

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Методы исследования свойств материалов

**Код модуля**  
1158100

**Модуль**  
Каталитические процессы

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ткачева Ольга Юрьевна	доктор химических наук, доцент	Преподаватель	Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- Ткачева Ольга Юрьевна, Преподаватель, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Методы исследования свойств материалов**

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

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Методы исследования свойств материалов**

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-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	обработку, интерпретацию и оформление результатов У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности	
--	--	--

### 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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	2,18	40
<i>домашняя работа</i>	2,18	40
<i>домашняя работа</i>	2,18	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>ПР1</i>	2,18	10
<i>ПР2</i>	2,18	10
<i>ПР3</i>	2,18	10
<i>ПР4</i>	2,18	10
<i>ПР5</i>	2,18	10
<i>ПР6</i>	2,18	10
<i>ПР7</i>	2,15	10
<i>ПР8</i>	2,18	10
<i>Мини-опрос по темам практических занятий</i>	2,18	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

## 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

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
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. Расчеты состава по Фазовым диаграммам (ФД)
  2. Анализ результатов ДСК (ДСК)
  3. Расчет теплоемкости (Т)
  4. Расчет плотности и мольного объема (Пл)
  5. Расчет вязкости и анализ результатов (Вяз)
  6. Расчет электропроводности и анализ результатов (Эл)
  7. Решение задач по нахождению степени окисления ионов, равновесных электродных потенциалов (ГЭ)
  8. Анализ результатов электролиза расплавов (Э)
- 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. Домашняя работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Расчет вязкости расплавленных солей по экспериментальным данным

Примерные задания

## ДЗ 1. Расчет вязкости расплавленных солей по экспериментальным данным (Вязкость)

### Пример задания:

Рассчитать вязкость расплавов: 1)  $\text{LiF-NaF-KF}$ , 2)  $\text{LiF-NaF-KF}+7$  мол.%  $\text{NdF}_3$  и 3)  $\text{LiF-NaF-KF}+15$  мол.%  $\text{NdF}_3$  в зависимости от температуры и концентрации  $\text{NdF}_3$ .

Работа в программе ExE1:

Экспериментальные данные (Вязкость  $\eta$  и температура  $T$ ), полученные методом ротационной вискозиметрии, для всех систем даны в виде таблиц в формате ExE1. Выполнить в программе ExE1 следующее:

- Построить температурную зависимость вязкости трех систем в координатах  $\eta=f(T)$  во всем данном температурном интервале.
- Построить температурную зависимость вязкости трех расплавов в координатах  $\eta=f(T)$  в выбранном температурном интервале существования расплавов.
- Построить температурную зависимость вязкости в логарифмических координатах  $\ln\eta=f(1/T)$ . Вывести уравнение расчета вязкости для каждого состава.
- Используя полученные уравнения, рассчитать вязкость всех расплавов при 700 °C.
- Построить график зависимости вязкости расплава  $\text{LiF-NaF-KF}$  от содержания  $\text{NdF}_3$  при 700 °C.

Подготовить отчет в программе Word: название работы, цель, метод измерения, экспериментальные данные в виде оформленных на рисунках графиков и таблиц в такой же последовательности, как они выполнялись в программе ExE1, описание и выводы по каждому рисунку, заключение (общий вывод по работе).

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет электропроводности расплавленных солей по экспериментальным данным

Примерные задания



### Пример задания:

Рассчитать электропроводность расплава  $\text{KF-NaF}(10\%)\text{-AlF}_3\text{+Sc}_2\text{O}_3(2\%)$  в зависимости от температуры, определить влияние добавки  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ .

Экспериментальные данные получены в ячейках с параллельными молибденовыми электродами методом импедансной спектроскопии. Результаты представлены в виде 2-х таблиц в программе ExE1. В таблицу 1 сведены данные по расплаву  $\text{KF-NaF}(10\%)\text{-AlF}_3$ : сопротивление  $R$  (Ом), электропроводность из справочных данных  $\kappa^*$  (См/м), температура  $T$  (□). В таблицу 2 сведены результаты по расплаву  $\text{KF-NaF}(10\%)\text{-AlF}_3\text{+Sc}_2\text{O}_3(2\%)$ : сопротивление  $R$  (Ом), температура  $T$  (□).

