

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Прикладная магнитная гидродинамика

**Код модуля**  
1162376(1)

**Модуль**  
Специальные вопросы разработки  
электротехнологических установок

**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	Смольянов Иван Александрович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

**Авторы:**

- Смольянов Иван Александрович, Доцент, электротехники

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Прикладная магнитная гидродинамика**

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

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Прикладная магнитная гидродинамика**

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
ПК-1 -Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	З-2 - Определять особенности задач исследования, проводить самостоятельно исследования; интерпретировать и представлять результаты научных исследований П-2 - Иметь практический опыт постановки и моделирования физических задач; исследования и решения теоретических и прикладных задач	Зачет Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия

<p>ПК-3 -Способен анализировать и систематизировать информацию, составлять технические задания на проектирование, разработать комплект конструкторской документации, концепцию автоматизированной системы управления технологическими процессами, системы электропривода; выполнять расчет и проектирование электротехнических систем, электротермических установок, электронных и микропроцессорных систем управления электрооборудованием, электротермическими установками в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, оформлять результаты проектно-конструкторских работ в сотрудничестве со специалистами другого профиля</p>	<p>З-1 - Изложить нормативную базу для составления технических заданий на проектирование, разработку конструкторской документации  П-1 - Иметь практические навыки выполнения расчета и проектирования в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования  У-1 - Обосновать расчет и формулировать техническое задание на проектирование</p>	<p>Зачет  Контрольная работа  Лекции  Практические/семинарские занятия</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 – 0.50</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	2,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</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>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на практических занятиях</i>	2,17	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>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>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**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>			
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное)</b>	<b>Шкала оценивания</b>	
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>	<b>Качественная характеристика уровня</b>

	задание)			
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. Численное исследование индукционного насоса
2. Численное исследование кондукционного насоса
3. Задача Гартмана
4. Численное моделирование электромагнитного перемешивателя
5. Исследование влияние миниска на процесс перемешивания
6. Численное моделирование процесса кристаллизации
7. Исследование отливки металла под действием электромагнитного поля
8. Применение элементов машинного обучения для задач МГД

Примерные задания

Построить численную модель индукционного насоса с плоским каналом.

Построить графики:

Распределения скорости и давления в канале для различных значений расхода жидкости и частоты питания сети. Выбрать наиболее благоприятный режим работы.

Построить напорно-расходные характеристики для различных типов жидкости и

подключения обмоток.

Определение вектора. Математические операции над вектором. Комплексное число. Формула Муавра и Эйлера. Определение производной, интеграла. Основные типы дифференциальных уравнений. Дифференциальные операторы и их физический смысл.

Построить модель гартмоновского потока в двухмерной постановке. Вычислить данную модель для чисел Гартмана от 0 до 200. Построить профили скорости в канале. Оценить влияние электропроводности на поведение потока.

Разработать численную модель электромагнитного перемешивателя бокового типа. Оценить влияния размера сетки на расчеты значения скорости потока. Построить распределения скорости в тигле для различных подключений обмоток. Оценить влияние электропроводности и динамической вязкости на процесс перемешивания.

Запустить численную модель электромагнитного перемешивания с учетом изменения формы миниска и без. Оценить энергетические характеристики. Оценить изменение скорости в тигле.

Исследовать процесс отливки стали под воздействием различных типов магнитного поля с помощью численного моделирования. Построить картины фазового перехода стали из жидкого состояния в твердое. Рассмотреть различие скорости передвижения поддона и бегущего магнитного поля.

Построить модель цилиндрического препятствия в прямоугольном канале. Разложить возникающие вихри на гармонические составляющие с использованием метода декомпозиции. Найти функцию описывающую зависимость коэффициента сопротивления.

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**

Примерный перечень тем

1. Основы прикладной магнитной гидродинамики

Примерные задания

1. Основные типы течений в МГД

Содержание:

- Нарисовать функцию значения скорости в зависимости от координаты сечения трубы для потока Гартмана.
- Объяснить как изменяется поток жидкого металла под воздействием магнитного поля.
- Привести форму функции скорости Пуазейлевского потока.



