

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Импедансная спектроскопия: теория и применение

Код модуля
1143578(1)

Модуль
Транспортные процессы в твердых телах

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|---|------------------|--|
| 1 | Буянова Елена Станиславовна | кандидат химических наук, доцент | Доцент | аналитической химии и химии окружающей среды |
| 2 | Емельянова Юлия Валерьевна | кандидат химических наук, без ученого звания | Доцент | аналитической химии и химии окружающей среды |
| 3 | Михайловская Зоя Алексеевна | кандидат химических наук, без ученого звания | Доцент | Школа бакалавриата |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Буянова Елена Станиславовна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды
- Емельянова Юлия Валерьевна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды
- Михайловская Зоя Алексеевна, Доцент, Школа бакалавриата

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Импедансная спектроскопия: теория и применение

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 3 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 4 |
| | | Домашняя работа | 3 |
| | | Расчетная работа | 2 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Импедансная спектроскопия: теория и применение

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-2 -Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты | Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, | Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Экзамен |

| | | |
|--|---|---|
| | выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований | |
| ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области | Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов | Контрольная работа № 4 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Экзамен |
| ПК-1 -Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия материальных и временных ресурсов У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий | Домашняя работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа №1 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |
| ПК-2 -Способен проводить патентно-информационные исследования в | З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, | Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Контрольная работа №1 |

| | | |
|---|---|--|
| <p>выбранной области химии и/или смежных наук</p> | <p>используемые для поиска химической, в том числе патентной информации У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных наук</p> | <p>Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p> |
| <p>ПК-3 -Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p> | <p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> | <p>Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Экзамен</p> |
| <p>ПК-4 -Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> | <p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> | <p>Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа №1 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР | |
|--|---|--|

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>контрольная работа №1</i> | 3,4 | 25 |
| <i>контрольная работа №2</i> | 3,8 | 25 |
| <i>контрольная работа №3</i> | 3,12 | 25 |
| <i>контрольная работа №4</i> | 3,15 | 25 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>домашняя работа №1</i> | 3,3 | 14 |
| <i>домашняя работа №2</i> | 3,9 | 20 |
| <i>домашняя работа №3</i> | 3,12 | 30 |
| <i>расчетная работа №1</i> | 3,15 | 12 |
| <i>расчетная работа №2</i> | 3,15 | 24 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, | Максимальная оценка в баллах |

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| | учебная неделя | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|---------------------|---|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |

| | |
|-------------------|--|
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|--|--|--|------------|------------------------------------|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные понятия. Электропроводность: базовая информация. Методы измерения проводимости твердых электролитов. Обратимость электродов. Токовые методы.
2. Понятие импеданса и способы его представления.
3. Применение метода спектроскопии электрохимического импеданса. Моделирование электрохимического импеданса. Основные принципы моделирования электрохимического импеданса.

Примерные задания

Изобразите схематично температурные зависимости электропроводности или сопротивления металлов, полупроводников, ионного проводника

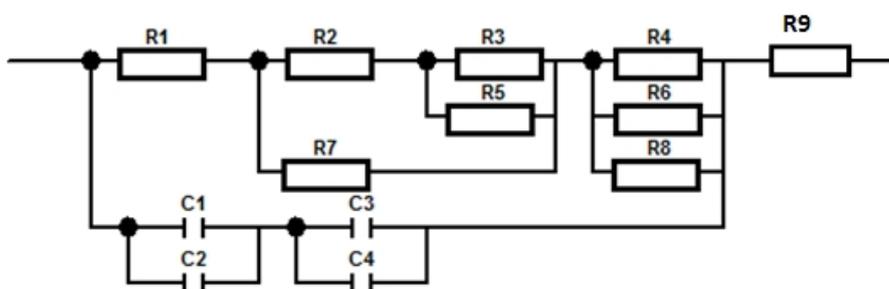
Приведите примеры обратимых и необратимых электроды для кислородных ионов, протонных проводников, проводников по ионам серебра, натрия, лития.

Изобразите амплитудно-временную зависимость силы тока для постоянного тока, переменного тока, пульсирующего тока.

Основные линейные компоненты эквивалентных схем: сворачивание схем (см. изображение).

Импеданс простых элементов и схем. Метод комплексных чисел. Рассчитать импеданс заданных электрической схем методом комплексных чисел (см. изображение).