Выполнить в программе ExE1 следующее:

- Рассчитать константу ячейки по данным таблицы 1. Данные занести в таблицу 1.
- Построить температурную зависимость константы ячейки ( $K$ ) и вывести уравнение.
- Рассчитать электропроводность исследуемого расплава при каждой температуре (с учетом температурной зависимости константы) по таблице 2. Данные занести в таблицу 2.
- Построить график температурной зависимости электропроводности для двух расплавов в координатах  $\ln \kappa = f(1/T)$ .
- Вывести уравнение температурной зависимости исследуемого расплава
- Используя полученное уравнение, рассчитать вязкость всех расплавов при двух температурах, отличающихся не менее, чем 100 градусов.
- Построить график концентрационной зависимости электропроводности для двух расплавов при двух выбранных температурах.

Подготовить отчет в программе Word: название работы, цель, метод измерения, экспериментальные данные в виде оформленных таблиц и рисунков в такой же последовательности, как они выполнялись в программе ExE1, описание и выводы по каждому рисунку и таблице, заключение (общий вывод по работе).

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Построение фазовых диаграмм бинарных солевых систем по фигуративным точкам

Примерные задания

### ДЗ 3. Построение фазовых диаграмм бинарных солевых систем по фигуративным точкам (ФД)

#### Пример задания:

Построить фазовую диаграмму бинарной системы  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 - \text{Cr}_2(\text{MoO}_4)_3$  по фигуративным точкам:

- Температуры плавления индивидуальных веществ:  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  690 °C и  $\text{Cr}_2(\text{MoO}_4)_3$  990 °C.
- Компоненты образуют два инконгруэнтных соединения:
  - 1)  $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{MoO}_4)_3$ , плавящееся при 600 °C, находящееся в равновесии с жидкой фазой  
23 мол.%  $\text{Cr}_2(\text{MoO}_4)_3$
  - 2)  $\text{NaCr}(\text{MoO}_4)_3$ , плавящееся при 760 °C, находящееся в равновесии с жидкой фазой  
48 мол.%  $\text{Cr}_2(\text{MoO}_4)_3$ .
- Система имеет одну эвтектику. Координаты точки эвтектики: 20 мол.%  $\text{Cr}_2(\text{MoO}_4)_3$ , 580 °C.
- Полиморфные превращения  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  при 632, 590 и 460 °C.

Записать фазовый состав всех полей диаграммы.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Какие параметры измеряют методами ТА, ДТА, ДСК, ТГА?
2. Требования к материалу контейнера при исследовании фазовых переходов методом ТА по кривым охлаждения
3. Какими способами может осуществляться теплоперенос?
4. Какие химические и физические процессы исследуют методом ДСК и ТГА?
5. Требования к исследуемым образцам и к стандартным образцам для ДСК анализа.
6. Что такое удельная теплоемкость. Единицы измерения. Каким образом удельная теплоемкость расплавленных солей зависит от температуры?
7. Принцип метода изотермического насыщения определения растворимости веществ в расплавленных солях. Подходы к проведению исследований.
8. Каков характер процесса растворения инертных газов и газов галогенов в расплавленных солях: физический или химический; эндо- или экзотермический?
9. Каким образом растворимость инертных газов в расплавах галогенидов щелочных металлов зависит от размера газовой молекулы и радиусов катиона и аниона соли?
10. Принцип dilatометрического метода измерения плотности расплавленных солей. Недостатки метода. Требования к материалу dilatометра.
11. Принцип метода максимального давления в пузырьке газа для измерения плотности расплавов. Недостатки метода.
12. Принцип метода гидростатического взвешивания для определения плотности расплавов. Недостатки метода. Требования к материалу груза.

