Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрические аппараты управления и распределения энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИИ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.02**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**2 семестр - 3; 3 семестр - 4; всего - 7**
Часов (всего) по учебному плану:	**252 часа**
Лекции	**не предусмотрено учебным планом**
Практические занятия	**2 семестр - 48 часа; 3 семестр - 64 часа; всего - 112 часов**
Лабораторные работы	**не предусмотрено учебным планом**
Консультации	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
Самостоятельная работа	**2 семестр - 59,7 часа; 3 семестр - 79,7 часа; всего - 139,4 часа**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
включая: Тестирование Контрольная работа Творческая задача	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой Зачет с оценкой	**2 семестр - 0,3 часа; 3 семестр - 0,3 часа; всего - 0,6 часа**

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Дергачев П.А. Идентификатор: Rbc655738-DergachevPavA-c35942	П.А. Дергачев
(должность)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Курбатов П.А. Идентификатор: R1a0c0ffa-KurbatovPA-23b01cca	П.А. Курбатов
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)
Заведующий выпускающей кафедры	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Киселев М.Г. Идентификатор: R572ca413-KiselevMG-f37ee096	М.Г. Киселев
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: является изучение принципов построения цифровых двойников электромеханических систем энергетических комплексов, построение полевых моделей элементов электромеханических систем и на их базе построение полной модели электромеханической системы с сосредоточенными параметрами, основы проектирования электромеханических систем энергетических комплексов, оптимизация электрической, магнитной и тепловой подсистем электромеханических преобразователей.

Задачи дисциплины

- – освоение принципов построения цифровых двойников электромеханических систем;
– освоение подходов к построению точных мультифизических полевых моделей;
– приобретение навыков построения комплексных математических моделей электромеханических систем;
– приобретение навыков построения точных мультифизических полевых моделей;
– овладение специализированным программным обеспечением для моделирования электромеханических систем и их узлов;
– овладение основами моделирования цифровых двойников электромеханических систем;
– овладение основами обработки контрольных данных, получаемых от электромеханических систем и их двойников.
– освоение принципов применения цифровых двойников в системах прогнозного мониторинга.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Запланированные результаты обучения**
ПК-2 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности	ИД-2$_{ПК-2}$ Формулирует критерии оптимальности при выборе известных технических решений и проектировании новых электротехнических объектов	знать: - подходы к решения оптимизационных задач в современном программном обеспечении; - известные технические решения, применяемые в современных электромеханических системах. уметь: - объединять оптимальные технические решения различных узлов электромеханических систем.
ПК-2 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности	ИД-4$_{ПК-2}$ Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов	знать: - принципы обработки и анализа данных, получаемых из цифровых моделей и/или реальных систем; - основы построения комплексных мультифизических моделей (цифровых двойников) электромеханических систем. уметь: - строить комплексные мультифизические модели (цифровые двойники); - представлять данные в форме удобной для последующей обработки и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		проводить базовый анализ подготовленных данных, получаемых от цифровых моделей и/или реальных систем; - решать обратные задачи оптимизационными методами с использованием современного программного обеспечения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические аппараты управления и распределения энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Модуль 1	19	2	-	-	8	-	-	-	-	-	11	-	***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 1" ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 1" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 94-159 [2], 5-7
1.1	Основы моделирования полевых задач в программном обеспечении, работа с интерфейсом задания: геометрии, расчетной сетки, свойств материалов, уравнений, граничных условий, источников поля и обработки результатов	19		-	-	8	-	-	-	-	-	11	-	
2	Модуль 2	31		-	-	14	-	-	-	-	-	17	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 2" ***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 2" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 2" ***Изучение материалов литературных источников:***
2.1	Моделирования электромагнитных, тепловых, гидродинамических и механических полей	31		-	-	14	-	-	-	-	-	17	-	

