

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет энергетики
Электрических машин и электропривода



УТВЕРЖДЕНО:
Декан, Руководитель подразделения
Шевченко А.А.
(протокол от 26.04.2024 № 10)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
« ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль): Электрооборудование и электротехнологии

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Формы обучения: очная, заочная

Год набора: 2024

Срок получения образования: Очная форма обучения – 4 года
Заочная форма обучения – 4 года 9 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 6 з.е.
в академических часах: 216 ак.ч.

Разработчики:

Доцент, кафедра электрических машин и электропривода
Чеснюк Е.Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Минобрнауки России от 23.08.2017 №813, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист в области механизации сельского хозяйства", утвержден приказом Минтруда России от 02.09.2020 № 555н; "Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами", утвержден приказом Минтруда России от 12.10.2021 № 723н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Электрических машин и электропривода	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Оськин С.В.	Согласовано	16.04.2024, № 10
2	Факультет энергетики	Председатель методической комиссии/совета	Стрижков И.Г.	Согласовано	22.04.2024, № 8
3	Электрических машин и электропривода	Руководитель образовательной программы	Николаенко С.А.	Согласовано	22.04.2024, № 8

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - является формирование системы знаний по электрическим машинам, применяемым для электрификации технологических процессов в сельском хозяйстве.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основ теории, устройства, рабочих свойств электрических машин и области их применения.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-П2 ПК-2 Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и параметров энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

ПК-П2.1 ПК-2.1 Осуществляет производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и параметров энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

Знать:

ПК-П2.1/Зн2 Современные возможности и средства механизации и автоматизации производственных процессов в сельскохозяйственном производстве

Уметь:

ПК-П2.1/Ум2 Обосновывать оптимальную структуру и состав энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

Владеть:

ПК-П2.1/Нв2 Проектирование состава энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

ПК-П2.2 ПК-2.2 Осуществляет разработку автоматизированных систем управления, реализующих производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и параметров энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

Знать:

ПК-П2.2/Зн2 Современные возможности и средства механизации и автоматизации производственных процессов в сельскохозяйственном производстве

Уметь:

ПК-П2.2/Ум11 Оценивать соответствие реализуемых технологических процессов эксплуатации сельскохозяйственной техники разработанным планам и технологиям

Владеть:

ПК-П2.2/Нв8 Контроль реализации разработанных планов и технологий эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П2.3 ПК-2.3 Осуществляет организацию метрологической поверки основных средств измерений для оценки качества производимой, перерабатываемой и хранимой сельскохозяйственной продукции

Знать:

ПК-П2.3/Зн1 Методы оценки показателей эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

Уметь:

ПК-П2.3/Ум4 Готовить заключения по предложениям персонала по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

Владеть:

ПК-П2.3/Нв1 Анализ эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации

ПК-П3 ПК-3. Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

ПК-П3.1 ПК-3.1 Выполняет работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

Знать:

ПК-П3.1/Зн1 Методы оценки показателей эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Зн2 Причины простоев сельскохозяйственной техники в организации

ПК-П3.1/Зн3 Передовой опыт в области технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Зн4 Направления и способы повышения эксплуатационных показателей сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Зн5 Методика оценки риска от внедрения новых технологий (элементов технологий)

ПК-П3.1/Зн6 Методика оценки ресурсов, необходимых для внедрения мер по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Зн7 Методика расчета затрат на внедрение и экономического эффекта от внедрения мер по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Зн8 Требования охраны труда в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей

Уметь:

ПК-П3.1/Ум1 Рассчитывать показатели эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Ум2 Выявлять причины и продолжительность простоев сельскохозяйственной техники и оборудования, связанные с их неудовлетворительным техническим состоянием и нерациональным использованием

ПК-П3.1/Ум3 Определять источники, осуществлять анализ и оценку профессиональной информации, используя различные информационные ресурсы

ПК-П3.1/Ум4 Готовить заключения по предложениям персонала по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Ум5 Выполнять анализ рисков от внедрения разрабатываемых мер по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-П3.1/Ум6 Определять ресурсы, необходимые для внедрения разработанных мер по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-ПЗ.1/Ум7 Оценивать затраты на внедрение и экономический эффект от внедрения мер по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

Владеть:

ПК-ПЗ.1/Нв1 Анализ эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации

ПК-ПЗ.1/Нв2 Рассмотрение предложений персонала по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-ПЗ.1/Нв3 Анализ передового отечественного и зарубежного опыта по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-ПЗ.1/Нв4 Разработка предложений по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-ПЗ.1/Нв5 Внесение коррективов в планы работы подразделения для внедрения предложений по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники, согласованных с руководством организации

ПК-ПЗ.1/Нв6 Выдача производственных заданий персоналу по выполнению работ, связанных с повышением эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

ПК-ПЗ.1/Нв7 Оценка эффекта от внедрения мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Электрические машины» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): Очная форма обучения - 5, 6, Заочная форма обучения - 5, 6.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	108	3	65	1		24	16	24	43	Зачет
Шестой семестр	108	3	55	3		18	18	16	26	Экзамен (27)
Всего	216	6	120	4		42	34	40	69	27

Заочная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	108	3	13	1		4	4	4	95	Зачет Контроль ная работа
Шестой семестр	108	3	15	3		4	4	4	93	Контроль ная работа Экзамен
Всего	216	6	28	4		8	8	8	188	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Очная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Машины постоянного тока	44		12	6	12	14	ПК-П2.2
Тема 1.1. Введение. Значение элект-рических машин и транс-форматоров для электри-фикации сельского хозяй-ства и для электроэнергети-ки в целом. Краткая исто-рия развития электрических машин и трансформаторов и задачи электромашино-строения на современном этапе.	3			1		2	

