимальных условий определения. Использование метода для автоматического анализа. Амперометрические сенсоры. Амперометрические сенсоры с модифицированными электродами. Амперометрические датчики в хроматографии и других методах.

Амперометрическое титрование с одним или двумя индикаторными электродами. Постоянноточковые и переменноточковые методы. Методы титрования, основанные на реакциях осаждения, комплексообразования, на окислительно-восстановительных реакциях. Виды кривых титрования и способы нахождения конечных точек титрования.

Хроноамперометрическое определение с использованием кривых ток-время в условиях нестационарной диффузии. Уравнение Котрелла.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

### **Инверсионные электрохимические методы**

Методы, основанные на катодном или анодном электрохимическом растворении после предварительного концентрирования определяемого вещества (электрохимического, химического или адсорбционного)

Формы кривых для нахождения величины аналитического сигнала вещества сконцентрированного на электроде.

Анодная, катодная инверсионная вольтамперометрия. Зависимость максимального тока растворения и потенциала максимума тока от различных факторов в инверсионной-вольтамперометрии с жидкими стационарными электродами и с твердыми неподвижными и вращающимися электродами.

Адсорбционная инверсионная вольтамперометрия – применение на практике. Инверсионная хроноамперометрия – перспективы использования.

Инверсионная хронопотенциометрия – перспективы использования.

Кулонометрический вариант инверсионных вольтамперометрических методов.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

### **Тема 2. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование**

Аппаратное оформление метода. Прямой кондуктометрический анализ. Кондуктометрические ячейки. Контроль состава сред в потоке. Кондуктометрические сенсоры с электропроводной пленкой. Кондуктометрическое титрование.

Высокочастотная кондуктометрия. Физические основы метода. Мостовая схема высокочастотного прибора. Емкостные и индуктивные ячейки, их электрические эквиваленты. Высокочастотное титрование в неводных средах и его преимущества перед титрованием в водных растворах.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### Тема 3. Кулонометрия

Основные положения кулонометрического анализа. Закон Фарадея. Выход по току при электродных реакциях. Способы измерения количества электричества. Условия, определяющие эффективность использования тока при электродных реакциях. Регулирование степени завершения электродных процессов. Классификация методов кулонометрии.

Кулонометрия при контролируемом потенциале. Выбор потенциала электролиза.

Кулонометрия при постоянной величине тока электролиза.

Кулонометрия при сканированном потенциале. Роль обратимости используемой электрохимической реакции и скорости сканирования потенциала, отношение площади поверхности рабочего электрода к объему анализируемого раствора.

Кулонометрическое титрование при постоянной величине тока электролиза. Внутренняя и внешняя генерация промежуточных реагентов. Кулонометрическое титрование электроактивных и неэлектроактивных веществ. Типы химических реакций, используемых в кулонометрическом титровании.

Кулонометрическое титрование при контролируемом потенциале.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

#### Электрогравиметрия

Принцип метода. Принципиальная схема установки. Преимущества и ограничения метода. Электрогравиметрия с контролируемым потенциалом. Электрогравиметрия при заданной величине тока. Внутренняя электрогравиметрия. Примеры практического определения одного или нескольких элементов. Электрография.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

**Тема 4. Потенциометрия, хронопотенциометрия.** Электрохимические методы концентрирования и разделения.

**Ионометрия.** Рекомендации ИЮПАК по номенклатуре и классификации ионоселективных электродов.

Теоретические основы потенциометрического метода анализа. Зависимость потенциала электрода от активности ионов в растворе. Уравнение Нернста. Потенциометрия и сенсоры. Биосенсоры. Твердо-электролитные потенциометрические сенсоры.

#### Коэффициент селективности

Теория стеклянного электрода Б.П.Никольского. Условность шкалы рН. Использование стеклянного электрода для определения рН водных растворов и концентрации ионов металлов.

Потенциометрическое титрование. Виды кривых титрования. Способы нахождения конечных точек титрования и точек перегиба кривых. Потенциометрическое титрование при наложении внешнего тока. Преимущества метода для необратимых реакций. Титрование с одним и двумя поляризованными электродами.

