

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формировать способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучение методов расчета переходных процессов электрических машин постоянного и переменного тока;
- Изучение методов расчета устойчивости электрических машин постоянного и переменного тока;
- Ознакомление учащихся с методами расчета рабочих и пусковых характеристик машин постоянного тока;
- Ознакомление учащихся с методами расчета рабочих и пусковых характеристик машин переменного тока.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

ПК-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-2	знает цели и задачи проекта создания электромеханических преобразователей энергии;
	умеет анализировать ресурсные ограничения, условия реализации, риски реализации, выбирать стратегию реализации проекта с учетом прогноза изменений условий проекта, анализировать эффективность реализации проекта;
	владеет разработкой плана проекта, документированием процесса управления проектом, контролем хода выполнения проекта.
ПК-2	знает – актуальную нормативную документацию в соответст-

	<p>вующей области знаний</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные методы расчетов переходных процессов электрических машин; – основную современную компьютерную технику, используемую для расчетов в цепных и полевых задачах; – основные программные продукты, используемые при проведении компьютерного моделирования переходных процессов и устойчивости электрических машин, а также вычислительных экспериментов электромагнитного поля.
	<p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – Осуществлять организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок. – Проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний. – Осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
	<p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами проведения вычислительных экспериментов в электрических машинах постоянного и переменного тока; – основами теории стационарного и переменного электромагнитного поля и методами его расчетов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18

Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Самостоятельная работа	153	153
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие положения теории	Основные допущения. Системы координатных осей.	2	0	10	12
2	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно непод-	Безреостатный пуск двигателя параллельного возбуждения.	2	2	10	14

	вижными осями обмоток и полюсов.					
3	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно перемещающимися осями обмоток.	Уравнения синхронной машины в системе координат d, q .	2	4	30	36
4	Исследование устойчивости работы.	Методы анализа устойчивости в электрических машинах. Режим автоколебаний.	4	4	30	38
5	Методы расчета статических магнитных полей в электрических машинах.	Уравнения электромагнитного поля и методы их решения.	2	4	10	16
6	Методы расчета переменных магнитных полей в электрических машинах.	Векторный магнитный потенциал и энергетические функционалы для расчетов поля численными методами.	4	4	10	18
7	Методы расчета коммутации.	Методы расчета коммутации в машинах постоянного тока.	2	0	8	10
Итого			18	18	108	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие положения теории	Основные допущения. Системы координатных осей.	2	0	24	26
2	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов.	Безреостатный пуск двигателя параллельного возбуждения	2	2	26	30
3	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно перемещающимися осями обмоток.	Уравнения синхронной машины в системе координат d, q .	2	2	26	30
4	Исследование устойчивости работы.	Методы анализа устойчивости в электрических машинах. Режим автоколебаний.	2	2	26	30
5	Методы расчета статических магнитных полей в электрических машинах.	Уравнения электромагнитного поля и методы их решения.	0	2	26	28
6	Методы расчета переменных магнитных полей в электрических машинах.	Векторный магнитный потенциал и энергетические функционалы для расчетов поля численными методами.	0	2	25	27
Итого			8	10	153	171

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: « Переходные процессы в трансформаторе при включение под напряжение и при внезапном коротком замыкании »

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- получение навыков применения теории электрических машин при проектировании различных электромеханических преобразователей энергии;
- детальное знакомство с функциональным назначением конструктивных элементов электрических машин, а также навыков выбора материалов для различных частей электрических машин;

- получение навыков конструкторского проектирования электрических машин;
- получение навыков при оценке тепловых, вентиляционных и прочностных расчетов при проектировании и конструировании электрических машин.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-2	знает цели и задачи проекта создания электро-механических преобразователей энергии;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	умеет анализировать ресурсные ограничения, условия реализации, риски реализации, выбирать стратегию реализации проекта с учетом прогноза изменений условий проекта, анализировать эффективность реализации проекта;	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет разработкой плана проекта, документированием процесса управления проектом, контролем хода выполнения проекта.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знает – актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний – основные методы расчетов переходных процессов электрических машин; – основную современ-	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