														[1], 5-145 [2], 7-90
3	Модуль 3	31		-	-	14	-	-	-	-	-	17	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 3" ***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 3" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 3" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 64-165 [2], 159-173
3.1	Построение мультифизических моделей	31		-	-	14	-	-	-	-	-	17	-	
4	Модуль 4	26.7		-	-	12	-	-	-	-	-	14.7	-	***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 4" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 4" ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 4" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 64-165 [2], 135-208
4.1	Представление и обработка результатов моделирования	26.7		-	-	12	-	-	-	-	-	14.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	**108.0**		-	-	**48**	-	-	-	-	**0.3**	**59.7**	-	
	Итого за семестр	**108.0**		-	-	**48**	-		-		**0.3**	**59.7**		
5	Модуль 5	36	3	-	-	16	-	-	-	-	-	20	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 5"
5.1	Решение обратных и оптимизационных задач на базе полевых	36		-	-	16	-	-	-	-	-	20	-	

	моделей													***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 5" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 5" ***Изучение материалов литературных источников:*** [4], 12-28, 379-471
6	Модуль 6	36		-	-	16	-	-	-	-	-	20	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 6" ***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 6" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Изучение материалов литературных источников:*** [3], 159-196
6.1	Построение комплексных мультифизических моделей с сосредоточенными параметрами на базе точных полевых моделей	36		-	-	16	-	-	-	-	-	20	-	
7	Модуль 7	36		-	-	16	-	-	-	-	-	20	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 7" ***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Модуль 7" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 7" ***Изучение материалов литературных источников:*** [3], 332-356
7.1	Построение систем управления для электромеханических систем, оптимальное управление	36		-	-	16	-	-	-	-	-	20	-	
8	Модуль 8	35.7		-	-	16	-	-	-	-	-	19.7	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Модуль 8" ***Подготовка к практическим занятиям:***
8.1	Обработка и анализ данных, полученных от моделей и/или	35.7		-	-	16	-	-	-	-	-	19.7	-	

	реальных объектов и принципы построения систем прогнозного мониторинга													Изучение материала по разделу "Модуль 8" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Модуль 8" ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [5], 3-40
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	**144.0**		-	-	**64**	-	-	-	-	**0.3**	**79.7**	-	
	Итого за семестр	**144.0**		-	-	**64**	**-**		**-**		**0.3**	**79.7**		
	ИТОГО	**252.0**	-	-	-	**112**	**-**		**-**		**0.6**	**139.4**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Модуль 1

1.1. Основы моделирования полевых задач в программном обеспечении, работа с интерфейсом задания: геометрии, расчетной сетки, свойств материалов, уравнений, граничных условий, источников поля и обработки результатов

Интерфейс современных программных комплексов анализа физических полей. Эффективные способы задания геометрии: подготовка параметрической геометрии моделируемого объекта или системы; использование внешних программ для подготовки сложной геометрии моделируемых объектов. Использование симметрий. Задание граничных условий. Построение расчетных сеток на базе различных элементов: методы и их практическое применение к конкретной геометрии. Постобработка и представление результатом моделирования различных полей. Обзор библиотек материалов..

2. Модуль 2

2.1. Моделирования электромагнитных, тепловых, гидродинамических и механических полей

Основные уравнения электромагнетизма. Анализ электростатических полей. Анализ магнитостатических полей. Анализ квазистационарных электромагнитных полей. Анализ высокочастотных электромагнитных полей. Примеры постановки и решения типовых задач. Визуализация и составление отчетов по результатам анализа. Преимущества и недостатки методов расчета и программных комплексов, рекомендации по применению. Основные уравнения механики и прочности. Анализа прочности. Динамический анализ. Примеры постановки и решения типовых задач. Преимущества и недостатки программных комплексов, рекомендации по применению. Основные уравнения теплообмена. Стационарные и нестационарные задачи теплофизики с учетом теплопроводности, конвекции и излучения. Примеры постановки и решения типовых задач. Преимущества и недостатки программных комплексов, рекомендации по применению. Основные уравнения гидродинамики. Стационарные и нестационарные задачи гидродинамики. Ламинарные и турбулентные течения сжимаемой и несжимаемой жидкости с учетом вязкости, переход от ламинарного течения к турбулентному. Примеры постановки и решения типовых задач. Преимущества и недостатки программных комплексов, рекомендации по применению..