Тема 1.2. Устройство и принцип работы машины постоянного тока (МПТ). Обмотки МПТ. ЭДС обмотки якоря. Реакция якоря	9			1	4	4	
Тема 1.3. Генераторы постоянного тока. Система возбуждения, энергетическая диаграмма, уравнения. Характеристики генераторов.	14		4	2	4	4	
Тема 1.4. Двигатели постоянного тока. Принцип работы, уравнения, способы пуска. Рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения	18		8	2	4	4	
Раздел 2. Трансформаторы	64	1	12	10	12	29	ПК-П2.1
Тема 2.1. Трансформаторы. Основные типы трансформаторов, номинальные величины, магнитные системы, обмотки. Принцип работы трансформатора. Режим холостого хода однофазного трансформатора. Уравнение ЭДС, схема замещения. Потери мощности при холостом ходе. Работа под нагрузкой. Приведённый трансформатор.	13	1		2	4	6	ПК-П2.3
Тема 2.2. Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Схема замещения. Определение параметров схемы замещения приведённого трансформатора.	12		2	2	2	6	
Тема 2.3. Эксплуатационные показатели: изменение вторичного напряжения, КПД. Внешние характеристики. Условия максимума КПД. Схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных трансформаторов.	12		2	2	2	6	
Тема 2.4. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу. Автотрансформатор.	14		4	2	2	6	
Тема 2.5. Несимметричная нагрузка 3-х фазного трансформатора.	13		4	2	2	5	
Раздел 3. Машины переменного тока	81	3	18	18	16	26	ПК-П3.1

Тема 3.1. Вращающееся магнитное поле. Основные принципы устройства сосредоточенных и пространственно распределенных обмоток. МДС катушки, одной фазы и трех фаз пространственно распределенной обмотки. Изменение МДС обмотки во времени и в пространстве	6			2	2	2
Тема 3.2. Асинхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Опытное определение параметров схемы замещения. Разделение потерь холостого хода.	15	3	4	2	4	2
Тема 3.3. Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Пуск асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронных машин.	10		4	2	2	2
Тема 3.4. Регулировочные свойства двигателя и способы регулирования частоты вращения. Круговая диаграмма асинхронного двигателя	10		4	2	2	2
Тема 3.5. Синхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.	9			2	4	3

Тема 3.6. Магнитное поле обмотки возбуждения. Результирующее магнитное поле при различном характере нагрузки. Индуктивные сопротивления явнополюсной и неявнополюсной синхронной машины.	6			2		4
Тема 3.7. Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания. Векторные диаграммы явнополюсных и неявнополюсных синхронных генераторов.	9		4	2		3
Тема 3.8. Включение на параллельную работу синхронных генераторов с сетью бесконечно большой мощности. Особенности работы генератора с сетью. Угловая характеристика. U-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности.	6			2		4
Тема 3.9. Угловая характеристика и U-образные характеристики двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей.	10		2	2	2	4
Итого	189	4	42	34	40	69

Заочная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие с результатам освоения программы
Раздел 1. Машины постоянного тока	45		2	2	1	40	ПК-П2.2

Тема 1.1. Введение. Значение элек-трических машин и транс-форматоров для электри-фикации сельского хозяй-ства и для электроэнергети-ки в целом. Краткая исто-рия развития электрических машин и трансформаторов и задачи электромашино-строения на современном этапе.	11			1		10	
Тема 1.2. Устройство и принцип ра-боты машины постоянного тока (МПТ). Обмотки МПТ. ЭДС обмотки якоря. Реакция якоря	10					10	
Тема 1.3. Генераторы постоянного тока. Система возбуждения, энергетическая диаграмма, уравнения. Характеристики генераторов.	10					10	
Тема 1.4. Двигатели постоянного тока. Принцип работы, уравнения, способы пуска. Рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения	14		2	1	1	10	
Раздел 2. Трансформаторы	63	1	2	2	3	55	ПК-П2.1
Тема 2.1. Трансформаторы. Основ-ные типы трансформато-ров, номинальные величине-ны, магнитные системы, обмотки. Принцип работы трансформатора. Режим холостого хода однофазно-го трансформатора. Урав-нение ЭДС, схема замеще-ния. Потери мощности при холостом ходе. Работа под нагрузкой. Приведённый трансформатор.	15			1	2	12	ПК-П2.3
Тема 2.2. Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Схема замещения. Определение параметров схемы замеще-ния приведённого транс-форматора.	13	1	2			10	

Тема 2.3. Эксплуатационные показателя: изменение вторично-го напряжения, КПД. Внешние характеристики. Условия максимума КПД. Схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных трансформаторов.	14				1	13	
Тема 2.4. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу. Автотрансформатор.	11				1	10	
Тема 2.5. Несимметричная нагрузка 3-х фазного трансформатора.	10					10	
Раздел 3. Машины переменного тока	108	3	4	4	4	93	ПК-ПЗ.1
Тема 3.1. Вращающееся магнитное поле. Основные принципы устройства сосредоточенных и пространственно распределенных обмоток. МДС катушки, одной фазы и трех фаз пространственно распределенной обмотки. Изменение МДС обмотки во времени и в пространстве	11					11	
Тема 3.2. Асинхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Опытное определение параметров схемы замещения. Разделение потерь холостого хода.	15	3			2	10	
Тема 3.3. Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Пуск асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронных машин.	10					10	
Тема 3.4. Регулировочные свойства двигателя и способы регулирования частоты вращения. Круговая диаграмма асинхронного двигателя	10					10	

Тема 3.5. Синхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.	18		2	2	2	12
Тема 3.6. Магнитное поле обмотки возбуждения. Результирующее магнитное поле при различном характере нагрузки. Индуктивные сопротивления явнополюсной и неявнополюсной синхронной машины.	10					10
Тема 3.7. Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания. Векторные диаграммы явнополюсных и неявнополюсных синхронных генераторов.	10					10
Тема 3.8. Включение на параллельную работу синхронных генераторов с сетью бесконечно большой мощности. Особенности работы генератора с сетью. Угловая характеристика. U-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности.	14		2		2	10
Тема 3.9. Угловая характеристика и U-образные характеристики двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей.	10					10
Итого	216	4	8	8	8	188

5. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Машины постоянного тока

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 40ч.; Очная: Лабораторные занятия - 12ч.; Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 12ч.; Самостоятельная работа - 14ч.)