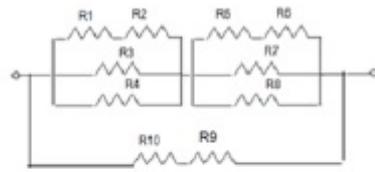
Упростить схему, записать уравнение импеданса в комплексном виде. Выделить мнимую и действительную составляющие, рассчитать значения Z , φ , Z' и Z'' при заданных частотах.



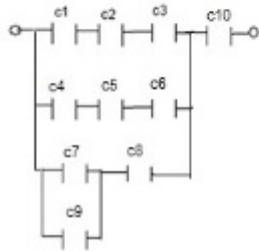
$R1=1\text{Ом}$, $R2=2\text{Ом}$, $R3=7\text{Ом}$, $R4=5\text{Ом}$, $R5=3\text{Ом}$, $R6=8\text{Ом}$, $R7=4\text{Ом}$, $R8=6\text{Ом}$, $R9=5\text{Ом}$

$C1=50\text{мкФ}$, $C2=60\text{мкФ}$, $C3=80\text{мкФ}$, $C4=10\text{мкФ}$, $\nu_1=0.1\text{ Гц}$, $\nu_2=1\text{ Гц}$, $\nu_3=1000\text{ Гц}$, $\nu_4=1000000\text{ Гц}$, $\nu_5=100000000\text{ Гц}$

Рассчитать общее сопротивление /ёмкость следующих электрических схем



1) $R_1=200 \text{ мОм}$; $R_2=11045 \text{ мкОм}$;
 $R_3=0,050 \text{ кОм}$; $R_4=40 \text{ Ом}$; $R_5=0,25 \text{ кОм}$;
 $R_6=197855 \text{ мкОм}$; $R_7=90675843 \text{ нОм}$; $R_8=28 \text{ Ом}$;
 $R_9=2 \text{ Ом}$; $R_{10}=0,000056 \text{ Мом}$.



2) $C_1=108 \text{ пФ}$; $C_2=4 \text{ нФ}$; $C_3=0,006 \text{ мкФ}$; $C_4=200 \text{ пФ}$; $C_5=5 \text{ нФ}$;
 $C_6=0,0014 \text{ мкФ}$; $C_7=130 \text{ пФ}$; $C_8=9 \text{ нФ}$; $C_9=0,0020 \text{ мкФ}$;
 $C_{10}=4 \text{ нФ}$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

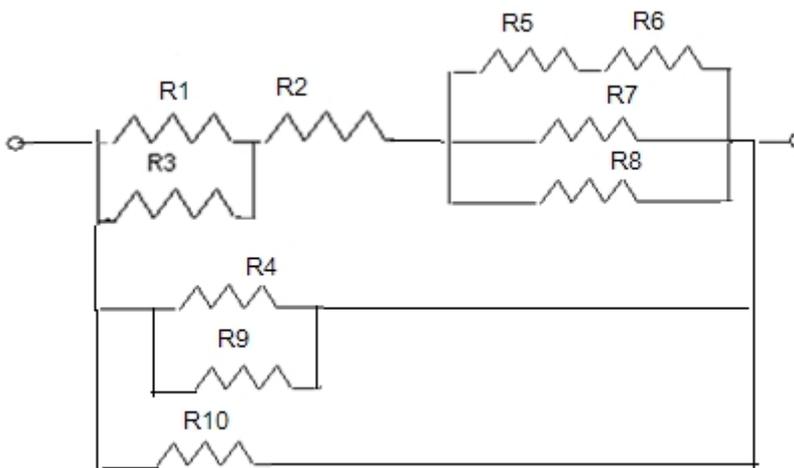
Базовый

5.2.1. Контрольная работа №1

Примерный перечень тем

1. Введение в импедансную спектроскопию. Основные понятия. Закон Ома и "сворачивание" линейных схем.

Примерные задания



Рассчитайте общее сопротивление следующей электрической схемы (см. изображение)

$R_1=1 \text{ Ом}$; $R_2=3 \text{ Ом}$; $R_3=10 \text{ Ом}$; $R_4=8 \text{ Ом}$; $R_5=2 \text{ Ом}$; $R_6=4 \text{ Ом}$; $R_7=6 \text{ Ом}$; $R_8=12 \text{ Ом}$;
 $R_9=14 \text{ Ом}$; $R_{10}=20 \text{ Ом}$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Классификация веществ по типу проводимости, числа переноса, область электролитичности и т.д. Понятие о смешанном электродном потенциале. Температурная зависимость электропроводности металлов, полупроводников, ионных и смешанных проводников, энергия активации проводимости. Особенности ионных проводников (история, классификация). Проводимость гетерогенных систем. Влияние границ и пористости.