**Хронопотенциометрия.** Вид кривой потенциал-время. Аналитический сигнал.

Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

**Электрохимические методы разделения и концентрирования. Разделение элементов электролизом**

Электровыделение. Электровыделение с контролируемым потенциалом или током. Электровыделение на ртутном катоде. Возможности и ограничения метода. Способы улучшения электровыделения (введение комплексообразователей, изменение рН среды и др.) Специфика разделения следовых количеств.

Электрохимические способы получения нужной валентной формы и методы, их использующие: спектроэлектрохимия, измерение радиоактивности и др.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен учебной программой.

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Раздел 1. Теоретические основы электрохимических методов анализа

Тема 2. Основы электрохимической термодинамики.

**Лабораторная работа №1. Исследование ионных равновесий в растворах кислот**

**Цель работы:**

- 1) Определить зависимость рН раствора кислоты от ее аналитической концентрации.
- 2) Сопоставить экспериментально полученное значение рН с расчетным значением.

Приборы и материалы

Измерительные приборы: рН-метр рН-150, цифровой вольтметр Щ-300. Электроды: стеклянный, платиновый, хлорсеребряный, магнитная мешалка; бюретка 50 мл. Растворы: буферные для калибрования рН-метра (согласно инструкции по использованию рН-метра); буферный с рН 3,56 (для калибрования хингидронного электрода); КСl насыщенный; NaOH 0,1N.; исходные: HCl – 1 M; CH<sub>3</sub>COOH – 1M; хингидрон.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

**Вопросы к теме:**

- 1) Граница раздела электрод-электролит и основы электрохимической термодинамики.
- 2) Двойной электрический слой на границе раздела металл-раствор.
- 3) Электрокапиллярная кривая. Потенциал нулевого заряда.
- 4) Адсорбционные и фазовые слои на электродах.
- 5) Изотермы адсорбции (Гиббса, Ленгмюра, Фрумкина, Темкина).
- 6) Плотный и диффузный двойной электрический слой.
- 7) Как рассчитывается рН растворов сильных и слабых электролитов (кислот и оснований)?

**Лабораторная работа №2. Исследование ионных равновесий при гидролизе**

**Цель работы:**

- 1) Определить рН растворов солей слабых кислот и оснований.
- 2) Изучить влияние на величину рН раствора значений константы диссоциации кислоты или основания, образующихся при гидролизе, а также концентрации соли.
- 3) Сопоставить опытные и расчетные данные.

Приборы и материалы

Измерительные приборы: рН-метр, цифровой вольтметр Щ-300. Электроды: стеклянный, платиновый, хлорсеребряный. Растворы: буферные для калибрования рН-метра (согласно инструкции по использованию рН-метра); буферный с рН 3,56 (для калибрования хингидронного электрода); КСl насыщенный; исходные (C=1моль/л): NH<sub>4</sub>Cl; ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; CH<sub>3</sub>COONa; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O; хингидрон.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

**Вопросы к теме:**

- 1) Химический и электрохимический потенциалы.
- 2) Электродные потенциалы. Уравнение Нернста.
- 3) Стандартные и формальные потенциалы.
- 4) Стационарный (смешанный) потенциал электрода.
- 5) Обратимые электроды.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

б) Как рассчитывается рН растворов солей в зависимости от их природы?

Термодинамика обратимых электродных процессов

Лабораторная работа № 3. Определение термодинамических характеристик химической реакции методом измерения ЭДС обратимого гальванического элемента.

**Цель работы:**

Определить  $\Delta G$ ,  $\Delta S$  и  $\Delta H$  для реакции, протекающей в обратимом гальваническом элементе в заданных условиях.

Приборы и материалы

Цифровой вольтметр Щ-300; термостат; модели гальванических элементов.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

**Вопросы к теме:**

- 1) Химические и концентрационные цепи.
- 2) Цепи без переноса и с переносом.
- 3) Диффузионные потенциалы, в том числе на пористых диафрагмах.
- 4) Мембранные потенциалы.
- 5) Потенциалы жидкостного соединения.
- 6) В чем преимущество измерения термодинамических характеристик методом определения ЭДС по сравнению с калориметрическим методом?