Тема 1.1. Введение. Значение электрических машин и трансформаторов для электрификации сельского хозяйства и для электроэнергетики в целом. Краткая история развития электрических машин и трансформаторов и задачи электромашиностроения на современном этапе.

(Заочная: Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Введение. Значение электрических машин и трансформаторов для электрификации сельского хозяйства и для электроэнергетики в целом. Краткая история развития электрических машин и трансформаторов и задачи электромашиностроения на современном этапе.

Тема 1.2. Устройство и принцип работы машины постоянного тока (МПТ). Обмотки МПТ. ЭДС обмотки якоря. Реакция якоря

(Очная: Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Устройство и принцип работы машины постоянного тока (МПТ). Обмотки МПТ. ЭДС обмотки якоря. Реакция якоря

Тема 1.3. Генераторы постоянного тока. Система возбуждения, энергетическая диаграмма, уравнения. Характеристики генераторов.

(Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Генераторы постоянного тока. Система возбуждения, энергетическая диаграмма, уравнения. Характеристики генераторов.

Тема 1.4. Двигатели постоянного тока. Принцип работы, уравнения, способы пуска. Рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лабораторные занятия - 8ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)

Двигатели постоянного тока. Принцип работы, уравнения, способы пуска. Рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения

Раздел 2. Трансформаторы

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 55ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 12ч.; Лекционные занятия - 10ч.; Практические занятия - 12ч.; Самостоятельная работа - 29ч.)

Тема 2.1. Трансформаторы. Основные типы трансформаторов, номинальные величины, магнитные системы, обмотки. Принцип работы трансформатора. Режим холостого хода однофазного трансформатора. Уравнение ЭДС, схема замещения. Потери мощности при холостом ходе. Работа под нагрузкой. Приведенный трансформатор.

(Очная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.; Заочная: Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)

Трансформаторы. Основные типы трансформаторов, номинальные величины, магнитные системы, обмотки. Принцип работы трансформатора. Режим холостого хода однофазного трансформатора. Уравнение ЭДС, схема замещения. Потери мощности при холостом ходе. Работа под нагрузкой. Приведенный трансформатор.

Тема 2.2. Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Схема замещения. Определение параметров схемы замещения приведённого трансформатора.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Схема замещения. Определение параметров схемы замещения приведённого трансформатора.

Тема 2.3. Эксплуатационные показатели: изменение вторичного напряжения, КПД. Внешние характеристики. Условия максимума КПД. Схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных трансформаторов.

(Очная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.; Заочная: Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 13ч.)

Эксплуатационные показатели: изменение вторичного напряжения, КПД. Внешние характеристики. Условия максимума КПД. Схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных трансформаторов.

Тема 2.4. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу. Автотрансформатор.

(Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.; Заочная: Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу. Автотрансформатор.

Тема 2.5. Несимметричная нагрузка 3-х фазного трансформатора.

(Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Несимметричная нагрузка 3-х фазного трансформатора.

Раздел 3. Машины переменного тока

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 93ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Лабораторные занятия - 18ч.; Лекционные занятия - 18ч.; Практические занятия - 16ч.; Самостоятельная работа - 26ч.)

Тема 3.1. Вращающееся магнитное поле. Основные принципы устройства сосредоточенных и пространственно распределенных обмоток. МДС катушки, одной фазы и трех фаз пространственно распределенной обмотки. Изменение МДС обмотки во времени и в пространстве

(Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 11ч.)

Вращающееся магнитное поле. Основные принципы устройства сосредоточенных и пространственно распределенных обмоток. МДС катушки, одной фазы и трех фаз пространственно распределенной обмотки. Изменение МДС обмотки во времени и в пространстве

Тема 3.2. Асинхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Опытное определение параметров схемы замещения. Разделение потерь холостого хода.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Асинхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Опытное определение параметров схемы замещения. Разделение потерь холостого хода.

Тема 3.3. Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Пуск асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронных машин.

(Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Пуск асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронных машин.

Тема 3.4. Регулировочные свойства двигателя и способы регулирования частоты вращения. Круговая диаграмма асинхронного двигателя

(Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Регулировочные свойства двигателя и способы регулирования частоты вращения. Круговая диаграмма асинхронного двигателя

Тема 3.5. Синхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 12ч.; Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

Синхронные машины. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.

Тема 3.6. Магнитное поле обмотки возбуждения. Результирующее магнитное поле при различном характере нагрузки. Индуктивные сопротивления явнополюсной и неявнополюсной синхронной машины.

(Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Магнитное поле обмотки возбуждения. Результирующее магнитное поле при различном характере нагрузки. Индуктивные сопротивления явнополюсной и неявнополюсной синхронной машины.

Тема 3.7. Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания. Векторные диаграммы явнополюсных и неявнополюсных синхронных генераторов.

(Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 3ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания. Векторные диаграммы явнополюсных и неявнополюсных синхронных генераторов.

Тема 3.8. Включение на параллельную работу синхронных генераторов с сетью бесконечно большой мощности. Особенности работы генератора с сетью. Угловая характеристика. U-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)

Включение на параллельную работу синхронных генераторов с сетью бесконечно большой мощности. Особенности работы генератора с сетью. Угловая характеристика. U-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности.

Тема 3.9. Угловая характеристика и U-образные характеристики двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей.

(Очная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 10ч.)

Угловая характеристика и U-образные характеристики двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Машины постоянного тока

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Магнитный поток в машине постоянного тока, создаваемый обмоткой возбуждения пропорционален:

Магнитный поток в машине постоянного тока, создаваемый обмоткой возбуждения пропорционален:

- 1) моменту сопротивления;
- 2) току в обмотке возбуждения
- 3) угловой скорости;
- 4) напряжению на якоре.

2. Какая из приведенных ниже последовательностей процесса правильно определяет принцип действия генератора независимого возбуждения?

Φ - магнитный поток обмотки возбуждения; E – ЭДС якоря; n – скорость вращения якоря; I_a – ток якоря.