Примерные задания

Дайте определения следующим понятиям:

Напряжение

Сила тока

Потенциал

ЭДС

Изобразите схему образования дефекта по Френкелю. Приведите пример подобного типа дефектообразования.

Экспериментальные параметры суперионного материала(0,5 балла)

Приведите примеры твердых электролитов, проводящих по ионам кислорода

Приведите примеры твердых электролитов, проводящих по ионам серебра

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

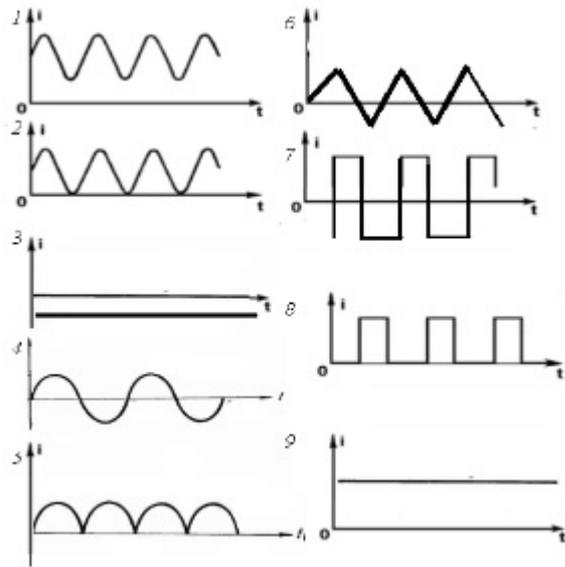
Примерный перечень тем

1. Основные понятия. Виды электрического тока. Числа переноса, область электролитичности.

2. Температурная зависимость электропроводности металлов, полупроводников, ионных и смешанных проводников, энергия активации проводимости. Проводимость гетерогенных систем.

3. Понятие импеданса и способы его представления. Применение метода спектроскопии. Импеданс простых элементов и схем. Метод векторных диаграмм.

Примерные задания



(см. изображение): какие из указанных токов представляют собой (указать номера)

-переменный:

-постоянный:

-гармонический:

-меандрический:

-пульсирующий:

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Импеданс простых элементов и схем.

2. Понятие импеданса и способы его представления. Эквивалентные электрические цепи.

3. Моделирование электрохимического импеданса. Основные компоненты эквивалентных схем. Основные структуры импедансных моделей. Некоторые структурные модели электрохимических систем. Метод комплексных чисел.

Примерные задания

Предположите какой элемент описывается следующим уравнением?

Выделите его мнимую и действительную часть

Нарисуйте эскиз его годографа импеданса в комплексных координатах

Вычислите значение Z' и Z'' при частоте в 10 Гц

а) $Z = 1/(0.00006\omega \cdot j)$

б) $Z = 0.00125/\sqrt{\omega} + 0.00125/(j \cdot \sqrt{\omega})$

в) $Z = 25$

г) $Z = \omega \cdot j \cdot 0.0000046$

Что такое элемент Варбурга и в каких случаях его применяют?

Нарисуйте эквивалентную схему для следующей системы "Сплошной полимерный диэлектрик с утечкой, токоподводами пренебречь". Поясните, какая компонента чему соответствует.

Нарисуйте эскиз годографа импеданса
LMS-платформа – не предусмотрена

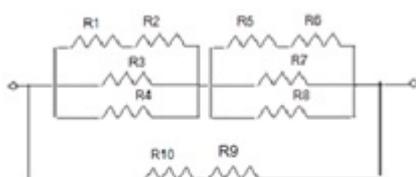
5.2.5. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

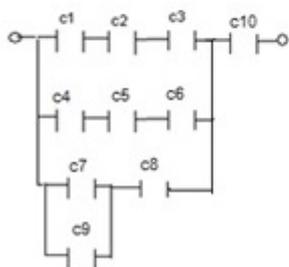
1. Эквивалентные электрические цепи.