**Тема 3. Основы электрохимической кинетики. Кинетика электродных процессов.**

**Лабораторная работа № 4. Исследование электрохимической кинетики**

**Цель работы:**

- 1) Исследовать зависимость электрохимического перенапряжения от плотности тока при выделении водорода.
- 2) Определить кинетические параметры процесса – коэффициент переноса  $\alpha$  и плотность тока обмена.

Приборы и материалы

Потенциостат ПИ-50-1 в комплекте с программатором ПР-8 или гальваностат; многопредельный миллиамперметр; цифровой вольтметр Щ-300; электрохимическая ячейка (Н-образный «двойной» сосуд). Электроды: рабочий точечный (Zn; Pb; Cu и т.д.), платиновый в виде пластинки или проволоки, хлорсеребряный насыщенный. Растворы: серная кислота 1М; насыщенный раствор KCl.

**Вопросы к теме:**

- 1) Скорость электрохимической реакции. Понятие стадии, лимитирующей скорости процесса.
- 2) Ток обмена. Уравнение Тафеля и Фрумкина. Механизм электродных реакций.
- 3) Коэффициент переноса, стехиометрическое число.
- 4) Многостадийные электродные реакции. Импеданс реакции. Влияние поверхностно-активных веществ на электродные реакции.
- 5) Поляризация электродов. Перенапряжение. Активационная поляризация.
- 6) Концентрационные изменения вблизи электрода при прохождении тока. Законы Фика.
- 7) Диффузионная и концентрационная поляризация. Нестационарная и стационарная диффузия.
- 8) Диффузионный слой. Диффузионный импеданс (импеданс Варбурга). Роль перемешивания в диффузионных процессах.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- 9) Предельный диффузионный ток и его использование в различных электрохимических методах анализа.
- 10) Влияние гидродинамических условий на величину предельного диффузионного тока.

### **Тема 6. Ячейки и электроды для электрохимических измерений**

#### **Лабораторная работа № 5. Изготовление хлорсеребряного электрода и потенциометрическое определение произведения растворимости хлорида серебра**

##### **Цель работы:**

- 1) Изготовить хлорсеребряный электрод.
- 2) Определить произведение растворимости  $\text{AgCl}$ .

##### **Приборы и материалы**

Источник постоянного тока В-24, цифровой вольтметр Щ-300. Электроды: серебряный – 2шт., платиновый. Растворы:  $\text{HCl}$  – 0,2моль/л;  $\text{AgNO}_3$  – 0,1моль/л;  $\text{KCl}$  – 1,0моль/л;  $\text{KCl}$  насыщенный.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Электроды, их конструкция и подготовка к работе.
- 2) Плотность тока на электроде, площадь электрода.
- 3) Рабочие и индикаторные электроды. Материалы для изготовления электрода: ртуть, благородные металлы, углеродные материалы (стеклоуглерод, графит, углеситалл, графитовые пастовые с различными наполнителями).
- 4) Электродные капающие, стационарные, вращающиеся дисковые и дисковые с кольцом, ленточные, трубчатые, планарные и др.
- 5) Ультрамикроэлектроды и ультрамикроэлектродные ансамбли.
- 6) Способы подготовки рабочих и индикаторных электродов к измерениям: зачистка и шлифовка, обезжиривание, электрополировка и электрохимическая тренировка.
- 7) Модифицированные электроды и способы их получения. Химически модифицированные электроды. Рекомендации ИЮПАК по терминологии и классификации.
- 8) Электроды сравнения. Вспомогательные электроды и материалы для их приготовления.
- 9) Материалы для ячеек. Конструкции ячеек. Двухэлектродные ячейки. Трехэлектродные ячейки с разделенными и неразделенными электродными пространствами. Диафрагмы в ячейках и материалы для их изготовления.