- 1) Φ , E , n , I_a ;
- 2) n , I_a , E , Φ ;
- 3) n , Φ , E , I_a
- 4) I_a , E , n , Φ ;

3. Какая мощность указывается на щитке двигателя постоянного ток

- 1) полезная электрическая;
- 2) полезная механическая;
- 3) подводимая электрическая;
- 4) максимальная механическая

Раздел 2. Трансформаторы

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. В каких единицах указывается номинальная мощность трансформатора?

В каких единицах указывается номинальная мощность трансформатора?

1. кВт;
2. вар
3. кВА;
4. л.с.

2. Условия включения трансформаторов на параллельную работу?

Условия включения трансформаторов на параллельную работу?

- 1) одинаковый тип трансформаторов;
- 2) одинаковые группы соединения;
- 3) равенство номинальных первичных и вторичных напряжений;
- 4) равенство напряжений короткого замыкания.

Раздел 3. Машины переменного тока

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. От чего зависит частота вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя?

От чего зависит частота вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя?

- 1) напряжения сети и частоты питающего тока;
- 2) мощности двигателя и частоты питающего тока;
- 3) напряжения сети и числа пар полюсов;
- 4) частоты питающего тока и числа пар полюсов.

2. Для получения кругового вращающегося магнитного поля сдвиг магнитных осей фазных обмоток должен составлять для в 3х фазного АД

Для получения кругового вращающегося магнитного поля сдвиг магнитных осей фазных обмоток должен составлять для в 3х фазного АД

1. 60о эл.;
2. 2. 90о эл.;
3. 3. 120о эл.
4. 4. 180о эл

3. С какой целью понижают напряжение, подводимое к обмотке статора при пуске АД с к.з. ротором?

С какой целью понижают напряжение, подводимое к обмотке статора при пуске АД с к.з. ротором?

- 1) для уменьшения пускового тока и увеличения пускового момента;
- 2) для увеличения пускового момента;
- 3) для уменьшения пускового тока;
- 4) для увеличения пускового тока.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Очная форма обучения, Пятый семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П3.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к зачету

1. Конструкция машин постоянного тока
2. Простая петлевая обмотка.

3. Простая волновая обмотка.
4. ЭДС машины постоянного тока
5. Электромагнитный момент машины постоянного тока
6. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения
7. Причины изменения напряжения генератора независимого возбуждения при изменении тока нагрузки при постоянном возбуждении?
8. Причины особенности внешней характеристики генератора параллельного возбуждения.
9. Условия для возникновения устойчивого самовозбуждения генератора параллельного возбуждения?
10. Способы изменения направление вращения двигателя постоянного тока.
11. Пуск двигателя последовательного возбуждения.
12. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
13. Моментные характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
14. Способы пуска двигателей постоянного тока.
15. Определение и классификация трансформаторов.
16. Типы магнитопроводов трансформаторов.
17. Способы охлаждения трансформаторов.
18. Номинальные данные трансформаторов.
19. Векторная диаграмма приведенного трансформатора.
20. КПД трансформатора.
21. Трансформирование трёхфазного тока.
22. Несимметричная нагрузка 3-х фазных трансформаторов при схеме соединения обмоток Y/YN однофазная и двухфазная нагрузка.
23. Несимметричная нагрузка 3-х фазных трансформаторов при схеме соединения обмоток Δ/YN однофазная и двухфазная нагрузка.
24. Автотрансформатор.
25. 3-х обмоточный трансформатор.
26. Регулирование напряжения в трансформаторах.
27. Измерительные трансформаторы (трансформаторы тока и напряжения).

2. Практические задания для зачета

Определить номинальный ток вторичной обмотки $I_{2н}$ однофазного трансформатора, если номинальная мощность $S_n = 20$ кВА, номинальное напряжение первичной обмотки $U_{1н} = 10$ кВ, коэффициент трансформации $k = 15$.

Очная форма обучения, Шестой семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П3.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к экзамену

1. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора
2. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
3. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов при схеме соединения обмоток Y/YN и Δ/YN
4. Автотрансформатор
5. Регулирование напряжения в трансформаторах
6. Механические характеристики двигателя постоянного тока
7. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока
8. Пуск двигателя постоянного тока
9. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока
10. Создание вращающегося магнитного поля в машинах переменного тока
11. Основные принципы построения трехфазных обмоток
12. Асинхронная машина при заторможенном роторе. Индукционный регулятор.
13. Асинхронная машина при заторможенном роторе. Регулируемое индуктивное

сопротивление.

14. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.

15. Круговая диаграмма асинхронной машины.

16. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

17. Асинхронные генераторы (параллельная работа с сетью, автономная работа, самовозбуждение).

18. Тормозные режимы асинхронного двигателя.

19. Аномальные режимы асинхронного двигателя

20. Единые серии асинхронных двигателей. Структура серии.

21. Однофазные асинхронные двигатели.

22. Магнитное поле синхронного генератора при нагрузке. Реакция якоря

23. Векторные диаграммы для явнополусного синхронного генератора

24. Векторные диаграммы для неявнополусного синхронного генератора

25. Способы синхронизации при включении синхронного генератора на параллельную работу с сетью.

26. Условия самовозбуждения синхронного генератора.

27. Способы регулирования напряжения синхронного генератора.

28. Рабочие характеристики синхронного двигателя.

29. Синхронные компенсаторы.

30. Синхронные микромашины (с постоянными магнитами, реактивные, гистерезисные, генераторы автомобилей и тракторов)

2. Практические задания для экзамена

Задача 2. Определить номинальную мощность трехфазного трансформатора S_n и номинальный ток первичной обмотки I_{1n} , если номинальное напряжение первичной обмотки $U_{1n} = 20$ кВ, номинальное напряжение вторичной обмотки $U_{2n} = 0,4$ кВ, номинальный ток вторичной обмотки $I_{2n} = 150$ А.

