

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Термодинамика ионных и металлических систем

**Код модуля**  
1152619(1)

**Модуль**  
Физическая химия и технология ионных и  
металлических систем

**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            | Ребрин Олег<br>Иринархович    | д.х.н., профессор                    | профессор        | Редких металлов и наноматериалов |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Ребрин Олег Иринархович, профессор, Редких металлов и наноматериалов

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Термодинамика ионных и металлических систем

|    |                                      |  |   |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 3  |   |
| 2. | Виды аудиторных занятий              | Лекции<br>Практические/семинарские занятия |   |
| 3. | Промежуточная аттестация             | Зачет                                      |   |
| 4. | Текущая аттестация                   | Тезисы                                     | 1 |
|    |                                      | Эссе                                       | 1 |

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Термодинамика ионных и металлических систем

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 самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа | Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели<br>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности<br>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности | Зачет<br>Лекции<br>Практические/семинарские занятия<br>Тезисы<br>Эссе                     |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>                          | <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы<br/> З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук<br/> З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания<br/> У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук<br/> У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> | <p>Зачет<br/> Лекции<br/> Практические/семинарские занятия<br/> Тезисы<br/> Эссе</p> |
| <p>ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> | <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности<br/> З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов<br/> З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами<br/> У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов<br/> У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую</p>   | <p>Зачет<br/> Лекции<br/> Практические/семинарские занятия<br/> Тезисы<br/> Эссе</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений  |  |
| ПК-5 -Способен организовать разработку пиро- и электрохимических технологий производства редких и редкоземельных металлов и их соединений | <p>З-1 - Формулировать научную проблематику в области пиро- и электрометаллургических технологий редких и редкоземельных металлов</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>П-1 - Обоснованно предлагать новые направления исследований в области пиро- и электрометаллургических технологий редких и редкоземельных металлов</p> <p>П-4 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> <p>У-1 - Осуществлять поиск и анализ новой научной проблематики в области совершенствования пиро- и электрометаллургических технологий редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-3 - Осуществлять технико-экономическое обоснование методов решения поставленных задач в области совершенствования пиро- и электрометаллургических технологий редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-5 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> | <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Эссе</p> |
| ПК-6 -Способен ставить и решать исследовательские и опытно-конструкторские  | <p>З-1 - Выполнить обзор отечественных и международных достижений в области пиро- и электрометаллургических</p>  | <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Эссе</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>задачи совершенствования пиро- и электрометаллургических технологий редких и редкоземельных металлов, в том числе, в области ядерной энергетики</p> | <p>технологий производства редких и редкоземельных металлов и их соединений</p> <p>З-2 - Составить список наиболее значимых показателей эффективности и конкурентоспособности пиро- и электрометаллургических технологий производства редких и редкоземельных металлов и их соединений</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>П-1 - Составлять технико-экономические обоснования проектов, технических заданий и предложений на проектирование пиро- и электрометаллургических технологий производства редких и редкоземельных металлов и их соединений</p> <p>П-3 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> <p>У-1 - Представить критический анализ и обобщение опыта проектирования пиро- и электрометаллургических технологий производства редких и редкоземельных металлов и их соединений</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность разработки новой пиро- и электрометаллургической технологии, в том числе, используя прогнозирование технико-экономических показателей</p> <p>У-4 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> |  |
|--|---|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>ПК-8 -Способен определить необходимые организационные и технические меры для выполнения основных и вспомогательных операций процессов пиро- и электрохимического производства редких и редкоземельных металлов</p> | <p>З-1 - Объяснить устройство, назначение, принцип действия, технические характеристики основного пиро-и электрометаллургического оборудования<br/> З-2 - Представить основные аппаратно-технологические схемы, технологии и физико-химические процессы пиро-и электрометаллургического производства<br/> З-3 - Перечислить требуемые характеристики исходного состояния основных, вспомогательных и расходных материалов пиро-и электрометаллургического производства<br/> З-4 - Характеризовать регламенты основных технологических операций пиро-и электрометаллургического производства<br/> З-5 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива<br/> У-1 - Контролировать и управлять параметрами технологического процесса пиро-и электрометаллургического производства<br/> У-3 - Оценить влияние параметров исходного состояния основных, вспомогательных и расходных материалов и реализации процесса пиро-и электрометаллургического производства на ход процесса и свойства получаемого материала<br/> У-5 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> | <p>Зачет<br/> Лекции<br/> Практические/семинарские занятия<br/> Эссе</p> |
|---|---|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

### 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 – 0.40</b>   |                                 |                              |
| Текущая аттестация на лекциях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>тезисы</i>   | 2,16                            | 100                          |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.60</b>  |                                 |                              |
| Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>  |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.40</b>                                      |                                 |                              |
| <b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.60</b> |                                 |                              |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>эссе</i>   | 2,16                            | 100                          |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>                  |                                 |                              |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>  |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00</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>                  |                                 |                              |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>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

| <b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>  | <b>Сроки – семестр, учебная неделя</b> | <b>Максимальная оценка в баллах</b> |
|---|--|-------------------------------------|
|   |  |                                     |
| <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.<br>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.<br>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

| <b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b> |  |  |               |   |
|---|--|--|---------------|---|
| №<br>п/п  | Содержание уровня<br>выполнения критерия<br>оценивания результатов<br>обучения<br>(выполненное оценочное<br>задание)     | Шкала оценивания                             |               |   |
|   |  | Традиционная<br>характеристика уровня        |               | Качественная<br>характеристи<br>ка уровня |
| 1.  | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет   | Отлично<br>(80-100 баллов)                   | Зачтено       | Высокий (В)                               |
| 2.  | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения      | Хорошо<br>(60-79 баллов)                     |               | Средний (С)                               |
| 3.  | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания   | Удовлетворительно<br>(40-59 баллов)          |               | Пороговый (П)                             |
| 4.  | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворитель<br>но<br>(менее 40 баллов) | Не<br>зачтено | Недостаточный<br>(Н)                      |
| 5.  | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено  | Недостаточно свидетельств<br>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. Понятия и основы термодинамики
2. Экспериментальное исследование термодинамических свойств расплавов методом ЭДС
3. Определение парциальных термодинамических свойств компонентов расплавленных смесей по давлению пара
4. Калориметрические методы определения термодинамических свойств расплавов
5. Расчеты термодинамических свойств на основе фазовых диаграмм
6. Термодинамика разбавленных растворов в солевых расплавах