### **Раздел 2. Электрохимические методы анализа.**

#### **Тема 7. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование**

Лабораторная работа № 6. Определение температурного коэффициента и удельной электропроводности раствора электролита.

##### **Цель работы:**

- 1) Установить зависимость удельной электропроводности раствора сильного электролита от температуры.
- 2) Определить температурный коэффициент электропроводности.

##### **Приборы и материалы**

Прибор для измерения электрического сопротивления раствора, ячейка для измерения сопротивления, термостат, платиновые электроды, термометры, мерные колбы на 100 мл, пипетки, растворы  $\text{KCl}$  с концентрациями 0,1 М и 0,02 М.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

**Вопросы к теме:**

- 3) Аппаратное оформление метода.
- 4) Прямой кондуктометрический анализ.
- 5) Кондуктометрические ячейки.
- 6) Контроль состава сред в потоке.
- 7) Кондуктометрические сенсоры с электропроводной пленкой.
- 8) Кондуктометрическое титрование.

**Лабораторная работа № 7. Определение удельной электрической проводимости воды**

**Цель работы:**

- 1) Определить удельную электропроводность воды.
- 2) Оценить влияние кипячения на удельную электропроводность.

**Приборы и материалы**

Прибор для измерения электрического сопротивления раствора, ячейка для измерения сопротивления, термостат, платиновые электроды, термометры, мерные колбы на 100 мл, пипетки, растворы KCl с концентрацией 0,02 М.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

**Вопросы к теме:**

- 1) Высокочастотная кондуктометрия.
- 2) Физические основы метода. Мостовая схема высокочастотного прибора.
- 3) Емкостные и индуктивные ячейки, их электрические эквиваленты.
- 4) Высокочастотное титрование в неводных средах и его преимущества перед титрованием в водных растворах.
- 5) Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

**Тема 8. Кулонометрия**

**Лабораторная работа № 8. Сравнение показаний кулонометров**

**Цель работы:**

Определить погрешность в показаниях кулонометров по сравнению с показаниями кулонометра, принятого за эталон.

**Приборы и материалы:**

Кулонометры в сборе – медный, газовый, йодный; выпрямитель В-24; миллиамперметр многопредельный; реостат на 200 Ом;

Растворы: йодид калия 10%; раствор для медного кулонометра (сульфат меди – 150г/л; серная кислота – 50 г/л; этиловый спирт – 50 мл/л); сульфат натрия 0,5 М; гидроксид натрия 10 %; титрованный раствор тиосульфата натрия 0,1 Н; водный раствор крахмала.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

**Вопросы к теме:**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- 1) Основные положения кулонометрического анализа. Закон Фарадея.
- 2) Выход по току при электродных реакциях. Способы измерения количества электричества.
- 3) Условия, определяющие эффективность использования тока при электродных реакциях. Регулирование степени завершения электродных процессов.
- 4) Классификация методов кулонометрии.
- 5) Кулонометрия при контролируемом потенциале. Выбор потенциала электролиза.
- 6) Кулонометрия при постоянной величине тока электролиза.
- 7) Кулонометрическое титрование при постоянной величине тока электролиза. Внутренняя и внешняя генерация промежуточных реагентов.
- 8) Кулонометрическое титрование электроактивных и неэлектроактивных веществ.
- 9) Типы химических реакций, используемых в кулонометрическом титровании.
- 10) Кулонометрическое титрование при контролируемом потенциале.
- 11) Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.

### **Тема 9. Потенциометрия, хронопотенциометрия.**

#### **Лабораторная работа № 9. Определение стандартного окислительно-восстановительного потенциала**

##### **Цель работы:**

Определить стандартный окислительно-восстановительный потенциал системы  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$  при заданных условиях.

##### **Приборы и материалы**

Цифровой вольтметр Щ-300; электроды: платиновый, хлорсеребряный насыщенный.

Растворы: подкисленные соляной кислотой  $FeCl_3$  и  $FeCl_2$ . Концентрация растворов должна быть одинаковой, равной 0,05 или 0,02 моль/л. Соли железа растворяют в 0,01 М растворе HCl. Насыщенный раствор KCl.