Задача 3. Число витков первичной обмотки однофазного трансформатора $W_1=100$, магнитный поток в сердечнике $\Phi_{max}=0,01$ Вб. Определить ЭДС E_1 , если частота тока питающей сети $f = 50$ Гц.

Задача 4. Известно, что вторичная обмотка трансформатора соединена по схеме «треугольник», ток нагрузки $I_2 = 100$ А. На какой ток должны быть рассчитаны катушки фаз вторичной обмотки?

Задача 5. Потери короткого замыкания трансформатора $P_k = 3$ кВт, номинальная мощность трансформатора $S_n = 100$ кВА. Определить активную составляющую напряжения короткого замыкания $U_{ка}$ в процентах.

Задача 6. В опыте короткого замыкания однофазного трансформатора вольтметр показывает значение 5 В, амперметр – 1 А, ваттметр – 3 Вт. Определить сопротивления схемы замещения Z_k и X_k .

Задача 7. Ваттметр, подключенный к зажимам источника питания трансформатора, показывает значения: при холостом ходе 30 Вт, при коротком замыкании 55 Вт, при номинальной нагрузке 1 кВт. Определить КПД трансформатора при номинальной нагрузке.

Задача 8. Номинальная мощность на выходе трансформатора $P_{2n} = 0,97$ кВт. В режиме холостого хода ваттметр показывает 10 Вт, в режиме короткого замыкания при номинальных токах в обмотках – 20 Вт. Определить КПД трансформатора при номинальной нагрузке.

Задача 9. Чему равно значение напряжения на зажимах трансформатора, если изменение вторичного напряжения $\Delta U = 4$ %, коэффициент нагрузки $\beta_n = 0,5$, номинальное напряжение вторичной обмотки $U_{2n} = 400$ В?

Задача 10. Определить процентное изменение вторичного напряжения трансформатора при токе нагрузки $I_2 = 0,5I_{2n}$ и коэффициенте мощности $\cos\varphi_2=0,8$ по следующим данным: $S_n = 100$ кВА, $P_k = 1970$ Вт, $U_k = 4,5$ %.

Задача 11. Число эффективных проводников обмотки машины постоянного тока $N = 324$, число пазов якоря $Z = 27$, число коллекторных пластин $K = 81$. Найти число секций обмотки S , число витков в секции и число эффективных проводников в пазу ип.

Задача 12. Число эффективных проводников в пазу якоря машины постоянного тока ип = 6,

число витков в секции $w_s = 1$, число секций $S = 111$. Определить число эффективных проводников обмотки и число реальных пазов.

Задача 13. В четырёхполюсной машины постоянного тока с простой петлевой обмоткой число эффективных проводников $N = 168$. Определить число витков в параллельной ветви обмотки якоря.

Задача 14. Якорь четырёхполюсной машины постоянного тока имеет 81 коллекторную пластину, число витков в секции простой волновой обмотки якоря $w_s = 2$. Определить электромагнитный момент машины при токе якоря $I_a = 130$ А и магнитном потоке $\Phi = 1,24 \cdot 10^{-2}$ Вб.

Задача 15. Полезная механическая мощность двигателя постоянного тока $P = 1,5$ кВт, номинальное напряжение $U_n = 220$ В, номинальный ток $I_n = 8,3$ А. Определить КПД, номинальный вращающий момент и сумму потерь двигателя, если частота вращения $n = 1500$ об/мин.

Задача 16. Трёхфазная обмотка статора асинхронной машины питается от сети трёхфазного тока частотой $f \approx 50$ Гц. Ротор вращается с частотой $n \approx 2850$ об/мин. Определить скольжение s .

Задача 17. Частота тока источника питания увеличилась в 2 раза. Как изменится частота ЭДС в обмотке заторможенного ротора?

Задача 18. Частота тока питающей сети $f \approx 50$ Гц. Скольжение асинхронного двигателя $s \approx 2$ %. Определить частоту тока в обмотке ротора f_2 .

Задача 19. Магнитное поле относительно ротора перемещается с частотой $n_s \approx 60$ об/мин. Определить частоту тока в обмотке ротора f_2 , если число полюсов $2p \approx 6$.

Задача 20. При скольжении $s \approx 2$ % электродвижущая сила в фазе обмотки ротора $E_{2s} \approx 1$ В. Чему равна ЭДС этой обмотки E_2 при неподвижном роторе?

Задача 21. Пусковой момент (при скольжении $s = 1$) $M_p = 1$ Н·м, максимальный момент $M_{max} = 2$ Н·м, момент нагрузки на валу двигателя $M_c = 1,5$ Н·м. Возможно ли запустить этот двигатель под нагрузкой?

Задача 22. На какую мощность должен быть рассчитан генератор, питающий асинхронный двигатель, который развивает на валу механическую мощность $P_2 = 5$ кВт, если известно, что коэффициент мощности двигателя $\cos \varphi \approx 0,8$, а коэффициент полезного действия $\eta \approx 0,9$?

Задача 23. Пусковой момент асинхронного двигателя при номинальном напряжении $M_p = 100$ Н·м. Возможен ли запуск двигателя при снижении напряжения на 10 %, если момент нагрузки на валу $M_c = 90$ Н·м?

Задача 24. Максимальный момент асинхронного двигателя $M_{max} = 100$ Н·м, номинальный – $M_n = 50$ Н·м. Как изменится перегрузочная способность двигателя при снижении напряжения на 10 %?

Задача 25. Сопротивление фазы ротора трёхфазного асинхронного двигателя с контактными кольцами $r_2 \approx 0,01$ Ом. Определить сопротивление пускового реостата, обеспечивающее при включении в цепь ротора запуск двигателя с максимально возможным моментом, если известно, что критическое скольжение $s_k \approx 0,2$.

Задача 26. Паспортные данные асинхронного двигателя: $P \approx 100$ кВт, $U \approx 380$ В, $\eta \approx 91,5$ %, $\cos \varphi \approx 0,92$, $n = 2960$ об/мин. Определить номинальный ток, номинальный момент, скольжение и частоту тока в роторе, если частота сети $f \approx 50$ Гц.