3. Модуль 3

3.1. Построение мультифизических моделей

Унифицированная среда моделирования. Методы выполнения сопряженных и расщепленных (последовательных) междисциплинарных расчетов. Методики расчета для решения широкого набора задач с взаимодействием явлений из нескольких областей физики. Примеры постановки и решения типовых задач. Преимущества и недостатки программных комплексов, рекомендации по применению..

4. Модуль 4

4.1. Представление и обработка результатов моделирования

Специальные подходы к визуализации сложных моделей и их элементов. Использование трассировки частиц для визуализации трехмерных полей. Подготовка данных для экспорта в другие системы. Импорт данных из других систем..

5. Модуль 5

5.1. Решение обратных и оптимизационных задач на базе полевых моделей

Методы оптимизации. Решение оптимизационных задач с использование современных программных комплексов и параметрической модели. Примеры постановки и решения типовых задач. Преимущества и недостатки методов и программных комплексов, рекомендации по применению..

6. Модуль 6

6.1. Построение комплексных мультифизических моделей с сосредоточенными параметрами на базе точных полевых моделей

Переход от точных полевых моделей к моделям с сосредоточенными параметрами. Расчет интегральных параметров в полевых задачах. Передача зависимостей интегральных величин от изменяемых параметров для полноценного учета нелинейных эффектов в моделях с сосредоточенными параметрами. Построение и связь комплексных и мультифизических моделей с сосредоточенными параметрами..

7. Модуль 7

7.1. Построение систем управления для электромеханических систем, оптимальное управление

Основы построения систем оптимального управления для сложных комплексных систем с использованием их представления в виде моделей с сосредоточенными параметрами. Обратная связь, фильтры, ПИД-Регулятор, оптимизация параметров обратной связи по точности и/или скорости..

8. Модуль 8

8.1. Обработка и анализ данных, полученных от моделей и/или реальных объектов и принципы построения систем прогнозного мониторинга

Обработка массивов данных, получаемых от цифровых двойников и реальных объектов. Принципы построения систем прогнозного мониторинга на базе полученных данных от реальных систем и их цифровых двойников..

3.3. Темы практических занятий

1. Основы работы в COMSOL Multiphysics;
2. Моделирования электромагнитных полей;
3. Моделирования тепловых полей;
4. Моделирование гидродинамических полей;
5. Моделирование механических полей;
6. Построение мультифизических моделей;
7. Представление и обработка результатов моделирования;
8. Решение обратных и оптимизационных задач на базе полевых моделей;
9. Построение комплексных мультифизических моделей с сосредоточенными параметрами на базе точных полевых моделей;
10. Построение систем управления для электромеханических систем, оптимальное управление;
11. Обработка и анализ данных, полученных от моделей и/или реальных объектов и принципы построения систем прогнозного мониторинга.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Знать:										
известные технические решения, применяемые в современных электромеханических системах	ИД-2$_{ПК-2}$	+								Тестирование/Тест 1"Основы физических процессов в электротехнике"
подходы к решения оптимизационных задач в современном программном обеспечении	ИД-2$_{ПК-2}$					+				Тестирование/Тест 1"Обратные и некорректные задачи"
основы построения комплексных мультифизических моделей (цифровых двойников) электромеханических систем	ИД-4$_{ПК-2}$			+						Контрольная работа/2. Совместное моделирование электромагнитных и тепловых процессов.
принципы обработки и анализа данных, получаемых из цифровых моделей и/или реальных систем	ИД-4$_{ПК-2}$				+					Творческая задача/1. Индивидуальное творческое задание
Уметь:										
объединять оптимальные технические решения различных узлов электромеханических систем	ИД-2$_{ПК-2}$		+							Контрольная работа/1. Моделирование электромагнитных процессов
решать обратные задачи оптимизационными методами с использованием современного программного обеспечения	ИД-4$_{ПК-2}$						+			Контрольная работа/3. Расчет зависимостей для модели с сосредоточенными параметрами на основе полевого расчета
представлять данные в форме удобной для последующей обработки и проводить базовый анализ подготовленных данных, получаемых от цифровых моделей и/или реальных систем	ИД-4$_{ПК-2}$								+	Творческая задача/2. Индивидуальное творческое задание
строить комплексные мультифизические модели (цифровые двойники)	ИД-4$_{ПК-2}$							+		Контрольная работа/4. Построение и анализ комплексных моделей с применением моделей с сосредоточенными параметрами