**Порядок выполнения работы приводится в приложении к рабочей программе.**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Ионметрия – основы метода.
- 2) Рекомендации ИЮПАК по номенклатуре и классификации ионоселективных электродов.
- 3) Теоретические основы потенциометрического метода анализа.
- 4) Зависимость потенциала электрода от активности ионов в растворе. Уравнение Нернста.
- 5) Потенциометрия и сенсоры. Биосенсоры. Твердо-электролитные потенциометрические сенсоры.
- 6) Теория стеклянного электрода Б.П. Никольского. Условность шкалы pH.
- 7) Использование стеклянного электрода для определения pH водных растворов и концентрации ионов металлов.
- 8) Потенциометрическое титрование.
- 9) Виды кривых титрования. Способы нахождения конечных точек титрования и точек перегиба кривых.
- 10) Потенциометрическое титрование при наложении внешнего тока. Преимущества метода для необратимых реакций.
- 11) Титрование с одним и двумя поляризованными электродами.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ

1. Роль электрохимических методов в аналитической химии, их сравнительная оценка с другими инструментальными методами анализа, преимущества и ограничения.
2. Классификация и номенклатура электрохимических методов анализа в соответствии с рекомендациями Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).
3. Методы анализа, в которых не должны приниматься во внимание ни двойной электрический слой, ни какие-либо электродные реакции.
4. Методы анализа, связанные с явлениями в двойном электрическом слое, но для которых не должны приниматься во внимание никакие электродные реакции.
5. Методы анализа, связанные с электродными реакциями.
6. Рекомендации ИЮПАК по записи принятых обозначений и графическому представлению электрохимических данных.
7. Основные положения теории электропроводности. Скорости движения и подвижности ионов. Аномальная подвижность ионов гидроксония и гидроксила. Числа переноса.
8. Свободная энергия, активность и коэффициент активности электролита. Коэффициент активности отдельных ионов.
9. Граница раздела электрод-электролит и основы электрохимической термодинамики.
10. Двойной электрический слой на границе раздела металл-раствор. Электрокапиллярная кривая. Потенциал нулевого заряда.
11. Адсорбционные и фазовые слои на электродах. Изотермы адсорбции (Гиббса, Ленгмюра, Фрумкина, Темкина). Плотный и диффузный двойной электрический слой.
12. Химический и электрохимический потенциалы. Электродные потенциалы.
13. Уравнение Нернста. Стандартные и формальные потенциалы.
14. Стационарный (смешанный) потенциал электрода.
15. Обратимые электроды.
16. Химические и концентрационные цепи. Цепи без переноса и с переносом.
17. Диффузионные потенциалы, в том числе на пористых диафрагмах.
18. Мембранные потенциалы. Потенциалы жидкостного соединения.
19. Скорость электрохимической реакции. Понятие стадии, лимитирующей скорости процесса. Ток обмена.
20. Уравнение Тафеля и Фрумкина. Механизм электродных реакций. Коэффициент переноса, стехиометрическое число.
21. Многостадийные электродные реакции. Импеданс реакции. Влияние поверхностно-активных веществ на электродные реакции.
22. Поляризация электродов. Перенапряжение. Активационная поляризация.
23. Концентрационные изменения вблизи электрода при прохождении тока.
24. Законы Фика. Диффузионная и концентрационная поляризация.
25. Нестационарная и стационарная диффузия. Диффузионный слой. Диффузионный импеданс (импеданс Варбурга). Роль перемешивания в диффузионных процессах.
26. Предельный диффузионный ток и его использование в различных электрохимических методах анализа.
27. Влияние гидродинамических условий на величину предельного диффузионного тока.
28. Общие сведения об электронных блоках приборов: источники питания, усилители (в том числе операционные), преобразователи, вычислительные машины, регистрирующие приборы.
29. Принцип работы потенциостата, гальваностата, полярографа, кондуктометра, рН – метра, кулонометра.
30. Методы снятия поляризационных кривых (потенциостатический, потенциодинамиче-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- ский, гальваностатический, гальванодинамический) и способы их обработки.
31. Электроды, их конструкция и подготовка к работе. Плотность тока на электроде, площадь электрода.
  32. Рабочие и индикаторные электроды.
  33. Материалы для изготовления электрода: ртуть, благородные металлы, углеродные материалы (стеклоуглерод, графит, углеситалл, графитовые пастовые с различными наполнителями).
  34. Электродные капаяющие, стационарные, вращающиеся дисковые и дисковые с кольцом, ленточные, трубчатые, планарные и др.
  35. Ультрамикроэлектроды и ультрамикроэлектродные ансамбли.
  36. Способы подготовки рабочих и индикаторных электродов к измерениям: зачистка и шлифовка, обезжиривание, электрополировка и электрохимическая тренировка.
  37. Модифицированные электроды и способы их получения. Химически модифицированные электроды. Рекомендации ИЮПАК по терминологии и классификации.
  38. Электроды сравнения. Вспомогательные электроды и материалы для их приготовления.
  39. Материалы для ячеек. Конструкции ячеек. Двухэлектродные ячейки.