13. Принцип метода проникающего гамма-излучения для определения плотности расплавов. Недостатки метода.
14. Уравнение температурной зависимости плотности расплавленных солей.
15. От каких факторов зависит мольный объем расплавленных солей? Уравнение расчета мольного объема бинарных смесей. Уравнение расчета аддитивного мольного объема бинарных смесей.
16. От чего зависит мольный объем бинарных смесей с общим анионом?
17. Как изменяется мольный объем галогенидов щелочных металлов с ростом радиуса анионов и катионов?
18. Принцип метода импедансной спектроскопии для исследования электропроводности расплавленных солей.
19. Типы ячеек для измерения электропроводности расплавленных солей.
20. Каковы преимущества измерения электропроводности расплавленных солей в капиллярных ячейках и в ячейках с параллельными электродами?
21. Требования к конструкционным материалам (контейнеры, электроды, капилляры) ячеек для измерения электропроводности расплавленных солей. Конструкционные материалы (контейнеры, электроды, капилляры).
22. Уравнения расчета константы ячейки и электропроводности при экспериментальных исследованиях
23. Виды уравнений зависимости удельной электропроводности расплавленных солей от температуры.
24. Уравнение зависимости молярной электропроводности от температуры
25. Виды вязкости.
26. С точки зрения модели параллельных плоскостей приведите определения вязкости, скорости сдвига, напряжения сдвига.
27. Закон Ньютона для ламинарного течения
28. Единицы измерения динамической и кинематической вязкости в системе СИ и СГС.
29. Что характеризует динамическая вязкость, кинематическая вязкость, условная вязкость.
30. Запишите уравнение, связывающее динамическую и кинематическую вязкость.
31. Запишите уравнения температурной зависимости динамической и кинематической вязкости
32. Как изменяется динамическая и кинематическая вязкость расплавленных солевых смесей с увеличением концентрации катионов с большим ионным моментом; в случае, если плотность компонентов значительно различается.
33. Принцип капиллярного метода измерения вязкости расплавленных солей. Недостатки капиллярного метода.
34. Какие жидкости используют для калибровки капиллярного вискозиметра? Основные требования к калибровочным жидкостям.
35. Принцип метода осцилляционных колебаний для измерения вязкости расплавленных солей. Модификации осцилляционных вискозиметров. Основные недостатки метода.
36. Принцип ротационного метода измерения вязкости расплавленных солей. Что такое кривая вязкости и кривая течения? Принцип определения области ламинарного течения расплава
37. Что такое конвекция? Виды конвекции.

38. Принцип метода капиллярного поднятия для измерения поверхностного натяжения расплавленных солей. Недостатки метода.

39. Принцип метода максимального давления в газовом пузырьке для измерения поверхностного натяжения расплавленных солей. Преимущества и недостатки этого метода.

40. Принцип метода лежащей капли для измерения поверхностного натяжения расплавленных солей. Недостатки этого метода.

41. Принцип метода отрыва от поверхности жидкости твердых тел для измерения поверхностного натяжения расплавленных солей.

42. Какие факторы влияют на величину поверхностного натяжения на границе раздела фаз «жидкость - газ»?

43. Каким образом поверхностное натяжение галогенидов щелочных металлов зависит от размера частиц и ионного потенциала?

44. Каким образом поверхностное натяжение галогенидов щелочноземельных металлов зависит от размера катионов и анионов?

45. Каким образом поверхностное натяжение зависит от температуры. Уравнение.

46. Как отличаются по строению расплавы в поверхностном слое и расплавы в объеме?

47. Схема химического гальванического элемента с индивидуальной солью: электроды металлический и галогенный. Реакции, протекающие на электродах, и общая токообразующая реакция.

48. Схема гальванического элемента с расплавленными солевыми смесями: электроды металлический и галогенный. Реакции, протекающие на электродах, и общая токообразующая реакция.

49. Признаки обратимости гальванических элементов.

50. Требования к материалу диафрагм в электрохимических ячейках с расплавленными солями?

51. Перечислите требования к электродам сравнения электрохимических ячеек с расплавленными солями.

52. Перечислите особенности электролиза расплавленных солей.

53. Какие виды анодов и катодов используются при электролизе расплавленных солей?

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.