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. 1. Индивидуальное творческое задание (Творческая задача)
2. 1. Моделирование электромагнитных процессов (Контрольная работа)
3. 2. Совместное моделирование электромагнитных и тепловых процессов. (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1"Основы физических процессов в электротехнике" (Тестирование)

3 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. 2. Индивидуальное творческое задание (Творческая задача)
2. 3. Расчет зависимостей для модели с сосредоточенными параметрами на основе полевого расчета (Контрольная работа)
3. 4. Построение и анализ комплексных моделей с применением моделей с сосредоточенными параметрами (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1"Обратные и некорректные задачи" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. В. В. Титков- "Физические основы расчета тепловых процессов в элек-троэнергетическом оборудовании", Издательство: "Издательство Политехнического университета", Санкт-Петербург, 2011 - (172 с.)
https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362997;

2. Карпова И. М., Титков В. В.- "Компьютерные технологии в науке и производстве. Расчет физических полей в электроэнергетике", Издательство: "СПбГПУ", Санкт-Петербург, 2010 - (212 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50604;
3. Электрические аппараты : учебник и практикум для академического бакалавриата, для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / отв. ред. П. А. Курбатов . – М. : Юрайт, 2017 . – 250 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-9916-9715-6 .;
4. Самарский, А. А. Численные методы решения обратных задач математической физики / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич . – 3-е изд . – М. : Эдиториал УРСС, 2009 . – 480 с. - ISBN 978-5-382-00990-2 .;
5. Гребенко, Ю. А. Методы цифровой обработки сигналов в радиоприемных устройствах : учебное пособие по курсам "Методы и устройства цифровой обработки сигналов" и "Радиоприемные устройства" по направлению "Радиотехника" / Ю. А. Гребенко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 48 с. - ISBN 5-903072-46-1 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Ansys / CAE Fidesys;
4. OpenModelica;
5. EasyMag.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:
1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **ЭБС "Университетская библиотека онлайн"** - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - http://elib.mpei.ru/login.php

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	ЭЭА-7, Типограф	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, компьютер персональный, инвентарь учебный, дипломные и курсовые работы студентов
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭЭА-2б, Архив	стол, стул, документы

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые технологии в электромашиностроении

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест 1"Основы физических процессов в электротехнике" (Тестирование)
КМ-2 1. Моделирование электромагнитных процессов (Контрольная работа)
КМ-3 2. Совместное моделирование электромагнитных и тепловых процессов. (Контрольная работа)
КМ-4 1. Индивидуальное творческое задание (Творческая задача)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Модуль 1					
1.1	Основы моделирования полевых задач в программном обеспечении, работа с интерфейсом задания: геометрии, расчетной сетки, свойств материалов, уравнений, граничных условий, источников поля и обработки результатов		+			
2	Модуль 2					
2.1	Моделирования электромагнитных, тепловых, гидродинамических и механических полей			+		
3	Модуль 3					
3.1	Построение мультифизических моделей				+	
4	Модуль 4					
4.1	Представление и обработка результатов моделирования					+
		Вес КМ, %:	10	25	25	40

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-5 Тест 1"Обратные и некорректные задачи" (Тестирование)
КМ-6 3. Расчет зависимостей для модели с сосредоточенными параметрами на основе полевого расчета (Контрольная работа)
КМ-7 4. Построение и анализ комплексных моделей с применением моделей с сосредоточенными параметрами (Контрольная работа)
КМ-8 2. Индивидуальное творческое задание (Творческая задача)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Модуль 5					
1.1	Решение обратных и оптимизационных задач на базе полевых моделей		+			
2	Модуль 6					
2.1	Построение комплексных мультифизических моделей с сосредоточенными параметрами на базе точных полевых моделей			+		
3	Модуль 7					
3.1	Построение систем управления для электромеханических систем, оптимальное управление				+	
4	Модуль 8					
4.1	Обработка и анализ данных, полученных от моделей и/или реальных объектов и принципы построения систем прогнозного мониторинга					+
Вес КМ, %:			10	25	25	40