

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КНАГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор



И.В. Макурин

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**Б1.В.ДВ.1.2 «Математическое моделирование
электромеханических преобразователей энергии»**
к ОПОП ВО

направление подготовки

13.06.01 – Электро- и теплотехника

направленность

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

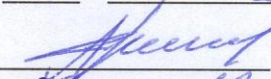
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Трудоемкость дисциплины	4 з.е.
Язык преподавания	русский

Комсомольск-на-Амуре 2018

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханика»

Заведующий кафедрой
«Электромеханика»

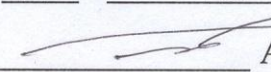
Протокол № 4 от
«03» 12 2018г.


А.В. Сериков
«03» 12 2018г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» обсуждена и одобрена на заседании совета Электротехнического факультета

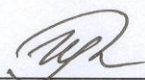
Председатель совета
Электротехнического факультета

Протокол № 4 от
«17» 12 2018г.

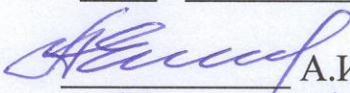

А.С. Гудим
«17» 12 2018г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки


И.А. Романовская
«17» 12 2018г.

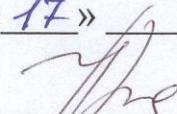
Проректор по науке и
инновационной работе


А.И. Евстигнеев
«17» 12 2018г.

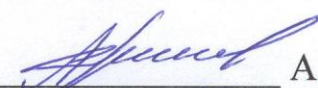
Начальник УМУ


Е.Е. Поздеева
«17» 12 2018г.

Начальник ОПА НПК


Е.В. Чепухалина
«17» 12 2018г.

Автор рабочей программы дисциплины
зав. кафедрой «Электромеханика»,
д.т.н., доцент


А.В. Сериков
«03» 12 2018г.

Введение

Учебная дисциплина «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» входит в состав вариативной части учебного плана (дисциплина по выбору) подготовки аспирантов направления 13.06.01 – Электро- и теплотехника направленности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы очной формы обучения.

Структура рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 13.06.01 – Электро- и теплотехника, утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 878 от 30 июля 2014 г. При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области электротехнических комплексов и систем, а также знания, умения и владения необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной направленности подготовки.

Дисциплина реализуется частично в форме практической подготовки, непрерывно. Дисциплина может быть реализована непосредственно в ФГБОУ ВО «КнАГУ» или в профильной организации.

Распределение нагрузки в часах для очной формы обучения при изучении дисциплины «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» представлено ниже:

Вид нагрузки	Объем в часах	Объем в форме практической подготовки, в часах
Лекции	4	–
Самостоятельная работа	140	4
Общее количество часов	144	4

1 Пояснительная записка

1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализация дисциплины

Предметом настоящей дисциплины являются общие принципы моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии, для дальнейшего анализа и синтеза компонентов электротехнических комплексов и систем.

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о математических моделях основных видов электромеханических преобразователей энергии; методах исследования и анализа различных явлений, протекающих в компонентах электротехнических комплексов и систем.

Задачи изучаемого курса «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» состоят в изучении методов и видов моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем; формирование навыков моделирования и анализа

результатов моделирования физических явлений, протекающих в компонентах электротехнических комплексов и систем.

Построение и реализация курса «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» основывается на следующих принципах:

- принцип соответствия установленным требованиям ФГОС ВО и требованиям внутривузовских нормативных документов;
- системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений;
- профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью, в целом с жизнью, предусматривает учет будущей специальности и профессиональных интересов аспирантов;
- принцип доступности, обеспечивающий соответствие объемов и сложности учебного материала реальным возможностям аспирантов;
- принцип модульного построения дисциплины заключается в том, что каждый из компонентов (модулей) дисциплины имеет определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания и обучения;
- принцип формирования мотивации, положительного отношения к процессу обучения, предлагая актуальные темы для обсуждения и используя такие методы обучения, которые дадут возможность аспирантам проявить себя наилучшим образом, раскрыть свои знания;
- принцип сознательности означает сознательное партнерство и взаимодействие с преподавателем, что непосредственно связано с развитием самостоятельности аспиранта, его творческой активности и личной ответственности за результативность обучения;
- принцип прочности усвоения материала достигается за счет его многократного воспроизведения в разных контекстах на протяжении всего курса.