  40. Трехэлектродные ячейки с разделенными и неразделенными электродными пространствами. Диафрагмы в ячейках и материалы для их изготовления.
  41. Емкостной ток. Миграционный ток. Диффузионный ток. Потенциал полуволны.
  42. Факторы, влияющие на величину предельного диффузионного тока и на потенциал полуволны (диффузия, кинетика переноса электрона, адсорбционные процессы и др.)
  43. Вольтамперометрия на ртутном капаяющем электроде (полярография). Уравнение Ильковича.
  44. Полярографические максимумы 1, 2 и 3 рода и их роль в электроаналитическом определении.
  45. Вольтамперометрия на твердых электродах. Преимущества и недостатки твердых электродов.
  46. Вольтамперометрические методы с разными видами приложенного потенциала, напряжения или тока; методы с быстрой разверткой потенциала, импульсные методы, переменноточковые методы.
  47. Диапазон определяемых содержаний в вольтамперометрии, метрологические характеристики методов.
  48. Определение концентрации вещества по величине тока при заданном потенциале в условиях стационарной диффузии.
  49. Использование поляризационных кривых для нахождения оптимальных условий определения. Использование метода для автоматического анализа.
  50. Амперометрические сенсоры. Амперометрические сенсоры с модифицированными электродами. Амперометрические датчики в хроматографии и других методах.
  51. Амперометрическое титрование с одним или двумя индикаторными электродами.
  52. Постоянноточковые и переменноточковые методы.
  53. Методы титрования, основанные на реакциях осаждения, комплексообразования, на окислительно-восстановительных реакциях.
  54. Виды кривых титрования и способы нахождения конечных точек титрования.
  55. Хроноамперометрическое определение с использованием кривых ток-время в условиях нестационарной диффузии. Уравнение Котрелла.
  56. Диапазон определяемых содержаний в амперометрическом титровании, метрологические характеристики методов.
  57. Методы, основанные на катодном или анодном электрохимическом растворении после предварительного концентрирования определяемого вещества (электрохимического,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- химического или адсорбционного).
58. Формы кривых для нахождения величины аналитического сигнала вещества сконцентрированного на электроде.
  59. Анодная, катодная инверсионная вольтамперометрия.
  60. Зависимость максимального тока растворения и потенциала максимума тока от различных факторов в инверсионной вольтамперометрии с жидкими стационарными электродами и с твердыми неподвижными и вращающимися электродами.
  61. Адсорбционная инверсионная вольтамперометрия.
  62. Инверсионная хроноамперометрия.
  63. Инверсионная хронопотенциометрия.
  64. Кулонометрический вариант инверсионных вольтамперометрических методов.
  65. Диапазон определяемых содержаний, метрологические характеристики методов.
  66. Аппаратное оформление метода кондуктометрии.
  67. Прямой кондуктометрический анализ.
  68. Кондуктометрические ячейки. Контроль состава сред в потоке.
  69. Кондуктометрические сенсоры с электропроводной пленкой.
  70. Кондуктометрическое титрование.
  71. Высокочастотная кондуктометрия. Физические основы метода.
  72. Мостовая схема высокочастотного прибора.
  73. Емкостные и индуктивные ячейки, их электрические эквиваленты.
  74. Высокочастотное титрование в неводных средах и его преимущества перед титрованием в водных растворах.
  75. Диапазон определяемых содержаний в кондуктометрии, метрологические характеристики методов.
  76. Основные положения кулонометрического анализа. Закон Фарадея.
  77. Выход по току при электродных реакциях. Способы измерения количества электричества.
  78. Условия, определяющие эффективность использования тока при электродных реакциях. Регулирование степени завершения электродных процессов.
  79. Классификация методов кулонометрии.
  80. Кулонометрия при контролируемом потенциале. Выбор потенциала электролиза.
  81. Кулонометрия при постоянной величине тока электролиза.
  82. Кулонометрия при сканированном потенциале.
  83. Роль обратимости используемой электрохимической реакции и скорости сканирования потенциала, отношение площади поверхности рабочего электрода к объему анализируемого раствора.
  84. Кулонометрическое титрование при постоянной величине тока электролиза. Внутренняя и внешняя генерация промежуточных реагентов.
  85. Кулонометрическое титрование электроактивных и неэлектроактивных веществ.
  86. Типы химических реакций, используемых в кулонометрическом титровании.
  87. Кулонометрическое титрование при контролируемом потенциале.
  88. Диапазон определяемых содержаний кулонометрических методов анализа, метрологические характеристики методов.
  89. Электрогравиметрия. Принцип метода. Принципиальная схема установки. Преимущества и ограничения метода.
  90. Электрогравиметрия с контролируемым потенциалом.
  91. Электрогравиметрия при заданной величине тока.
  92. Внутренняя электрогравиметрия.
  93. Примеры практического определения одного или нескольких элементов электрогравиметрии.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