<p>ную компьютерную технику, используемую для расчетов в цепных и полевых задачах; – основные программные продукты, используемые при проведении компьютерного моделирования переходных процессов и устойчивости электрических машин, а также вычислительных экспериментов электромагнитного поля.</p>			
<p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – Осуществлять организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок. – Проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний. – Осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. 	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
<p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами проведения вычислительных экспериментов в электрических машинах постоянного и переменного тока; – основами теории стационарного и переменного электромагнитного поля и методами его расчетов. 	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-2	знает цели и задачи проекта создания электромеханических преобразователей энергии;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет анализировать ресурсные ограничения, условия реализации, риски реализации, выбирать стратегию реализации проекта с учетом прогноза изменений условий проекта, анализировать эффективность реализации проекта;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеет разработкой плана проекта, документированием процесса управления проектом, контролем хода выполнения проекта.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знает – актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний – основные методы расчетов переходных процессов электрических машин; – основную современную компьютерную технику, используемую для расчетов в цепных и полевых задачах; – основные программные продукты, используемые при проведении компьютерного моделирования переходных процессов и устойчивости электрических машин, а также вычислительных экспериментов электромагнитного поля.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет – Осуществлять организацию сбора и изучения научно-	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех,	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

	<p>технической информации по теме исследований и разработок.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний. – Осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. 		<p>верные ответы</p>	<p>но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>задач</p>	
	<p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами проведения вычислительных экспериментов в электрических машинах постоянного и переменного тока; – основами теории стационарного и переменного электромагнитного поля и методами его расчетов. 	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Классическая форма тройственной ограниченности?
 - а) Классические ограничения объём работы, время и стоимость.
 - б) Классические ограничения объём работы, время и качество
 - в) Классические ограничения количество работы, время и качество
 - г) Классические ограничения количество работы, время, стоимость и качество.

2. В каких случаях применяют водопадный жизненный цикл проекта?
 - а) при предположении о низких рисках и критичности сроков завершения;
 - б) при предположении о неизменности требований, низких рисках и критичности сроков завершения;

- в) при предположении о неизменности требований и низких рисках ;
- г) при предположении о неизменности требований, низких рисках, критичности сроков завершения и качестве выполняемых работ.

3. В каких случаях применяют гибкую методологию разработки проекта?

- а) предположение о критичности к сроку и гибких требованиях к качеству и ресурсам проекта;
- б) предположение о критичности к ресурсам и гибких требованиях к сроку и качеству проекта;
- в) предположение о критичности качества и гибких требованиях к сроку и ресурсам проекта;
- г) предположение о критичности качества и гибких требованиях к ресурсам проекта.

4. В каких случаях применяют методологию разработки бережливый стартап проекта?

- а) предположение о не высоких рисках и неопределённостях и проекта
- б) предположение о критичности к сроку и гибких требованиях к качеству и ресурсам проекта;
- в) предположение о критичности качества и гибких требованиях к ресурсам проекта.
- г) предположение о высоких неопределённостях и рисках проекта

5. Процедуры управления проектом по традиционной методологии?

- а) определение среды проекта, формулирование проекта, планирование проекта, техническое выполнение, контроль над выполнением;
- б) определение среды проекта, планирование проекта, техническое выполнение, контроль над выполнением;
- в) определение среды проекта, формулирование проекта, техническое выполнение, контроль над выполнением;
- г) формулирование проекта, планирование проекта, техническое выполнение, контроль над выполнением.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Дифференциальные уравнения двухобмоточного трансформатора. Укажите правильный ответ.

А) $U_1 = \partial\psi_{11}/\partial t + r_1 i_1;$
 $U_2 = \partial\psi_{22}/\partial t + r_2 i_2.$

Б) $U_1 = \partial\Phi_{11}/\partial t + r_1 i_1;$
 $U_2 = \partial\Phi_{22}/\partial t + r_2 i_2.$

В) $U_1 = \partial L_{11}/\partial t + r_1 i_1;$
 $U_2 = \partial L_{22}/\partial t + r_2 i_2.$

Г) $U_1 = \partial\psi_{11}/\partial t + x_1 i_1;$
 $U_2 = \partial\psi_{22}/\partial t + x_2 i_2.$

2. Дифференциальные уравнения машины постоянного тока. Укажите правильный ответ.