Организация аудиторной и самостоятельной работы обеспечивает высокий уровень личной ответственности аспиранта за результаты учебного труда, одновременно обеспечивая возможность самостоятельного выбора последовательности и глубины изучения материала, а также соблюдения сроков отчетности.

1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы. Планируемые результаты обучения

Моделирование является особой разновидностью научного исследования, при котором исследуемый объект (технологический процесс, оборудование, вещество) заменяется его моделью. При этом модель должна обладать совокупностью важнейших свойств, присущих объекту исследования. В результате моделирование позволяет, не прибегая к эксперименту, ответить на вопрос о том, что произойдет с объектом в той или иной изменяющейся ситуации.

В настоящее время широкое распространение получило компьютерное моделирование, делающее возможной переработку больших объемов информации в составе математических моделей сложных электротехнических объектов, комплексов и систем. На основе математической модели разрабатывается программа компьютерного моделирования. Путем решения математических выражений модели, иногда многократного, при различных значениях исходных данных, исследователь получает возможность найти оптимальное, т.е. наилучшее, решение научно-технической задачи.

В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» аспирант должен быть подготовлен к следующей деятельности:

- выполнять исследования, касающиеся прогнозирования и анализа поведения электромеханического преобразователя энергии в различных режимах;
- формулировать цели программы решения задач;
- разрабатывать обобщенные варианты решения проблемы;
- выполнять сравнительный анализ этих вариантов;
- анализировать состояние электромеханического преобразователя энергии при различных воздействиях;
- создавать теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение электротехнического оборудования в различных режимах работы;
- проводить технические расчеты и выполнять отчеты по исследованиям.

Учебная дисциплина «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» входит в состав вариативной части учебного плана и является дисциплиной по выбору подготовки аспирантов. Она изучается в течение первого и второго полугодий второго года обучения. В каждом из полугодий учебным планом предусмотрен зачет по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов знаний, умений и владений следующих компетенций (таблица 1).

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 Владение общими закономерностями преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации, а также принципами и средствами управления объектами, определяющие функциональные свойства действующих или создаваемых электротехнических комплексов и систем промышленности	<p>З1 (ПК-1-I) <i>Знать</i>: теоретические основы, методы моделирования и экспериментального исследования процессов преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации.</p> <p>У1 (ПК-1-I) <i>Уметь</i>: анализировать функциональные свойства компонентов электротехнических комплексов и систем.</p> <p>В1 (ПК-1-II) <i>Владеть</i>: общими закономерностями преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации.</p>

ленного, транспортного, бытового и специального назначения.	
ПК-2 Владение общей теорией электротехнических комплексов и систем, системными свойствами и связями, физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	<p>З1 (ПК-2-II) <i>Знать</i>: методы моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии.</p> <p>У1 (ПК-2-II) <i>Уметь</i>: описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии.</p> <p>З1 (ПК-2-III) <i>Знать</i>: методы оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом.</p> <p>У1 (ПК-2-III) <i>Уметь</i>: определять оптимальные параметры элементов, входящих в электротехнический комплекс.</p> <p>В1 (ПК-2-III) <i>Владеть</i>: физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием устройств, входящих в электротехнический комплекс или систему.</p>

1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Согласно учебному плану дисциплина «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» изучается на втором году обучения. Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименование показателей	Полугодия второго года обучения	Значение трудоемкости						
		зет	Всего		в том числе:			
			часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах
			всего	в неделю	всего	в неделю		
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	1, 2	4	144	4,2	4	0,11	140	–
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	1	2	72	5,1	2	0,14	70	–
	2	2	72	3,6	2	0,1	70	–
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятия – лекции	1	–	–	–	2	0,14	–	–
	2	–	–	–	2	0,1	–	–
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет):								
4.1 Зачет	1,2	–	–	–	–	–	–	–

1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются в процессе изучения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются на вступительном экзамене по специальной дисциплине в аспирантуру.