## 7. Программные продукты для термодинамических расчетов

### Примерные задания

1. Обсуждение основных понятий термодинамики. Следует обратить внимание на аргументированность высказываний и умение задавать правильные вопросы.
2. Представить краткое практическое руководство по определению термодинамических свойств расплавов методом ЭДС.
3. Представить краткое практическое руководство по определению парциальных термодинамических свойств компонентов расплавленных смесей по давлению пара.
4. Представить краткое практическое руководство по определению термодинамических свойств расплавов методами калориметрии.
5. Представить краткое практическое руководство по расчету термодинамических свойств на основе фазовых диаграмм.
6. Обсуждаем особенности термодинамики разбавленных растворов в расплавах солей.
7. Практические шаги по использованию пакетов HSC 8.0; THERMOCALC.

### LMS-платформа

1. 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. Тезисы

##### Примерный перечень тем

1. Как я понимаю разницу экстенсивных и интенсивных свойств термодинамической системы.
2. Почему невозможен вечный двигатель первого рода?
3. Температура с точки зрения молекулярно-кинетической теории строения вещества.
4. Обзор и трактовка опытов Дарвина, Румфорта, Гей -Люссака.
5. Нововведения 2019 года в системе СИ.
6. Понятия теплоты, работы, энергии. Как я понимаю 1 закон термодинамики.
7. Энтропия с разных точек зрения.
8. Связь основ термодинамики с ее практическими приложениями. Экспериментальное нахождение свойств системы.
9. Что я могу применить в своей выпускной квалификационной работы из понятого в данном курсе?
10. Экспериментальный метод измерения термодинамических величин испытанный на практике.

##### Примерные задания

В тезисах следует отразить собственное понимание темы, выделить моменты, которые достаточно ясны и могут быть изложены при обсуждении.

Также следует перечислить моменты, которые остались не ясными и не были поняты.

Тезисы пишутся по окончании изложения определенной темы. На основании содержания тезисов строится отдельное занятие с обсуждением не ясных моментов с коллегами по группе при консультативном участии преподавателя.

Оценивается активность в процессе обсуждения и желание продвинуться в понимании сложных моментов термодинамики.

LMS-платформа

1. LMS-платформа не предусмотрена

### 5.2.2. Эссе

Примерный перечень тем

1. История открытия начал термодинамики.
2. Роль неверных гипотез в развитии термодинамики.
3. Термодинамические аспекты моей будущей ВКР.
4. Разбор научной статьи по тематике курса.
5. Практическое руководство по методу ЭДС.
6. Практическое руководство по методам измерения упругости пара.
7. Практическое руководство по калориметрии.
8. Руководство и примеры расчета фазовых диаграмм.
9. Особенности разбавленных растворов.
10. Программные продукты расчета термодинамических свойств HSC.
11. Программные продукты расчета термодинамических свойств TERMOCALC.

Примерные задания

Эссе представляется в форме печатного документа и презентационной версии материала.

Печатная версия выставляется для предварительного знакомства на платформе Moodle по адресу <https://exam2.urfu.ru/course/view.php?id=261>

Время презентации 10 мин. Время обсуждения 10 мин. Следует обратить внимание на умение задавать вопросы (слушателям) и аргументированно отвечать на вопросы (докладчику).

LMS-платформа

1. LMS-платформа не предусмотрена

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

### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Температура. Теплота. Адиабатические процессы. Принцип эквивалентности между теплотой и работой.
2. Следствия из принципа эквивалентности. Энергия.
3. Идеальные тепловые машины. Энтропия.
4. Методы вывода термодинамических уравнений.
5. Обратимые и необратимые процессы.
6. Солевые и металлические расплавы. Сходство и различие.
7. Термодинамический анализ как инструмент оптимизации технологических процессов.

8. Электродные потенциалы. Метод измерения ЭДС.
  9. Цепи образования. Стандартное состояние. Расчет стандартной ЭДС цепи образования
  10. Конструкции высокотемпературных ячеек для измерения ЭДС.
  11. Электроды сравнения.
  12. Особенности метода ЭДС в металлических системах.
  13. Экспериментальные методы исследования паровой фазы. Статические методы.
  14. Метод точек кипения.
  15. Динамические методы. Метод потока. Кинетические методы.
  16. Экспериментальные методы определения давления пара для металлических расплавов.
  17. Использование дифференциального термического анализа для определения энтальпии смешения компонентов и образования сплавов.
  18. Аппаратура для калориметрических измерений.
  19. Уравнение кривой ликвидуса для идеальных растворов. Обобщенное уравнение Шредера – Ле Шателье.
  20. Решение обратной задачи построения фазовых диаграмм по термодинамическим данным.
  21. Расчеты термодинамических характеристик жидких сплавов по фазовым диаграммам.
  22. Условный стандартный потенциал. Ряды электродных потенциалов.
  23. Окислительно-восстановительный потенциал. Условная константа равновесия.
  24. Программное обеспечение для термодинамических расчетов.
- LMS-платформа
1. 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.