Примерные задания

Рассчитать общее сопротивление /ёмкость следующих электрических схем



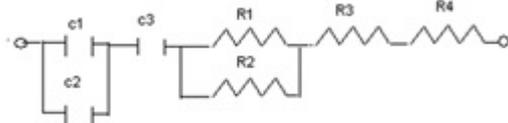
1) $R_1=200 \text{ мОм}$; $R_2=11045 \text{ мкОм}$;
 $R_3=0,050 \text{ кОм}$; $R_4=40 \text{ Ом}$; $R_5=0,25 \text{ кОм}$;
 $R_6=197855 \text{ мкОм}$; $R_7=90675843 \text{ нОм}$; $R_8=28 \text{ Ом}$; $R_9=2 \text{ Ом}$; $R_{10}=0,000056 \text{ Мом}$.



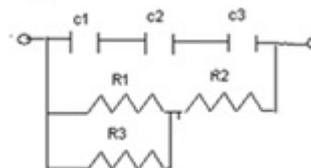
2) $C_1=108 \text{ пФ}$; $C_2=4 \text{ нФ}$; $C_3=0.006 \text{ мкФ}$; $C_4=200 \text{ пФ}$; $C_5=5 \text{ нФ}$;
 $C_6=0.0014 \text{ мкФ}$; $C_7=130 \text{ пФ}$; $C_8=9 \text{ нФ}$; $C_9=0.0020 \text{ мкФ}$;
 $C_{10}=4 \text{ нФ}$

Максимально свернуть предложенные схемы

а)



б)



$C_1=200 \text{ пФ}$; $C_2=7 \text{ нФ}$; $C_3=0.0014 \text{ мкФ}$; $R_1=20 \text{ Ом}$; $R_2=110 \text{ Ом}$; $R_3=50 \text{ Ом}$; $R_4=40 \text{ Ом}$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Домашняя работа № 2

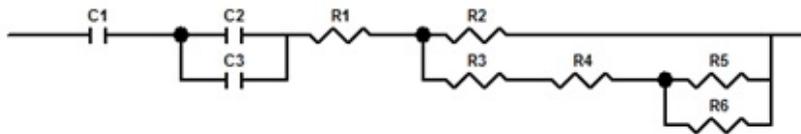
Примерный перечень тем

1. Импеданс простых элементов и схем. Метод векторных диаграмм.

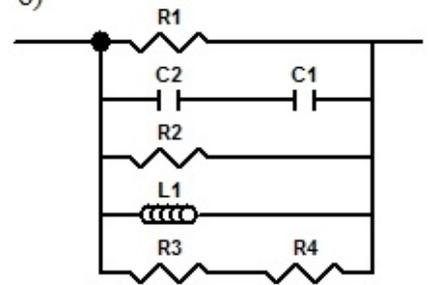
Примерные задания

Рассчитать импеданс следующих электрических схем

а)



б)



$C1=1\text{мкФ}$; $C2=4\text{ мкФ}$; $C3=6\text{мкФ}$;

$R1=2\text{ Ом}$; $R2=10\text{ Ом}$; $R3=5\text{ Ом}$; $R4=4\text{ Ом}$; $R4=4\text{ Ом}$; $R5=3\text{ Ом}$; $R6=8\text{ Ом}$;

$\nu1=50\text{Гц}$;

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.7. Домашняя работа № 3

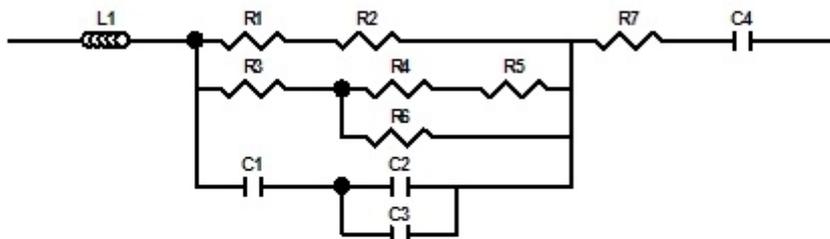
Примерный перечень тем

1. Импеданс простых элементов и схем. Метод комплексных чисел.

Примерные задания

Найти импеданс системы в комплексном виде. Выделить мнимую и действительную составляющие

Построить годограф на комплексной плоскости, используя найденные значения Z' и Z'' , миллиметровку или программу для построения графиков.