2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

№	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость разделов, академические часы	Объем в форме практической подготовки, часы	Основные результаты изучения разделов (знания, умения, владения компетенций)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года обучения						
1	Методы моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Виды моделирования. Понятие о математическом моделировании. Развитие математических моделей электромеханических преобразователей энергии. Методы теории цепей. Методы теории поля. Статистические методы. Численные методы.	18		31 (ПК-1-I); 31 (ПК-2-II)	
2	Математическое описание процессов в электромеханическом преобразователе энергии	Обобщенный электромеханический преобразователь энергии. Системы координат. Математическое описание асинхронных, синхронных машин, машин постоянного тока и трансформаторов.	54	2	У1 (ПК-1-I); В1 (ПК-1-II); У1 (ПК-2-II); В1 (ПК-2-III)	ПД1, ФН1
Итого в первом полугодии			72	2		

Второе полугодие второго года обучения						
3	Программные средства для моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Прикладные программы моделирования динамических систем, моделирования электромагнитных и тепловых процессов в электротехнических устройствах, системы программирования на языках высокого уровня.	18	1	31, У1 (ПК-2-II); В1 (ПК-2-III)	ПД1, ФН1
4	Расчет переходных процессов в электромеханических преобразователях энергии	Алгоритм расчета переходных процессов в электромеханических преобразователях энергии. Выбор начальных условий и шага интегрирования. Особенности исследования переходных процессов в различных типах электромеханических преобразователей.	54	1	31, У1 (ПК-2-II); 31, У1, В1 (ПК-2-III)	ПД1, ФН1
Итого во втором полугодии			72	2	–	
Итого в целом по дисциплине:			144	4	–	

3 Календарный график изучения дисциплины

3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе изучения дисциплины учебным планом для аспирантов очной формы обучения предусмотрены лекции объемом 4 академических часа в первом и втором полугодии второго года обучения (по 2 часа в каждом полугодии). Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне. График лекционных занятий представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Программа лекций для очной формы обучения

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекций на формирование знаний, умений и владений компетенций
	лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	
Первое полугодие второго года обучения			
Основные принципы и тенденции развития процессов моделирования в электротехнических комплексах и системах	2	дискуссия 2	31 (ПК-1-I); 31 (ПК-2-II)
Итого в первом полугодии	2	2	–
Второе полугодие второго года обучения			
Основные принципы интерпретации и анализа результатов моделирования для оптимизации элементов электротехнических комплексов и систем	2	лекция-беседа 2	31 (ПК-2-III)
Итого во втором полугодии	2	2	–
Итого в целом по дисциплине	4	4	–

3.2 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы аспирантов, график её реализации

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления аспирантов с определенными разделами дисциплины по рекомендованным преподавателем материалам и подготовки к выполнению индивидуального задания по дисциплине.

Виды самостоятельной работы аспирантов по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии»:

– самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в приложении А);

– выполнение индивидуального задания (методические указания по выполнению индивидуального задания представлены в приложении Б).

В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины перед аспирантом ставится задача поиска необходимого материала, освоение основных и ключевых понятий изучаемого предмета. Программа самостоятельной работы аспирантов очной формы обучения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы для очной (срок обучения 4 года) формы обучения

Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	Объем в форме практической подготовки, часы	В неделю	Планируемые основные результаты самостоятельной работы (знания, умения, владения компетенций выпускников)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года					
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	14		1	З1 (ПК-1-I); З1 (ПК-2-II)	
Выполнение индивидуального задания	56	2	4	З1, У1 (ПК-1-I); В1 (ПК-1-II); З1, У1 (ПК-2-II); В1 (ПК-2-III)	ПД1, ФН1
Итого за полугодие	70	2	5	–	
Второе полугодие второго года					
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20		1	З1 (ПК-2-II); З1 (ПК-2-III)	ПД1, ФН1
Выполнение индивидуального задания	50	2	2,5	З1, У1 (ПК-2-II); З1, У1, В1 (ПК-2-III)	ПД1, ФН1
Итого за полугодие	70	2	3,5	–	
Итого дисциплине	140	4	4,1	–	

График самостоятельной работы аспирантов для очной (4 года) формы обучения представлен в таблице 6.

