

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Уральский энергетический институт

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ, ИССЛЕДОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

<b>Перечень сведений о программе ГИА</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Электротехнология</b>	<b>Код ОП</b> 13.06.01
<b>Направление подготовки:</b> Электро- и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.06.01
<b>Уровень подготовки</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>ФГОС высшего образования</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> От 30 июля 2014 г. № 878 в ред. от 30.04.2015

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Фризен В.Э.	Д.т.н., доцент	Зав. кафедрой	Электротехника и электротехнологи ческие системы	

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**  
Председатель учебно-методического  
совета

*[Е.В. Черепанова]*

**Согласовано:**

Заместитель директора  
института по науке

*[С.Е. Кокин]*

Начальник ОПНПК

*[Е.А. Бутрина]*

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Современные информационные технологии при проектировании, исследовании и эксплуатации электротехнологических систем»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

В курсе «Современные информационные технологии при проектировании, исследовании и эксплуатации электротехнологических систем» изучаются современные методы исследования процессов, происходящих в электротехнологических установках. Даются основы теории проведения вычислительного и физического эксперимента. Рассматриваются вопросы верификации полученных в ходе вычислительного эксперимента данных.

## 1.2. Язык реализации программы - русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при создании электротехнологических установок и процессов (ПК-2);
- способность использовать современные технологии, приборы и оборудование при проведении испытаний и экспериментальных исследований электротехнологических систем, установок и процессов (ПК-3).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** основы планирования эксперимента и методы математической статистики; базовые методы и методики исследования, применяемые в области электротехнологий.

**Уметь:** применять теоретические положения и научные категории соответствующей научно направленной для анализа экспериментальных данных; планировать экспериментальные исследования.

**Владеть** базовыми методами и методиками исследования по теме исследования; способностью к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования.

## 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5 семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>86</b>	0,6	<b>86</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	3 0,25	<b>18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	4,85	<b>108</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>	0,15	<b>3</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Порядковый номер лекции	Раздел, тема учебного занятия, содержание лекции
1	<p><b>Раздел 1. Численные методы расчета магнитных полей</b></p> <p>Тема 1.1. Математические понятия и определения. Уравнения Максвелла и их преобразования. Методы решения одномерных краевых задач.</p> <p>Тема 1.2. Решение многомерных уравнений параболического типа. Методы решения уравнений эллиптического типа. Вариационные методы решения краевых задач. Электромагнитное поле в устройствах с цилиндрической симметрией.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Гидродинамика и тепло- и массоперенос</b></p> <p>Тема 2.1. Основные уравнения динамики жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Рейнольдса. Модели турбулентной вязкости. Гидродинамика в осесимметричных устройствах. Применение метода конечных элементов для описания динамики жидкости</p> <p>Тема 2.2. Дифференциальные уравнения теплопроводности и массопереноса. Перенос тепла и массы в турбулентном потоке. Описание процесса кристаллизации расплава. Нахождение полей температур и концентраций методом конечных разностей (МКР) в двухмерной постановке. Расчет температурного поля в осесимметричных устройствах. Применение метода конечных элементов (МКЭ) для описания тепло- и массопереноса в плоской области.</p>



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

##### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

###### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Обзор современных исследований с применением численного и физического эксперимента по объектам исследования, выбранным для выпускной квалификационной работы аспиранта:

#### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Р.1				*				*			*	
Р.2				*				*			*	

#### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

#### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 7.1. Рекомендуемая литература

###### 7.1.1. Основная литература

1. Метод конечных элементов решения скалярных и векторных задач: Учебное пособие / Ю.Г. Соловейчик, М.Э. Рояк, М.Г. Персова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007 – 896 с.