$L1=1\text{мкГн}$, $R1=10\text{ Ом}$, $R2=5\text{ Ом}$, $R3=1\text{ Ом}$, $R4=4\text{ Ом}$, $R5=5\text{ Ом}$, $R6=8\text{ Ом}$, $R7=5\text{ Ом}$, $C1=50\text{мкФ}$, $C2=10\text{мкФ}$, $C3=20\text{мкФ}$, $C4=600\text{мкФ}$

| | | | | | | |
|---------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 0,1 МГц | 9 КГц | 2,5 КГц | 1,5 КГц | 850 Гц | 430 Гц | 150 Гц |
| 72 КГц | 7 КГц | 2,3 КГц | 1,4 КГц | 800 Гц | 400 Гц | 100 Гц |
| 63 КГц | 6 КГц | 2,1 КГц | 1,3 КГц | 750 Гц | 370 Гц | 50 Гц |
| 50 КГц | 5 КГц | 2 КГц | 1,2 КГц | 700 Гц | 330 Гц | 20 Гц |

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.8. Расчетная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Метод эквивалентных схем. Расчеты в программе ZView

Примерные задания

Освоить базовые приёмы работы в программе ZView, базовое освоение метода эквивалентных схем и построение эквивалентных схем по крайней мере двух типов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.9. Расчетная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Построение температурной зависимости электропроводности твердого электролита и её анализ

Примерные задания

Освоить базовые приемы работы в программе ZView, базовое освоение метода отсечек, построение температурных зависимостей электропроводности ионного проводника в координатах различного типа.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Понятие об электропроводности. Классификация веществ по величинам проводимости и с точки зрения зонной теории (с примерами), по типу носителей тока (с примерами). Числа переноса и область электролитичности

2. Температурная зависимость электропроводности металлов, примесных полупроводников ионных и смешанных проводников (с выводами формул). Энергия активации проводимости.

3. Основные классы ионных проводников (по типу характера проводимости). Примеры ионных проводников. Супер-ионники, их экспериментальные и теоретические параметры. Классификация и примеры суперионников. Классификация твердых электролитов по типу носителя заряда и основные структурные типы ионных проводников.

4. Проводимость гетерогенных систем: фазы в поликристаллических твердых электролитах, их вклады в общее сопротивление/проводимость. Структура гетерогенных материалов, их типы. Формула Лихтенеккера. Модель эффективной среды для различных типов включений. Простейшие модели керамики из зерен с межзеренными прослойками, их эквивалентные схемы. Перкаляция, порог перкаляции.

5. Типы электродов-обратимые и необратимые (с примерами). Сопротивления гетерофазного контакта электрод / электролит, поляризация, электродный потенциал, причины поляризации, от чего она зависит и как можно ее определить.

6. Контактные методы измерения проводимости. Двух- трех- четырех- электродные схемы(все подробно, с рисунками преимуществами-недостатками и формулами),метод Ван-дер-Пува . Многоэлектродный метод. Метод теплового шума. Сущность бесконтактных методов измерения электропроводности.

7. Электрохимический импеданс. Понятие, возможности метода в зависимости от частотного диапазона. Типы электрохимического импеданса. Фарадеевский импеданс.

8. Способы описания электрохимических цепей. Преимущества метода. Адмитанс. Графические способы представления импеданса. Координаты Боде и комплексная плоскость.

9. Основные структурные элементы эквивалентных схем. Сопротивление, Емкость, Индуктивность, Диффузионный импеданс.
 10. Методы измерения импеданса: Мост Уитстона. Преимущества и недостатки. Методы измерения импеданса: Резонансный метод. Преимущества и недостатки.
 11. Диффузионный импеданс Варбурга и Геришера.
 12. Базисные модели: Максвелла, Войта, лестничная.
 13. Примеры структурных моделей ЭС: ячейка с идеально-поляризуемым электродом, ячейка с поляризуемым электродом, Ячейка с диффузионными затруднениями (в т.ч. схема Рэндлса-Эршлера и Фрумкина-Мелик-Гайказяна)
 14. Модификация структурных моделей в зависимости от условий и методики измерений.
 15. Элемент постоянного сдвига фаз. Схемы с ним и применение фрактальных моделей поверхности. Конечный элемент постоянного сдвига фаз.
 16. Неоднородные элементы -NUD, NUC,NUP.
 17. Пути корректной интерпретации годографов импеданса
 18. Методы измерения импеданса: Метод автобалансировочного моста. Преимущества и недостатки.
 19. Методы измерения импеданса: Метод сетевого анализа. Преимущества и недостатки.
 20. Метод векторных диаграмм.
 21. Метод комплексных чисел
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.