4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов

Контроль результатов учебной деятельности аспирантов проходит в трех формах: текущая аттестация, промежуточная аттестация и отложенный контроль знаний, умений и владений.

4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости (учебных достижений) аспирантов

Контроль текущей успеваемости аспирантов ведется по результатам собеседования на консультациях с преподавателем.

4.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости (учебных достижений) аспирантов. Фонд оценочных средств

Контроль промежуточной успеваемости аспирантов по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» осуществляется в форме зачета.

Зачет выставляется аспирантам по результатам следующих работ:

- усвоение материала лекционных занятий и тем для самостоятельного изучения (выполнение теста);
- выполнение индивидуального задания.

Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» для аспирантов очной формы обучения представлен в таблице 7.

4.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины

Отложенный контроль знаний, умений и навыков аспирантов по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представления научного доклада по основным результатам выполненной научно-квалификационной работы (диссертации).

Таблица 6 – График выполнения самостоятельной работы аспирантов очной (4 года) формы обучения

Первое полугодие второго года обучения (14 недель)

Виды работ*	Число академических часов в неделю														Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
СР1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
СР2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56
Итого	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70

Второе полугодие второго года обучения (20 недель)

Виды работ*	Число академических часов в неделю																				Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
СР1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
СР2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50
Итого	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	70

*Примечание: СР1– самостоятельное изучение разделов дисциплины.
СР2– выполнение индивидуального задания.

Таблица 7 – Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии»

Оценочное средство	Знание, умение, владение, виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
Первое полугодие второго года обучения				
Тест	31 (ПК-1-Д)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания теоретических основ, методов моделирования и экспериментального исследования процессов преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания теоретических основ, методов моделирования и экспериментального исследования процессов преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ, методов моделирования и экспериментального исследования процессов преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания теоретических основ, методов моделирования и экспериментального исследования процессов преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных от-

	(ПК-2-II)			ветов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Общие, но не структурированные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Ин- диви- дуаль- ное зада- ние	У1 (ПК-1-I) ПД1 ФН1	1	Отсутствие умений	Не приступил к выполнению задания
		2	Частично освоенное умение анализировать функциональные свойства компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 10%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать функциональные свойства компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 20%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать функциональные свойства компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 30%
		5	Успешное и систематическое умение анализировать функциональные свойства компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 40%
	В1 (ПК-1-II) ПД1 ФН1	1	Отсутствие навыков	Не приступил к выполнению задания
		2	Фрагментарное владение общими закономерностями преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	Задание выполнено на 10%
		3	В целом успешное, но не систематическое владение общими закономерностями преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	Задание выполнено на 20%
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками при анализе общих закономерностей преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	Задание выполнено на 30%
		5	Успешное и систематическое владение общими закономерностями преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	Задание выполнено на 40%

	З1 (ПК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Не приступил к выполнению задания
		2	Фрагментарные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 10%
		3	Общие, но не структурированные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 20%
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 30%
		5	Сформированные и систематические знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 40%
	У1 (ПК-2-II) ПД1 ФН1	1	Отсутствие умений	Не приступил к выполнению задания
		2	Частично освоенное умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 10%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 20%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 30%
		5	Успешное и систематическое умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 40%
	В1 (ПК-2-III) ПД1 ФН1	1	Отсутствие навыков	Не приступил к выполнению задания
		2	Фрагментарное владение физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 10%
		3	В целом успешное, но не систематическое владение физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 20%
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками при использовании физического, математического, имитационного и компьютерного моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 30%
		5	Успешное и систематическое владение физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 40%
Итоговая оценка за полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$. Для получения зачета, необходимо получить оценку не менее 3.				