Задача 27. Трёхфазный синхронный двигатель номинальной мощностью $P_n = 575$ кВт, числом полюсов $2p = 6$ работает от сети промышленной частоты напряжением $U_n \approx 6$ кВ. Перегрузочная способность двигателя $M_{max} / M_n = 1,5$, кратность пускового тока $I_p / I_n = 5$, кратность пускового момента $M_p / M_n = 1,4$. Схема соединения обмотки статора – «звезда». В номинальном режиме работы двигатель имеет коэффициент полезного действия $\eta \approx 93$ %, коэффициент мощности при опережающем токе статора $\cos \varphi \approx 0,8$. Определить: 1) потребляемую двигателем из сети активную мощность P_1 и ток I_n , суммарные потери мощности $\Sigma \Delta P$, вращающий момент двигателя M_n при номинальной нагрузке; 2) пусковой ток I_p и пусковой момент M_p ; максимальный момент M_{max} , при котором двигатель выпадает из синхронизма.

Задача 28. Ротор трёхфазного синхронного генератора имеет 12 полюсов. Частота напряжения на зажимах генератора $f = 50$ Гц. Полезная мощность приводного двигателя 5

кВт. Определить вращающий момент на валу генератора.

Задача 29. Трехфазный синхронный генератор имеет напряжение частотой $f = 50$ Гц. Число полюсов $2p = 2$. Приводной двигатель создает вращающий момент на валу $M_1 = 29$ Нм. Определить полезную мощность приводного двигателя.

Задача 30. Трехфазный четырехполюсный синхронный двигатель имеет следующие данные: номинальная мощность $P_n = 500$ кВт, номинальное напряжение $U_n = 0,66$ кВ, коэффициент полезного действия $\eta_n = 0,95$, коэффициент мощности $\cos \varphi_n = 0,8$ (опережающий ток), частота тока $f = 50$ Гц. Определить частоту вращения ротора, номинальный вращающий момент, активную и реактивную составляющие мощности, потребляемый из сети ток статора и его реактивную составляющую.

Задача 31. Трехфазный синхронный двигатель включен в сеть напряжением 380 В и развивает на валу мощность 75 кВт. КПД двигателя – 92 %, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$. Определить реактивную составляющую потребляемого из сети тока.

Задача 32. Полная мощность, потребляемая из сети синхронным двигателем, $S_1 = 45$ кВА. Коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$. Суммарные потери мощности $\Sigma \Delta P = 4$ кВт. Определить коэффициент полезного действия двигателя.

Заочная форма обучения, Пятый семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П3.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к зачету

1. Конструкция машин постоянного тока
2. Простая петлевая обмотка.
3. Простая волновая обмотка.
4. ЭДС машины постоянного тока
5. Электромагнитный момент машины постоянного тока
6. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения
7. Причины изменения напряжения генератора независимого возбуждения при изменении тока нагрузки при постоянном возбуждении?
8. Причины особенности внешней характеристики генератора параллельного возбуждения.
9. Условия для возникновения устойчивого самовозбуждения генератора параллельного возбуждения?
10. Способы изменения направления вращения двигателя постоянного тока.
11. Пуск двигателя последовательного возбуждения.
12. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
13. Моментные характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
14. Способы пуска двигателей постоянного тока.
15. Определение и классификация трансформаторов.
16. Типы магнитопроводов трансформаторов.
17. Способы охлаждения трансформаторов.
18. Номинальные данные трансформаторов.
19. Векторная диаграмма приведенного трансформатора.
20. КПД трансформатора.
21. Трансформирование трёхфазного тока.
22. Несимметричная нагрузка 3-х фазных трансформаторов при схеме соединения обмоток Y/YN однофазная и двухфазная нагрузка.
23. Несимметричная нагрузка 3-х фазных трансформаторов при схеме соединения обмоток Δ/YN однофазная и двухфазная нагрузка.
24. Автотрансформатор.
25. 3-х обмоточный трансформатор.
26. Регулирование напряжения в трансформаторах.
27. Измерительные трансформаторы (трансформаторы тока и напряжения).

2. Практические задания для зачета

Определить номинальный ток вторичной обмотки $I_{2н}$ однофазного трансформатора, если номинальная мощность $S_n = 20$ кВА, номинальное напряжение первичной обмотки $U_{1н} = 10$ кВ, коэффициент трансформации $k = 15$.

Заочная форма обучения, Пятый семестр, Контрольная работа

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П3.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Контрольная работа

Материалы для самостоятельной работе размещены на электронной платформе МУДЛ.

Заочная форма обучения, Шестой семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П3.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к экзамену

1. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора
2. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
3. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов при схеме соединения обмоток $Y/Y_{Nи} \Delta/Y_N$
4. Автотрансформатор
5. Регулирование напряжения в трансформатора
6. Механические характеристики двигателя постоянного тока
7. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока
8. Пуск двигателя постоянного тока
9. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока
10. Создание вращающегося магнитного поля в машинах переменного тока
11. Основные принципы построения трехфазных обмоток
12. Асинхронная машина при заторможенном роторе. Индукционный регулятор.
13. Асинхронная машина при заторможенном роторе. Регулируемое индуктивное сопротивление.
14. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
15. Круговая диаграмма асинхронной машины.
16. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.
17. Асинхронные генераторы (параллельная работа с сетью, автономная работа, самовозбуждение).
18. Тормозные режимы асинхронного двигателя.
19. Аномальные режимы асинхронного двигателя
20. Единые серии асинхронных двигателей. Структура серии.
21. Однофазные асинхронные двигатели.
22. Магнитное поле синхронного генератора при нагрузке. Реакция якоря
23. Векторные диаграммы для явнополюсного синхронного генератора
24. Векторные диаграммы для неявнополюсного синхронного генератора
25. Способы синхронизации при включении синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
26. Условия самовозбуждения синхронного генератора.
27. Способы регулирования напряжения синхронного генератора.
28. Рабочие характеристики синхронного двигателя.
29. Синхронные компенсаторы.
30. Синхронные микромашины (с постоянными магнитами, реактивные, гистерезисные, генераторы автомобилей и тракторов)

2. Практические задания для экзамена

Задача 2. Определить номинальную мощность трехфазного трансформатора S_n и

номинальный ток первичной обмотки $I_{1н}$, если номинальное напряжение первичной обмотки $U_{1н} = 20$ кВ, номинальное напряжение вторичной обмотки $U_{2н} = 0,4$ кВ, номинальный ток вторичной обмотки $I_{2н} = 150$ А.