- А) $U_1 = \partial\Phi_{\text{ш}}/\partial t + r_b i_b;$
 $U_2 = \partial\Phi/\partial t + \psi_{d0} \omega + r_a i_a.$
- Б) $U_1 = \partial\psi_{\text{ш}}/\partial t + r_b i_b;$
 $U_2 = \partial\psi/\partial t + \psi_{d0} \omega + r_a i_a.$
- В) $U_1 = \partial L_{11}/\partial t + r_1 i_1;$
 $U_2 = \partial L_{22}/\partial t + r_2 i_2.$
- Г) $U_1 = \partial\psi_{\text{ш}}/\partial t + r_b i_b;$
 $U_2 = \partial\psi_{\text{ш}}/\partial t + \psi_{d0} \omega + r_a i_a.$

3. Дифференциальные уравнения трёхфазной синхронной машины. Укажите правильный ответ.

- А) $U_a = \partial\psi_a/\partial t + r_1 i_a;$
 $U_b = \partial\psi_b/\partial t + r_2 i_b.$
 $U_c = \partial\psi_c/\partial t + r_3 i_c.$
- Б) $U_a = \partial\psi_a/\partial t + r_a i_a;$
 $U_b = \partial\psi_b/\partial t + r_b i_b.$
 $U_c = \partial\psi_c/\partial t + r_c i_c.$
- В) $U_a = \partial\psi_a/\partial t + r_1 i_a;$
 $U_b = \partial\psi_b/\partial t + r_1 i_b.$
 $U_c = \partial\psi_c/\partial t + r_1 i_c.$
- Г) $U_a = \partial\psi_1/\partial t + r_1 i_a;$
 $U_b = \partial\psi_2/\partial t + r_1 i_b.$
 $U_c = \partial\psi_3/\partial t + r_1 i_c.$

4. Дифференциальные уравнения трёхфазной асинхронной машины. Укажите правильный ответ.

- А) $U_a = \partial\psi_a/\partial t + r_1 i_a;$
 $U_b = \partial\psi_b/\partial t + r_2 i_b.$
 $U_c = \partial\psi_c/\partial t + r_3 i_c.$
- Б) $U_{1A} = \partial\Phi_{1A}/\partial t + r_1 i_{1A};$
 $U_{1B} = \partial\Phi_{1B}/\partial t + r_1 i_{1B}.$
 $U_{1C} = \partial\Phi_{1C}/\partial t + r_1 i_{1C}.$
- В) $U_{1A} = \partial\psi_{1A}/\partial t + r_1 i_{1A};$
 $U_{1B} = \partial\psi_{1B}/\partial t + r_1 i_{1B}.$
 $U_{1C} = \partial\psi_{1C}/\partial t + r_1 i_{1C}.$
- Г) $U_{1A} = \partial\psi_{1A}/\partial t + r_1 i_{1A};$
 $U_{1B} = \partial\psi_{1B}/\partial t + r_1 i_{1B}.$
 $U_{1C} = \partial\psi_{1C}/\partial t + r_1 i_{1C}.$

5. Полная система уравнений электромагнитного поля. Укажите правильный ответ.

- А) $\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{J};$ $\text{div}\mathbf{B} = 0;$ $\text{rot}\mathbf{E} = -\partial\mathbf{B}/\partial t;$ $\text{div}\mathbf{D} = \rho.$
- Б) $\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{J};$ $\text{div}\mathbf{B} = 0;$ $\text{rot}\mathbf{E} = \partial\mathbf{B}/\partial t;$ $\text{div}\mathbf{D} = \rho.$
- В) $\text{rot}\mathbf{H} = -\mathbf{J};$ $\text{div}\mathbf{B} = 0;$ $\text{rot}\mathbf{E} = \partial\mathbf{B}/\partial t;$ $\text{div}\mathbf{D} = \rho.$
- Г) $\text{rot}\mathbf{H} = -\mathbf{J};$ $\text{div}\mathbf{B} = 0;$ $\text{rot}\mathbf{E} = -\partial\mathbf{B}/\partial t;$ $\text{div}\mathbf{D} = -\rho.$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения производится посредством однофазного полностью управляе-

мого преобразователя. Номинальные данные двигателя: $P_{2\text{ном}} = 7500$ Вт; номинальное напряжение $U_{\text{ном}} = 230$ В; номинальная частота вращения $n = 1200$ об/мин; число полюсов $2p = 4$; сопротивление якоря $R_a = 0.3$ Ом; рабочий магнитный поток $\Phi_0 = 1.14 \cdot 10^{-2}$ Вб; обмотка якоря простая петлевая, с числом активных проводников $N = 958$. Напряжение питания на входе преобразователя 260 В. Индуктивность якорной цепи предполагается достаточной для обеспечения непрерывного тока якоря и отсутствия пульсаций. Определить скорость двигателя при номинальном моменте для угла управления $\alpha = 30^\circ$.