Второе полугодие второго года обучения				
Тест	31 (ПК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Общие, но не структурированные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-2-III)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Индивидуальное задание	31 (ПК-2-II) ПД1 ФН1	1	Отсутствие знаний	Задание не выполнено
		2	Фрагментарные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Общие, но не структурированные знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 50%
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 80%
		5	Сформированные и систематические знания методов моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено полностью

31 (ПК-2-III) ПД1 ФН1	1	Отсутствие знаний	Задание не выполнено
	2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3	Неполные знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	Задание выполнено на 50%
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	Задание выполнено на 80%
	5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров элементов, входящих в электротехнический комплекс, в целях повышения производительности, качества и экономичности функционирования комплекса в целом	Задание выполнено полностью
У1 (ПК-2-II) ПД1 ФН1	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
	2	Частично освоенное умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3	В целом успешное, но не систематическое умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 50%
	4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено на 80%
	5	Успешное и систематическое умение описывать процессы в электромеханических преобразователях энергии	Задание выполнено полностью
У1 (ПК-2-III) ПД1 ФН1	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
	2	Частично освоенное умение определять оптимальные параметры элементов, входящих в электротехнический комплекс	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3	В целом успешное, но не систематическое умение определять оптимальные параметры элементов, входящих в электротехнический комплекс	Задание выполнено на 50%
	4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять оптимальные параметры элементов, входящих в электротехнический комплекс	Задание выполнено на 80%
	5	Успешное и систематическое умение определять оптимальные параметры элементов, входящих в электротехнический комплекс	Задание выполнено полностью
В1 (ПК-2-III)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
	2	Фрагментарное владение физическим, математическим, имитационным и компью-	Задание выполнено менее,

	ПД1 ФН1		терным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое владение физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 50%
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками при использовании физического, математического, имитационного и компьютерного моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено на 80%
		5	Успешное и систематическое владение физическим, математическим, имитационным и компьютерным моделированием компонентов электротехнических комплексов и систем	Задание выполнено полностью
Итоговая оценка за полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$. Для получения зачета, необходимо получить оценку не менее 3.				

5 Ресурсное обеспечение дисциплины

5.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Липай, Б.Р. Электромеханические системы : учебн. пособие для вузов / Б.Р. Липай, А.Н. Соломин, П.А. Тыричев; под редакцией С.И. Маслова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2011. – 351 с.
2. Абакумов, М.В. Лекции по численным методам математической физики [Электронный ресурс] : Учебное пособие / М.В. Абакумов, А.В. Гулин; МГУ им. М.В. Ломоносова – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 158 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=364601>.
3. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, Simpowersystems и Simulink [Электронный ресурс] / И.В. Черных – М. : ДМК Пресс, 2014. – 288 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/407099>.
4. Шаталов, А.Ф. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 140 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=514263>.

5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, научной и другой литературы и документации

1. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин / И.П. Копылов. – М.: Высшая школа, 1994. – 318 с.
2. Размыслов, В.А. Расчет переходных процессов в электрических машинах численными методами: Учебн. пособие / В.А. Размыслов, А.А. Скрипилев. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 1997. – 99 с.
3. Сипайлов, Г.А. Электрические машины (специальный курс) / Г.А. Сипайлов, Е.В. Кононенко, Г.А. Хорьков. – М.: Высшая школа, 1987.
4. Крючков, И.П. Переходные процессы в электроэнергетических системах / Крючков И.П., Старшинов В.А., Гусев Ю.В., Пираторов М.В. – М: Изд. дом МЭИ, 2009. – 414 с.
5. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / Под общ.ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988, 1989. 1 т. – 456 с.; 2 т. – 688 с.
6. Журналы «Электричество», «Электротехника», «Изв. вузов. Электромеханика», «Реферативный журнал. Энергетика и электротехника».

