

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Численное моделирование мультифизических процессов в ЭТУ

**Код модуля**  
1157019

**Модуль**  
Научные исследования 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	Швыдкий Евгений Леонидович	кандидат технических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	электротехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Швыдкий Евгений Леонидович, Старший преподаватель, электротехники

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Численное моделирование мультифизических процессов в ЭТУ

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

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Численное моделирование мультифизических процессов в ЭТУ

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 З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	
УК-6 -Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности, выстраивать траекторию профессионального и личностного развития, в том числе с использованием цифровых средств	Д-2 - Демонстрировать стремление к самосовершенствованию и личностному росту З-1 - Объяснять порядок и принципы планирования собственной профессиональной траектории с учетом тенденций развития рынка труда и общества и цифровых технологий П-1 - Разрабатывать программу своего профессионального и карьерного развития, в том числе с использованием цифровых средств У-1 - Оценивать личностные и профессиональные качества, особенности характера, определять направления личностного роста, прогнозировать развитие в профессиональной деятельности, используя методы самодиагностики и цифровые средства	Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен
УК-1 -Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде	Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен

	У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов	
ПК-1 -Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследование, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	З-8 - Изложить методы экспериментальной работы, стандартные пакеты прикладных программ для численного моделирования мультифизических процессов в ЭТУ П-1 - Иметь практический опыт моделирования процессов в ЭТУ с использованием пакетов прикладных программ У-9 - Формулировать задачи для самостоятельно выполняемых исследований с применением численного моделирования мультифизических процессов в ЭТУ	Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

### 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 – 0.60</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на занятиях</i>	3,16	100
<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 – 0.40</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в баллах

	учебная неделя	
<i>контрольная работа</i>	3,16	100
<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– 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>		
<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**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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. Численная модель прямого нагревателя. Нагреваемая деталь выбирается произвольной формы. К концам детали прикладывается разность потенциалов. Произвести расчет температурного поля в заготовке с учетом тепловых потерь во внешнюю среду. Показать распределение токов в заготовке. Сделать отверстие в детали и рассчитать замыкание путей тока в заготовке. Построить распределение температур.

2. Модель индукционной печи для сквозного нагрева титановых заготовок с пропорциональным управлением мощности по максимальной температуре. Произвести температурный расчет заготовок выполненных из 6-ти разных типов сплава титана. Сравнить полученные результаты с нагревом алюминиевой заготовки.

3. Численная модель обтекания потока проводящей жидкости цилиндрического препятствия для диапазона чисел Рейнольдса от 10 до 500. Приложить магнитное поле, такое чтобы число Гартмана было 100. Сделать выводы об изменении поведения потока жидкости.

4. Расчет кондиционного насоса. Рассмотреть однонаправленную связь. Реализовать учет влияния магнитного числа Рейнольдса.

5. Расчет индукционного насоса для различных режимов работы. Построить расходно-напорную характеристику.

6. Расчет электромагнитного перемешивания в тигельной печи. Рассмотреть поведения потока при включении индуктора с различным сдвигом фаз. Оценить влияние размера сетки на точность вычислений. Сравнить результаты, полученные при использовании различных моделей турбулентностей.

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. Реализация модели, содержащей температурное и магнитное поля с однонаправленной и двухнаправленной связью между ним.
2. Численная модель взаимодействия гидродинамического поля с электромагнитным.

Примерные задания

Рассчитать процесс нагрева титановой цилиндрической заготовки с помощью индукционного нагревателя.

Вводные данные:

$N = 54$  витка индуктора

$L_{\text{billet}} = 700$

$R_1 = 137.5 \text{ mm}$

$R_2 = 172.5 \text{ mm}$

$R_5 = 152.5$

$R_4 = R_3 = 205 \text{ mm}$

$A = 16 \text{ mm}$

$B = 20 \text{ mm}$

$d = 2 \text{ mm}$

$L_{\text{ind}} = 1050 \text{ mm}$

$f = 100\text{-}300 \text{ Hz}$

$L_s = 20 \text{ mm}$

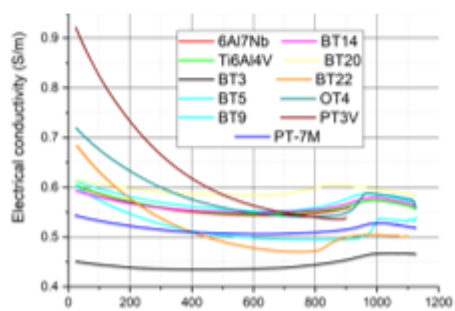
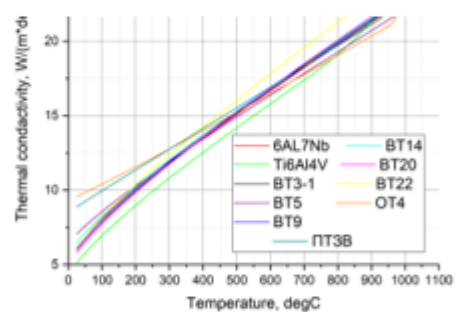
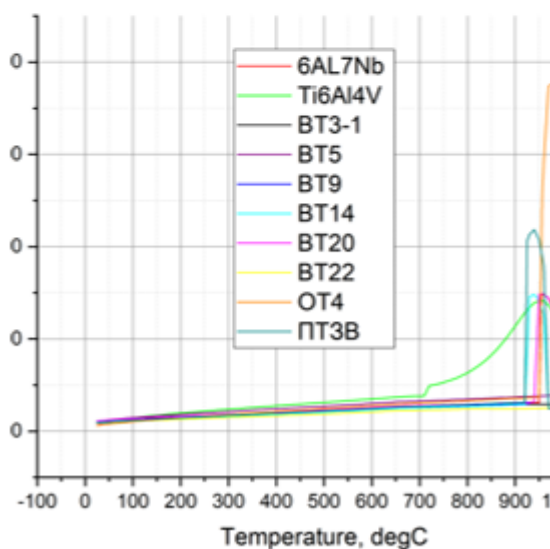
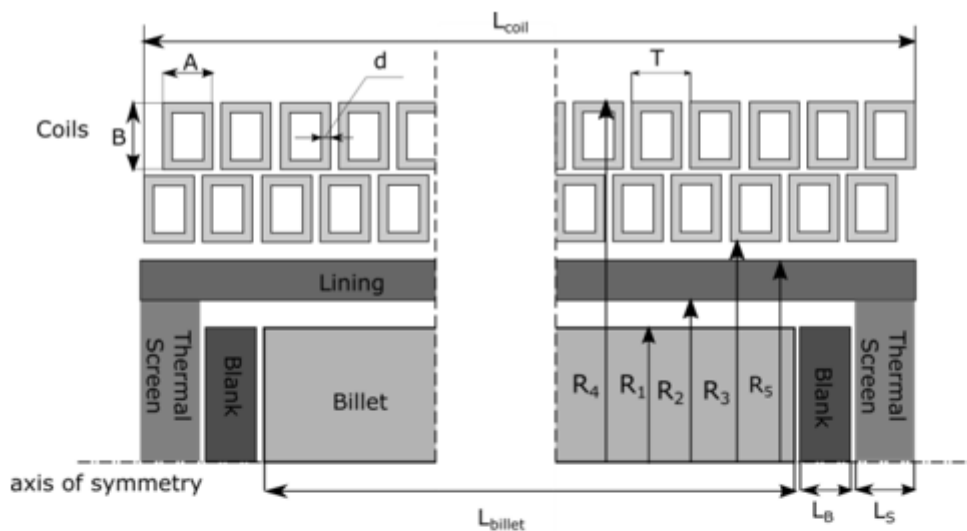
$L_b = 40 \text{ mm}$

$T = (L_{\text{coil}} N \cdot A) / (N - 1)$

Материалы деталей:

- Катушки – медь
- Футеровка – асбеста бетон
- Тепловой экран – каолиновая вата
- Заготовка: Титан разных типов
- Болванка - Титан

Нелинейные свойства изображены на рисунке



LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Определение мультифизических процессов. Приоритет явлений. Критерии оценки численных мультифизических моделей.
2. Особенности мультифизических процессов в ЭТУ.
3. Программные среды разработки мультифизических процессов. Их преимущества и недостатки
4. Основные физические величины и свойства, участвующие в мультифизических процессах в ЭТУ.

5. Физические явления в которых необходимо участвовать взаимодействие физических полей различной природы.
6. Объяснить мультифизическую связь “в одном направлении”. Привести примеры ее реализации для установок ЭТУ.
7. Объяснить мультифизическую связь “в обоих направлениях”. Привести примеры ее реализации для установок ЭТУ.
8. Основные моменты реализации мультифизических связей в Comsol Multiphysics.
9. Подходы к расчету электромагнитных сил в задачах магнитной гидродинамики.
10. Реализация мультифизических задач магнитной гидродинамики в среде Comsol Multiphysics.
11. Особенности ГУ в задачах МГД для ЭТУ приложений.  
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.