А) $n = 1028$ об/мин Б) $n = 1038$ об/мин

В) $n = 1048$ об/мин Г) $n = 1058$ об/мин

2. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения производится посредством однофазного полностью управляемого преобразователя. Номинальные данные двигателя: $P_{2\text{ном}} = 8000$ Вт; номинальное напряжение $U_{\text{ном}} = 230$ В; номинальная частота вращения $n = 1500$ об/мин; число полюсов $2p = 4$; сопротивление якоря $R_a = 0.5$ Ом; рабочий магнитный поток $\Phi_0 = 1.2 \cdot 10^{-2}$ Вб; обмотка якоря простая волновая, с числом активных проводников $N = 1000$. Напряжение питания на входе преобразователя 260 В. Индуктивность якорной цепи предполагается достаточной для обеспечения непрерывного тока якоря и отсутствия пульсаций. Определить скорость двигателя при номинальном моменте для угла управления $\alpha = 30^\circ$.

А) $n = 490$ об/мин Б) $n = 480$ об/мин

В) $n = 470$ об/мин Г) $n = 450$ об/мин

3. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения производится посредством ТРЁХФАЗНОГО полностью управляемого преобразователя. Номинальные данные двигателя: $P_{2\text{ном}} = 7500$ Вт; номинальное напряжение $U_{\text{ном}} = 440$ В; номинальная частота вращения $n = 2400$ об/мин; число полюсов $2p = 4$; сопротивление якоря $R_a = 0.3$ Ом; рабочий магнитный поток $\Phi_0 = 1.14 \cdot 10^{-2}$ Вб; обмотка якоря простая петлевая, с числом активных проводников $N = 958$. Трёхфазное переменное напряжение питания на входе преобразователя обеспечивает трансформатор Y/Y $U_\phi / U_\Delta = 220/380$ В. Индуктивность якорной цепи предполагается достаточной для обеспечения непрерывного тока якоря и отсутствия пульсаций. Определить скорость двигателя при номинальном моменте для угла управления $\alpha = 60^\circ$.

А) $n = 1490$ об/мин Б) $n = 1484$ об/мин

В) $n = 1384$ об/мин Г) $n = 1350$ об/мин

4. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения производится посредством ТРЁХФАЗНОГО полностью управляемого преобразователя. Номинальные данные двигателя: $P_{2ном}=6000$ Вт; номинальное напряжение $U_{ном}=230$ В; номинальная частота вращения $n = 1500$ об/мин; КПД двигателя $\eta = 0,9$ сопротивление якоря $R_a = 0.18$ Ом.

Трёхфазное переменное напряжение питания на входе преобразователя обеспечивает трансформатор Y/Y $U_{\phi} / U_{л} = 127/220$ В. Индуктивность якорной цепи предполагается достаточной для обеспечения непрерывного тока якоря и отсутствия пульсаций. Определить скорость двигателя при номинальном моменте для угла управления $\alpha = 20^\circ$.

- А) $n = 2070$ об/мин; Б) $n = 2080$ об/мин;
В) $n = 2060$ об/мин; Г) $n = 2050$ об/мин.

5. Рассчитать необходимую индуктивность дросселя, включаемого в цепь двигателя постоянного тока. Если известна требуемая эквивалентную индуктивность цепи якоря равная $L_{\phi} = 4,47$ мГн. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 10,5$ кВт; $U_{ном} = 220$ В; $n_{ном} = 3000$ об/мин; КПД $\eta = 0,84$; число полюсов $2p = 4$. Индуктивность фазы трансформатора принять равной $L_a = 0.4$ мГн.