5.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины (курса, модуля)

Расчеты при выполнении индивидуального задания могут проводиться с использованием пакетов прикладных программ MathCad. Для оформления от-

чета и материалов для публикации возможно использование текстовых редакторов: Word или др. Графическая часть работы может выполняться с применением средств компьютерной графики.

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (электронно-библиотечные системы); перечень профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий); перечень информационно-справочных систем

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>.

2 Электронные информационные ресурсы издательства Springer Springer Journals <https://link.springer.com>.

3 Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>).

4 База данных международных индексов научного цитирования Scopus.

5 Информационно-справочная система «Консультант плюс».

6 Информационно-справочная система «Техэксперт».

ПРИЛОЖЕНИЕ А **(обязательное)**

Перечень тем для самостоятельного изучения

Ограниченность во времени аудиторных занятий и невозможность в сжатый срок изложить весь материал в виде лекций вызывает необходимость в самостоятельном изучении аспирантами некоторых теоретических разделов дисциплины. Для самостоятельного изучения предлагаются следующие темы.

Первое полугодие второго года обучения

1. Методы моделирования электромеханических преобразователей энергии.
2. Методы теории цепей при моделировании процессов в электромеханических преобразователях энергии.
3. Методы теории поля при моделировании процессов в электромеханических преобразователях энергии.
4. Статистические методы моделирования.
5. Обобщенный электромеханический преобразователь энергии.
6. Математическое описание электромагнитных процессов в трансформаторе, в асинхронной и синхронной машине и в машине постоянного тока.

Второе полугодие второго года обучения

1. Использование специализированных программ при исследовании динамических процессов в электротехнических комплексах и системах.
2. Компьютерное моделирование электрических, магнитных и температурных полей в элементах электротехнических комплексов и систем.
3. Моделирование переходных процессов с использованием систем программирования на языках высокого уровня.
4. Особенности исследования переходных процессов в электромеханических преобразователях энергии различных типов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б **(обязательное)**

Методические указания по выполнению индивидуальных заданий

Задание выдается индивидуально в первом полугодии второго года обучения. Содержание индивидуального задания направлено на развитие умений и владений при моделировании процессов в электромеханических преобразователях энергии, а также исследовании этих процессов с целью анализа различных режимов работы электрооборудования и должно соответствовать теме диссертационных исследований.

В первом полугодии второго года обучения разрабатывается и реализуется математическая модель исследуемых процессов и выполняется расчетная часть индивидуального задания. Во втором полугодии второго года обучения выполняется исследовательская часть индивидуального задания. Результаты работы сводятся в пояснительную записку. Пояснительная записка (отчет) должна быть оформлена в соответствии с руководящим нормативным документом университета РД 013 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». Выполненное индивидуальное задание должно быть защищено. По возможности, результаты полученные аспирантом при выполнении индивидуального задания, должны быть опубликованы и использованы в диссертационной работе.

Темы индивидуальных заданий

1. Моделирование переходных процессов в трансформаторах.
2. Моделирование переходных процессов в электромеханическом преобразователе энергии.
3. Моделирование тепловых процессов в элементах электротехнических комплексов и систем.
4. Моделирование магнитных и электрических полей в элементах электротехнических комплексов и систем.
5. Моделирование электромагнитных процессов в вентильных электромеханических преобразователях энергии.
6. Моделирование термодинамического преобразователя.
7. Моделирование силовых преобразовательных устройств.
8. Компьютерное моделирование электротехнических комплексов и систем различного назначения.
9. Моделирование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
10. Моделирование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Тесты

Тест для проверки самостоятельно освоенных тем в первом полугодии

1. Чем отличается математическое моделирование от физического?

1. Применением модели той же физической природы, что и оригинал.
2. Модель и оригинал описываются одинаковыми по форме уравнениями.
3. Возможностью полного учета процессов, происходящих в оригинале.

2. Какой вид моделирования основан на исследовании модели той же физической природы, что и оригинал?