- Привести форму функции скорости потока Коутэ.
- Влияние электропроводности стенок на форму течений.

## 2. Основные законы МГД

Содержание:

- Привести уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
- Привести уравнения Навье-Стокса в консервативной форме
- Вывести уравнения электромагнитного поля относительно векторного магнитного потенциала. Указать основные достоинства и недостатки такой формулировки уравнения.
- Привести выражение для вычисления электромагнитных сил в жидких металлах.
- Привести выражение для расчета плотности тока в подвижной проводящей среде.

Объяснить как влияет скорость движения металла на значение плотности тока в металле.

## 3. Индукционный насос

Содержание:

- Описать принцип действия индукционного насоса
- Привести классификацию индукционных насосов
- Привести основные преимущества использования индукционного насоса для перекачки жидкого металла

## 4. Кондукционный насос

Содержание:

- Описать принцип действия кондукционного насоса
- Привести классификацию кондукционных насосов
- Привести основные преимущества использования кондукционного насоса для перекачки жидкого металла

## 5. Электромагнитный перемешиватель

Содержание:

- Описать принцип действия электромагнитного перемешивателя.
- Привести классификацию электромагнитных перемешивателей.
- Привести основные преимущества использования электромагнитного перемешивания для металлургии.

## 6. Турбулентности в МГД

Содержание:

- Привести механизмы возникновения турбулентности
- Дать определение турбулентности
- Дать определение хаотического движения

## 7. Теория неустойчивости.

Содержание:

- Описать числа подобия и критерии подобия.
- Объяснить основные преимущества применения теории неустойчивости для анализа МГД течений.
- Привести теорему подобия физических явлений.

## 8. Естественная конвекция

Содержание:

- Записать выражения для сил плавучести, возникающих из-за естественной конвекции.
- Привести основные подходы к расчету естественной конвекции для несжимаемых жидкостей.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Возникновение и развитие Магнитной гидродинамики в XX веке.
  2. Концепция механики сплошных сред.
  3. Уравнения Навье-Стокса. Основные модели жидкости. Основные физические величины и их физический смысл.
  4. Уравнение энергии. Особенности тепловой конвекции в задачах МГД.
  5. Уравнения Максвелла. Основные физические величины электромагнитного поля.
  6. Уравнения магнитной гидродинамики. Особенности расчета внешних сил.
  7. Актуальность исследования турбулентных течений. Основные виды МГД течений.
  8. Условия неустойчивости. Критерии подобия, МГД уравнения: электромагнитного поля, движения электропроводной
  9. Индукционный насос: классификация, принцип действия, область применения.
  10. Индукционный насос: основные подходы к численному моделированию.
  11. Индукционный насос: основные подходы к их проектированию.
  12. Основные типы течений в каналах МГД насоса.
  13. Кондукционный насос: классификация, принцип действия, область применения.
  14. Кондукционный насос: основные подходы к численному моделированию.
  15. Кондукционный насос: основные подходы к их проектированию.
  16. Принцип действия МГД перемешивателей. Основное назначения.
  17. Классификация МГД перемешивателей. Современные вызовы в перемешивании.
- Преимущества и недостатки.
18. МГД течения в индукционных печах.
  19. Свободная поверхность жидкого металла вод воздействием электромагнитных усилий (левитационная плавка и электромагнитная кристаллизация).
  20. Кристаллизация: Актуальность технологии в современном мире. Принцип действия, особенности технологии отливки и кристаллизации.
  21. МГД воздействие на кристаллизацию металлов и сплавов. МГД перемешивание в технологии выращивании кристаллов.
  22. Физический смысл турбулентности. Основные типы турбулентности.
  23. Причины возникновения турбулентных течений. Определение неустойчивости.
  24. Особенности неустойчивости потока жидкости в МГД задачах.
  25. Актуальность изучения турбулентностей.
  26. Критерии подобия, МГД уравнения: электромагнитного поля, движения электропроводной. Основные виды МГД течений.
  27. Актуальные вызовы аналитических, численных и экспериментальных исследований в прикладной магнитной гидродинамике.
  28. Возможности применения машинного обучения, обработки изображений и оптимизации для решения проблем магнитной гидродинамики.

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.