94. Электрография.
95. Диапазон определяемых содержаний в электрогравиметрии, метрологические характеристики методов.
96. Ионметрия. Рекомендации ИЮПАК по номенклатуре и классификации ионоселективных электродов.
97. Теоретические основы потенциометрического метода анализа.
98. Зависимость потенциала электрода от активности ионов в растворе. Уравнение Нернста.
99. Потенциометрия и сенсоры. Биосенсоры. Твердо-электролитные потенциометрические сенсоры.
100. Теория стеклянного электрода Б.П. Никольского. Условность шкалы рН.
101. Использование стеклянного электрода для определения рН водных растворов и концентрации ионов металлов.
102. Потенциометрическое титрование. Виды кривых титрования. Способы нахождения конечных точек титрования и точек перегиба кривых.
103. Потенциометрическое титрование при наложении внешнего тока. Преимущества метода для необратимых реакций. Титрование с одним и двумя поляризованными электродами.
104. Хронопотенциометрия. Вид кривой потенциал-время. Аналитический сигнал.
105. Диапазон определяемых содержаний потенциометрических методов, метрологические характеристики методов.
106. Электролиз или электровыделение – основы метода.
107. Электровыделение с контролируемым потенциалом или током.
108. Электровыделение на ртутном катоде. Возможности и ограничения метода.
109. Способы улучшения электровыделения (введение комплексообразователей, изменение рН среды и др.) Специфика разделения следовых количеств.
110. Электрохимические способы получения нужной валентной формы и методы, их использующие: спектроэлектрохимия, измерение радиоактивности и др.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
Раздел 1. Теоретические основы электрохимических методов анализа <i>Тема 2. Основы электрохимической термодинамики.</i> <i>Тема 3. Основы электрохимической кинетики</i> <b>Тема 4.</b> Аппаратура, способы получения и обработки аналитических сигналов. <b>Тема 5.</b> Ячейки и электроды для электрохимических измерений	Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и зачёту. Расчёты по результатам эксперимента, подготовка к защите лабораторных работ. Решение задач по изучаемым темам	2  2 2 2	тестирование коллоквиум, проверка решения задач