Задача 3. Число витков первичной обмотки однофазного трансформатора $W_1=100$, магнитный поток в сердечнике $\Phi_{max}=0,01$ Вб. Определить ЭДС E_1 , если частота тока питающей сети $f = 50$ Гц.

Задача 4. Известно, что вторичная обмотка трансформатора соединена по схеме «треугольник», ток нагрузки $I_2 = 100$ А. На какой ток должны быть рассчитаны катушки фаз вторичной обмотки?

Задача 5. Потери короткого замыкания трансформатора $P_k = 3$ кВт, номинальная мощность трансформатора $S_n = 100$ кВА. Определить активную составляющую напряжения короткого замыкания $U_{ка}$ в процентах.

Задача 6. В опыте короткого замыкания однофазного трансформатора вольтметр показывает значение 5 В, амперметр – 1 А, ваттметр – 3 Вт. Определить сопротивления схемы замещения Z_k и X_k .

Задача 7. Ваттметр, подключенный к зажимам источника питания трансформатора, показывает значения: при холостом ходе 30 Вт, при коротком замыкании 55 Вт, при номинальной нагрузке 1 кВт. Определить КПД трансформатора при номинальной нагрузке.

Задача 8. Номинальная мощность на выходе трансформатора $P_{2н} = 0,97$ кВт. В режиме холостого хода ваттметр показывает 10 Вт, в режиме короткого замыкания при номинальных токах в обмотках – 20 Вт. Определить КПД трансформатора при номинальной нагрузке.

Задача 9. Чему равно значение напряжения на зажимах трансформатора, если изменение вторичного напряжения $\Delta U = 4$ %, коэффициент нагрузки $\beta_n = 0,5$, номинальное напряжение вторичной обмотки $U_{2н} = 400$ В?

Задача 10. Определить процентное изменение вторичного напряжения трансформатора при токе нагрузки $I_2 = 0,5I_{2н}$ и коэффициенте мощности $\cos\varphi_2=0,8$ по следующим данным: $S_n = 100$ кВА, $P_k = 1970$ Вт, $U_k = 4,5$ %.

Задача 11. Число эффективных проводников обмотки машины постоянного тока $N = 324$, число пазов якоря $Z = 27$, число коллекторных пластин $K = 81$. Найти число секций обмотки S , число витков в секции и число эффективных проводников в пазу ип.

Задача 12. Число эффективных проводников в пазу якоря машины постоянного тока ип = 6, число витков в секции $w_c = 1$, число секций $S = 111$. Определить число эффективных проводников обмотки и число реальных пазов.

Задача 13. В четырехполюсной машины постоянного тока с простой петлевой обмоткой число эффективных проводников $N = 168$. Определить число витков в параллельной ветви обмотки якоря.

Задача 14. Якорь четырехполюсной машины постоянного тока имеет 81 коллекторную пластину, число витков в секции простой волновой обмотки якоря $w_c = 2$. Определить электромагнитный момент машины при токе якоря $I_a = 130$ А и магнитном потоке $\Phi = 1,24 \cdot 10^{-2}$ Вб.

Задача 15. Полезная механическая мощность двигателя постоянного тока $P = 1,5$ кВт, номинальное напряжение $U_n = 220$ В, номинальный ток $I_n = 8,3$ А. Определить КПД, номинальный вращающий момент и сумму потерь двигателя, если частота вращения $n = 1500$ об/мин.

Задача 16. Трехфазная обмотка статора асинхронной машины питается от сети трехфазного тока частотой $f \approx 50$ Гц. Ротор вращается с частотой $n \approx 2850$ об/мин. Определить скольжение s .

Задача 17. Частота тока источника питания увеличилась в 2 раза. Как изменится частота ЭДС в обмотке заторможенного ротора?

Задача 18. Частота тока питающей сети $f \approx 50$ Гц. Скольжение асинхронного двигателя $s \approx 2$ %. Определить частоту тока в обмотке ротора f_2 .

Задача 19. Магнитное поле относительно ротора перемещается с частотой $n_s \approx 60$ об/мин. Определить частоту тока в обмотке ротора f_2 , если число полюсов $2p \approx 6$.

Задача 20. При скольжении $s \approx 2$ % электродвижущая сила в фазе обмотки ротора $E_{2s} \approx 1$ В. Чему равна ЭДС этой обмотки E_2 при неподвижном роторе?

Задача 21. Пусковой момент (при скольжении $s = 1$) $M_p = 1 \text{ Н}\cdot\text{м}$, максималный момент $M_{\max} = 2 \text{ Н}\cdot\text{м}$, момент нагрузки на валу двигателя $M_c = 1,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Возможно ли запустить этот двигатель под нагрузкой?

Задача 22. На какую мощность должен быть рассчитан генератор, питающий асинхронный двигатель, который развивает на валу механическую мощность $P_2 = 5 \text{ кВт}$, если известно, что коэффициент мощности двигателя $\cos \varphi = 0,8$, а коэффициент полезного действия $\eta = 0,9$?

Задача 23. Пусковой момент асинхронного двигателя при номинальном напряжении $M_p = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Возможен ли запуск двигателя при снижении напряжения на 10 %, если момент нагрузки на валу $M_c = 90 \text{ Н}\cdot\text{м}$?

Задача 24. Максимальный момент асинхронного двигателя $M_{\max} = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$, номинальный – $M_n = 50 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Как изменится перегрузочная способность двигателя при снижении напряжения на 10 %?