2. Методы конечных элементов и конечных разностей в электромеханике и электротехнологии / О.Ю. Сидоров, Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов. - М.: Энергоатомиздат, 2010. 331 с.
3. Дискретно-полевые модели электрических машин: учебное пособие / Е.Ф. Беляев, Н.В. Шулаков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 457 с.
4. Структурное моделирование тепловых процессов в электротермических установках: учебное пособие / В.В. Гоман, С.М. Мезенин, В.А. Прахт, С.Ф. Сарапулов, Ф.Н. Сарапулов, С.А. Федореев; под общ. ред. Ф.Н. Сарапулова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 343 с.
5. Индукционный нагрев движущихся стальных трубных заготовок. Математическое моделирование и система управления / В. Прахт, В. Дмитриевский, Ф. Сарапулов. – LAMBERT Academic Publishing, 2011 – 155 pp. ISBN 978-3-8443-5439-3.
6. Моделирование тепловых и электромагнитных процессов в электротехнических установках. Программа Comsol: Учебное пособие / В.А. Прахт, В.А. Дмитриевский, Ф.Н. Сарапулов; под общ. ред. Ф.Н. Сарапулова. – М.: Издательство «Спутник+», 2011. – 158 с. ISBN 978-5-9973-1596-2.
7. Демидович В.Б., Чмиленко Ф.В. Численные методы в теории индукционного нагрева. – СПб.: изд-во ООО «Технолит», 2008. - 220 с.
8. Аполлонский С.М. Дифференциальные уравнения математической физики в электротехнике. – СПб.: Питер, 2012. – 352 с.

### **7.1.2.Дополнительная литература**

1. Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения: Учебное пособие / Ф. Н. Сарапулов, С. Ф. Сарапулов, П. Шымчак. 2-е издание, перераб и доп. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005г. 431 с.
2. Плавильные комплексы на основе индукционных тигельных печей и их математическое моделирование: Учебное пособие / В.И. Лузгин, С.Ф. Сарапулов, Ф.Н. Сарапулов, Б.А. Сокунов, Д.Н. Томашевский, В.Э. Фризен, И.В. Черных, В.В. Шипицын. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005г. 464 с.
3. Теория электромагнитного поля в технических приложениях: Учебное пособие / Ф.Н. Сарапулов, Д.Н. Томашевский. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 248 с.
4. Цаплин А.И. Теплофизика в металлургии: учебное пособие / А.И. Цаплин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 230 с.
5. К математическому моделированию электромагнитных процессов в тигельных индукционных печах с вращающимся расплавом / С.В. Иваницкий, Ф.Н. Сарапулов, В.А. Дмитриевский. III Международная НТК «Электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии и управляемые электромеханические системы». Екатеринбург: УГТУ-УПИ. С. 239-242.
6. Формирование гидродинамических процессов в расплаве плавильного агрегата / В.А. Дмитриевский, А.А. Идиятулин, Ф.Н. Сарапулов . – 14-я Международная Плеская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям, Сборник научных трудов. – С. 206-211.
7. Zhu. Multigrid Finite Element Methods of Electromagnetic Field Modeling. – Wiley, 2006.

### **7.2.Методические разработки**

Не используется

### **7.3.Программное обеспечение**

Программа Comsol Multiphysics  
Программа MathCAD

### **7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Не используются

### **7.5.Электронные образовательные ресурсы**

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

*[текст с перечнем типов аудиторий, специализированного и лабораторного оборудования и т.д.]*

Для проведения лекций используются мультимедийные аудитории и компьютерные классы кафедры «Электротехника и электротехнологические системы».



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### П.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **П.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Детализированная структурная модель электропечи сопротивления.
2. Эквивалентная модель ЭПС.
3. Модель термопары в электропечи сопротивления.
4. Линеаризация канала управления системы регулирования температуры ЭПС.
5. Схема замещения установки индукционного нагрева цилиндрической заготовки.
6. Схема замещения УИН.
7. Компенсация реактивной мощности в УИН.
8. Индуктор УИН с самокомпенсацией РМ.
9. Индукционный нагрев полигармоническим током.
10. Многофазные и многосекционные схемы индукторов ИТП.
11. Анализ гидромеханических процессов в индукционной тигельной печи.
12. Исследование электромагнитных и гидромеханических процессов в турбоиндукционной тигельной печи.
13. Анализ гидромеханических процессов в индукционной плавильном агрегате.
14. Исследование формирования свободной поверхности расплава во вращающемся магнитном поле.
15. Анализ гидродинамических процессов в кристаллизаторе с электромагнитным перемешивателем расплава.
16. Моделирование кристаллизации слитка в магнитном поле.