1. Аналоговое.
2. Математическое.
3. Физическое.

3. В чем преимущество аналогового способа моделирования от цифрового?

1. Высокая точность получаемого результата.
2. Мгновенное получение результата.
3. Дискретность получаемых результатов.

4. Какой вид моделирования не относится к математическому?

1. Цифровое.
2. Аналоговое.
3. Физическое.

5. Назовите причину для ввода системы допущений при математическом описании физических процессов в электротехнических комплексах и системах.

1. Упрощение математического описания процессов и возможность получения решения задачи.
2. Возможность использования одной модели для описания процессов в различных объектах.
3. Возможность получения быстрого результата решения задачи.

6. Какое допущение используется для математического описания идеализированной электрической машины.

1. Отсутствие нагрузки на валу.
2. Отсутствие высших гармоник магнитного поля.
3. Отсутствие активных сопротивлений в многовитковых катушках (обмотках).

7. Какие уравнения составляются при описании переходных процессов в электромеханических преобразователях энергии?

1. Алгебраические уравнения состояния электрических и магнитных цепей.
2. Дифференциальные уравнения в частных производных.

3. Уравнения равновесия напряжений обмоток и уравнение равновесия моментов на валу машины.

8. Какая система координат для исследования переходных процессов в трехфазном электромеханическом преобразователе энергии не является ортогональной?

1. Фазовая система координат.
2. Система координат α, β .
3. Система координат u, v .

9. Назовите неподвижную систему координатных осей, т.е. жестко связанную со статором электромеханического преобразователя энергии.

1. Система координат α, β .
2. Система координат d, q .
3. Система координат u, v .

10. Какую систему координатных осей обычно используют для исследования процессов в асинхронных двигателях?

1. Система координат α, β .
2. Система координат d, q .
3. Система координат u, v .

Тест для проверки самостоятельно освоенных тем во втором полугодии

1. Какую систему координатных осей обычно используют для исследования процессов в синхронных машинах?

1. Система координат α, β .
2. Система координат d, q .
3. Система координат u, v .

2. Если одна часть электрической машины (статор или ротор) симметрична, а другая нет, то координатные оси следует жестко связывать ...

1. С симметричной частью.
2. С несимметричной частью.
3. С неподвижной частью.

3. Сколько дифференциальных уравнений необходимо для математического описания трехфазной асинхронной машины в естественной фазовой системе координатных осей?

1. 5
2. 6
3. 7 или 8.

4. Что не является принципиальным преимуществом системы относительных единиц, используемой при исследовании переходных процессов в электромеханических преобразователях энергии?

1. Упрощается вид системы уравнений электрической машины.
2. Легче сравнивать поведения машин разных мощностей и типов в различных режимах работы.

3. Некоторые параметры электрических машин заданы в относительных единицах, что не требует их пересчета из абсолютных величин.

5. Какие процессы в электромеханическом преобразователе энергии позволяет анализировать математические модели на основе системы дифференциальных уравнений?

1. Переходные и установившиеся процессы.
2. Только переходные процессы.
3. Только установившиеся режимы.

6. Какой вид переходного процесса учитывает изменение частоты вращения вала в электромеханическом преобразователе энергии?

1. Волновой.
2. Электромагнитный.
3. Электромеханический.

7. В моделировании каких процессов нет необходимости при исследовании трансформатора?

1. Тепловых.
2. Электромагнитных.
3. Электромеханических.

8. Какие математические модели применяются для решения задач исследования электромеханических преобразователей энергии на микроуровне?

1. На основе дифференциальных уравнений в частных производных.
2. На основе системы алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Модели информационных процессов.

9. Какие методы моделирования относятся к макроуровню при исследовании электромеханических преобразователей энергии в составе электротехнической системы?

1. Методы теории поля.
2. Методы теории цепей.
3. Методы на основе информационных процессов.

10. Метод планирования эксперимента позволяет ...

1. Значительно уменьшить объем вычислений на ЭВМ.
2. Повысить точность моделей.
3. Создать экспериментальную базу.