Задача 25. Сопротивление фазы ротора трехфазного асинхронного двигателя с контактными кольцами $r_2 = 0,01 \text{ Ом}$. Определить сопротивление пускового реостата, обеспечивающее при включении в цепь ротора запуск двигателя с максимально возможным моментом, если известно, что критическое скольжение $s_k = 0,2$.

Задача 26. Паспортные данные асинхронного двигателя: $P = 100 \text{ кВт}$, $U = 380 \text{ В}$, $\eta = 91,5 \%$, $\cos \varphi = 0,92$, $n = 2960 \text{ об/мин}$. Определить номинальный ток, номинальный момент, скольжение и частоту тока в роторе, если частота сети $f = 50 \text{ Гц}$.

Задача 27. Трехфазный синхронный двигатель номинальной мощностью $P_n = 575 \text{ кВт}$, числом полюсов $2p = 6$ работает от сети промышленной частоты напряжением $U_n = 6 \text{ кВ}$. Перегрузочная способность двигателя $M_{\max} / M_n = 1,5$, кратность пускового тока $I_p / I_n = 5$, кратность пускового момента $M_p / M_n = 1,4$. Схема соединения обмотки статора – «звезда». В номинальном режиме работы двигатель имеет коэффициент полезного действия $\eta = 93 \%$, коэффициент мощности при опережающем токе статора $\cos \varphi = 0,8$. Определить: 1) потребляемую двигателем из сети активную мощность P_1 и ток I_n , суммарные потери мощности $\Sigma \Delta P$, вращающий момент двигателя M_n при номинальной нагрузке; 2) пусковой ток I_p и пусковой момент M_p ; максимальный момент M_{\max} , при котором двигатель выпадает из синхронизма.

Задача 28. Ротор трехфазного синхронного генератора имеет 12 полюсов. Частота напряжения на зажимах генератора $f = 50 \text{ Гц}$. Полезная мощность приводного двигателя 5 кВт. Определить вращающий момент на валу генератора.

Задача 29. Трехфазный синхронный генератор имеет напряжение частотой $f = 50 \text{ Гц}$. Число полюсов $2p = 2$. Приводной двигатель создает вращающий момент на валу $M_1 = 29 \text{ Нм}$. Определить полезную мощность приводного двигателя.

Задача 30. Трехфазный четырехполюсный синхронный двигатель имеет следующие данные: номинальная мощность $P_n = 500 \text{ кВт}$, номинальное напряжение $U_n = 0,66 \text{ кВ}$, коэффициент полезного действия $\eta_n = 0,95$, коэффициент мощности $\cos \varphi_n = 0,8$ (опережающий ток), частота тока $f = 50 \text{ Гц}$. Определить частоту вращения ротора, номинальный вращающий момент, активную и реактивную составляющие мощности, потребляемый из сети ток статора и его реактивную составляющую.

Задача 31. Трехфазный синхронный двигатель включен в сеть напряжением 380 В и развивает на валу мощность 75 кВт. КПД двигателя – 92 %, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$. Определить реактивную составляющую потребляемого из сети тока.

Задача 32. Полная мощность, потребляемая из сети синхронным двигателем, $S_1 = 45 \text{ кВА}$. Коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$. Суммарные потери мощности $\Sigma \Delta P = 4 \text{ кВт}$. Определить коэффициент полезного действия двигателя.

Заочная форма обучения, Шестой семестр, Контрольная работа

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П3.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

2. Контрольная работа

Материалы для самостоятельной работе размещены на электронной платформе МУДЛ.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. ЧЕСНЮК Е.Н. Машины постоянного тока: [лаборатор. практикум] / ЧЕСНЮК Е.Н., Стрижков И.Г. - Краснодар: , 2014. - 77 с. - Текст: непосредственный.
2. ЧЕСНЮК Е.Н. Трансформаторы: лаб. практикум / ЧЕСНЮК Е.Н., Стрижков И.Г. - Краснодар: , 2017. - 68 с. - Текст: непосредственный.
3. Романенко,, И. Г. Электрические машины: практикум / И. Г. Романенко,. - Электрические машины - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2023. - 109 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/135767.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке
4. Вагаев,, А. С. Электрические машины и трансформаторы: учебное пособие / А. С. Вагаев,, Г. А. Давидчук,, А. М. Лебедев,. - Электрические машины и трансформаторы - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. - 194 с. - 978-5-4497-0565-5. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/124638.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Сеницын И. Е. Электрические машины. Часть 5: Учебное пособие / Сеницын И. Е.. - Рязань: РГРТУ, 2014. - 48 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/168202.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке
2. Несговоров Е. В. Электрические машины: лабораторный практикум / Несговоров Е. В., Колесниченко Д. А.. - Вологда: ВоГУ, 2014. - 76 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/93075.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке
3. Зубова Р. А. Электрические машины: практикум / Зубова Р. А.. - Красноярск: КрасГАУ, 2014. - 84 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/187081.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://e.lanbook.com/> - Библиотечный ресурс

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Лаборатория

10бэл

Р6/intel П667ЕВ action - 0 шт.

блок управления тиристорами - 0 шт.

генератор ПСГС-6,25 - 0 шт.

ИТП-МГ4.03 ПОТОК пятиканальный Эл. измеритель плотности тепловых потоков - 0 шт.

комплект измерительный - 0 шт.

комплект нагрузочный измерительный с регулятором - 0 шт.

компьютер.Р-4/256/40Gb/17 - 0 шт.

МЭ110-220.3М Овен Модуль аналогового ввода, мультиметр 3Ф - 0 шт.

Облучатель-рециркулятор воздуха 600 - 0 шт.

стенд для ремонта эл.двигателя - 0 шт.

Лекционный зал

3эл

Проектор длиннофокусный Optoma X341 DLP (Full 3D) - 0 шт.

штанга для В/пр SMS Projector CL V500-750 - 0 шт.

экран настенно-потолочного крепления Luma AV(1: 1) - 0 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина "электрические машины" ведётся в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.