- А) $L_{др} = 1,6$ мГн Б) $L_{др} = 1,5$ мГн
В) $L_{др} = 1.0$ мГн Г) $L_{др} = 1.4$ мГн

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Полная система уравнений электромагнитного поля.
2. Основные допущения для практического применения полевых методов.
3. Векторный и скалярный потенциал магнитного поля.
4. Магнитное поле линейного тока.
5. Граничные условия на поверхности раздела двух сред.
6. Аналитические методы решения задач.
7. Энергия магнитного поля, индуктивность, механические силы.
8. Уравнения электромагнитного поля, гармонически изменяющегося во времени.
9. Вытеснение тока в пазу электрической машины.
10. Основные допущения, принимаемые при исследовании электрических машин.

11. Система координатных осей.
12. Система относительных единиц.
13. Приведение обмоток электрических машин.
14. Замена короткозамкнутых обмоток ротора машин переменного тока эквивалентными двухфазными.
15. Дифференциальные уравнения двухобмоточного трансформатора.
16. Дифференциальные уравнения машины постоянного тока.
17. Безреостатный пуск двигателя параллельного возбуждения.
18. Расчёт тока включения трансформатора.
19. Самовозбуждение генератора постоянного тока.
20. Уравнения синхронной явнополюсной машины в фазной системе координат.
21. Уравнения синхронной явнополюсной машины в системе координат d и q .
22. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора.
23. Переходные процессы в асинхронном двигателе.
24. Коммутация коллекторных машин.
25. Способы улучшения коммутации коллекторных машин.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие положения теории	УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
2	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно неподвижными осями обмоток и	УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту....

	полюсов.		
3	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно перемещающимися осями обмоток.	УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
4	Исследование устойчивости работы.	УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
5	Методы расчета статических магнитных полей в электрических машинах.	УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
6	Методы расчета переменных магнитных полей в электрических машинах.	УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Вольдек, А.И., Попов В.В. *Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов.* – СПб. : Питер, 2007. – 350 с.: ил.

2. Вольдек, А.И., Попов В.В. *Электрические машины. Машины постоянного тока и трансформаторы: Учебник для вузов.* – СПб. : Питер, 2007. – 350 с.: ил.

3. Кононенко, Е.В., Кононенко, К.Е., Волчихин В.И. *Электрические машины переменного тока : учеб. пособие .* - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 120 с. -(Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 35.00.

4. Кононенко, Е.В., Кононенко, К.Е., Писаревский, Ю.В. *Электрические машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. пособие .* - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 112 с. - (Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 35.00.

5. Копылов, И.П. *Электрические машины : Учебник для академического бакалавриата.* - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 675 с. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-3803-6 : 811-03.

6. Кононенко К.Е.; Писаревский Ю.В.; Кононенко А.В.; Писаревский А. Ю. *Лабораторный практикум по курсу "Электрические машины" учебное пособие / Воронеж. гос. техн. ун-т, каф. электромех. систем и электроснабжения.* - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2025. - 145 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82578804>.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- WIN HOME 10 32-bit/64-bit All Lng PK Lic Online DwnLd NR;
- OpenOffice;
- Google Chrome;
- Adobe Acrobat Reader;
- Компас-График LT.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <http://docs.cntd.ru>

– ИНФОСАЙТ.ру Гости, национальные стандарты, нормативы: Приказ Министерства промышленности и энергетики РФ от 30 апреля 2008

- з. N 216 URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/55/55201/index.htm
- Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система. URL: www1.fips.ru
 - Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/>
 - Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», /«Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com>
 - Сайт Netelectro Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. URL: <https://netelectro.ru/>
 - Сайт Marketelectro Рынок электротехники- отраслевой портал: Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. URL: <https://marketelectro.ru/>
 - Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>
 - Сайт МАШИИНОФОРМ.РУ Технические характеристики промышленного оборудования: Каталог электротехнического оборудования.. URL: <https://electro.mashinform.ru;>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» требует наличия учебной аудитории для проведения лекционных занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

- переносной компьютер.

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональные компьютеры в сборе – 20 шт.

Для самостоятельной работы используется «Аудитория для групповых

и

индивидуальных консультаций/ Аудитория для самостоятельной рабо-

ТЫ»

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электромеханических преобразователей энергии. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории и моделированием переходных процессов в электромеханических преобразователях.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом

занятие	лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведу- ющего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализированы разделы 8.1, 8.2 пункта 8, а именно «Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины», «Лицензионное программное обеспечение», «Свободно распространяемое и бесплатное программное обеспечение», «Современные профессиональные базы данных». Актуализирован пункт 9 «Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса»	31.08.2025	