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

<b>Раздел 2.</b> Электрохимические методы анализа <b>Тема 1.</b> Вольтамперометрия, амперометрическое титрование и хроноамперометрия. <b>Тема 2.</b> Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование <b>Тема 3.</b> Кулонометрия <b>Тема 4.</b> Потенциометрия, хронопотенциометрия. Электрохимические методы концентрирования и разделения.	Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и зачёту. Расчёты по результатам эксперимента, подготовка к защите лабораторных работ. Решение задач по изучаемым темам.	2  2  2  4	тестирование коллоквиум, проверка решения задач

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:

1. Салогуб, Е. В. Химический анализ и экологический мониторинг : учебное пособие / Е. В. Салогуб, Н. С. Кузнецова, Т. В. Иванова. — Чита : ЗабГУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-9293-2616-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173686>
2. Зорькина, О. В. Введение в электрохимические методы анализа : учебное пособие / О. В. Зорькина. — Пенза : ПГУ, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-907102-77-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162287>

#### дополнительная:

1. Пикула, Н. П. Метрологическое обеспечение и контроль качества химического анализа : учебное пособие / Н. П. Пикула, А. А. Бакибаев, Г. Б. Слепченко. — Томск : ТПУ, 2012. — 216 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45152>
2. Басов, В. Н. Аналитика. Электрохимические методы анализа : учебно-методическое пособие / В. Н. Басов, А. В. Басов. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 79 с. — ISBN 978-5-398-01508-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160931>

#### учебно-методическая:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1. Брынских Г. Т. Введение в электроаналитическую химию: руководство для лабораторно-практических работ для студентов 2 курса экологического факультета по направлению подготовки бакалавриата 040301 «Химия» очная форма обучения / Г. Т. Брынских, Л. А. Михеева; УлГУ, ИМЭиФК. - Ульяновск : УлГУ, 2020. - Загл. с экрана. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 650 КБ). - <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6702>

Согласовано:

Начальник отдела НБ УлГУ / Окунева И.А. /  16.05.2022  
 Должность сотрудника научной библиотеки                      ФИО                      Подпись

б) программное обеспечение

1. Microsoft Office
2. ОС Windows Professional
3. Антиплагиат ВУЗ

*Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

: электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

**3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2022]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase : научно-информационная база данных EBSCO** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

**6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) : федеральный портал . – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. [Российское образование](http://www.edu.ru) : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотечная система УлГУ: модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Зам. начальника УИТиТ / Ключкова А.В. /  16.05.2022 г.  
Должность сотрудника УИТиТ ФИО подпись дата

**12 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

Учебная аудитория 225 для проведения лекций, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (с набором демонстрационного оборудования для обеспечения тематических иллюстраций в соответствии с рабочей программой дисциплины). Помещение укомплектовано специализированной мебелью на 24 посадочных мест и техническими средствами: экран настенный, доска аудиторная. Рабочее место преподавателя, WI-FI, интернет. Площадь 42,93 кв.м.

Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов 230 с доступом к ЭБС. для самостоятельной работы студентов, Wi-Fi с доступом к ЭИОС, ЭБС. Компьютерный класс укомплектованный специализированной мебелью на 32 посадочных мест и техническими средствами обучения (16 персональных компьютеров) с доступом к сети

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

«Интернет», ЭИОС, ЭБС. Площадь 93,51 кв.м.

Читальный зал научной библиотеки (аудитория 237) с зоной для самостоятельной работы, Wi-Fi с доступом к ЭИОС, ЭБС. Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 80 посадочных мест и оснащена компьютерной техникой с доступом к сети «Интернет», ЭИОС, ЭБС, экраном и проектором. Площадь 220,39 кв.м.

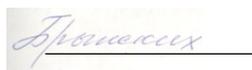
### **13 СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



доцент Брынских Г.Т.

16.05.22