

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

ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ



Рабочая программа дисциплины

«Электрические машины»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность подготовки
«Электроснабжение»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Краснодар
2019

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» разработана на основе ФГОС ВО 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 28 февраля 2018 г. № 144

Автор:

канд. техн. наук, доцент

_____ Е.Н. Чеснюк

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры электрических машин и электропривода от 25 марта 2019 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой

д-р техн. наук, профессор

_____ С.В. Оськин

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики от 20.05.2019 г., протокол № 9

Председатель

методической комиссии

канд. техн. наук, профессор

_____ И.Г. Стрижков

Руководитель

основной профессиональной

образовательной программы

канд. техн. наук, доцент

_____ А.Г. Кудряков

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Б1.О.18 «Электрические машины» является формирование системы знаний по электрическим машинам, применяемым в электроэнергетике.

Задачи дисциплины – изучение основ теории, устройства, рабочих свойств электрических машин и области их применения.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Б1.О.18 «Электрические машины» является дисциплиной обязательной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение».

4 Объем дисциплины (288 часа, 8 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа	100	
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	100	
— лекции	36	
— практические	32	
— лабораторные	32	
— внеаудиторная	-	
— зачет		
— экзамен	54	
— защита курсовых работ (проектов)	-	
Самостоятельная работа	134	
в том числе:		
— курсовая работа (проект)	-	

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
— прочие виды самостоятельной работы	134	
Итого по дисциплине	288	

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают экзамены. Дисциплина изучается на 2 курсе, в 4 семестре (экзамен), на 3 курсе в 5 семестре (экзамен).

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Значение электрических машин и трансформаторов для электроэнергетики. Краткая история развития электрических машин и трансформаторов и задачи электромашиностроения на современном этапе. Устройство и принцип работы машины постоянного тока (МПТ).	ОПК-3	4	2	2		2
2	Генераторы постоянного тока. Система возбуждения, энергетическая диаграмма, уравнения.	ОПК-3	4	2	2	2	4
3	Двигатели постоянного тока: принцип работы, уравнения, способы пуска. Рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения.	ОПК-3	4	2	2	4	4
4	Трансформаторы. Основные типы трансформаторов, номинальные	ОПК-3	4	2	2		2

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные занятия	Самосто- ятельная работа
	величины, магнитные системы, обмотки. Принцип работы трансформатора. Режим холостого хода однофазного трансформатора.						
5	Уравнение ЭДС, векторная диаграмма и схема замещения. Потери мощности при холостом ходе. Работа под нагрузкой. Приведённый трансформатор. Основные уравнения и векторные диаграммы.	ОПК-3	4	2	2	2	4
6	Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора: схема замещения, Определение параметров схемы замещения.	ОПК-3	4	2		2	4
7	Эксплуатационные показатели: изменение вторичного напряжения, КПД. Внешние характеристики. Условия максимума КПД.	ОПК-3	4	2	2	2	6
8	Схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу. Авто-трансформатор.	ОПК-3	4	2	2	2	7
9	Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах.	ОПК-3	4	2	2	2	8
10	Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин. Устройство активной части и конструк-	ОПК-3	5	2	2	2	4

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные занятия	Самосто- ятельная работа
	тивных элементов.						
11	Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Опытное определение параметров схемы замещения. Разделение потерь холостого хода.	ОПК-3	5	2		2	4
12	Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Пуск асинхронного двигателя.	ОПК-3	5	2	2	4	6
13	Регулировочные свойства двигателя и способы регулирования частоты вращения. Круговая диаграмма асинхронного двигателя	ОПК-3	5	2	2	2	4
14	Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.	ОПК-3	5	2	2		6
15	Магнитное поле обмотки возбуждения. Результирующее магнитное поле при различном характере нагрузки. Индуктивные сопротивления явнополюсной и неявнополюсной синхронной машины.	ОПК-3	5	2	2		4
16	Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя,	ОПК-3	5	2	2	2	4

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные занятия	Самосто- ятельная работа
	регулирующая и характеристика короткого замыкания. Векторные диаграммы явнополусных и неявнополусных синхронных генераторов.						
17	Включение на параллельную работу синхронных генераторов с сетью бесконечно большой мощности. Особенности работы генератора с сетью. Угловая характеристика. У-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности.	ОПК-3	5	2	2	2	6
18	Угловая характеристика и У-образные характеристики двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей.	ОПК-3	5	2	2	2	6
Итого				36	32	32	85

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Трансформаторы: лаб. практикум / Е. Н. Чеснюк, И. Г. Стрижков. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 67 с. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа:

https://edu.kubsau.ru/file.php/124/TRANSY_PRAKTIKUM_CELIKOM.pdf

2. Электрические машины: асинхронные и синхронные машины. Лабораторный практикум. / Е. Н. Чеснюк, И. Г. Стрижков. – Краснодар, 2013. – 121 с. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/124/08_Asinkh._i_sinkhr._mashiny._2013g.pdf.

3. Чеснюк Е.Н. Электрические машины: трансформаторы: [Текст] : Сборник тестов / – Краснодар: КубГАУ, 2014. - 56 с. Образовательный пор-

тал КубГАУ. Режим доступа:

https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Testy_trans._2014.pdf.

4. Богатырев Н. И. Б732 Статорные обмотки и параметры асинхронных двигателей и генераторов / Н. И. Богатырев, В. Н. Ванурин, О. В. Вронский. – Краснодар, 2013. – 352 с. . Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/124/06_Statornye_obmotki_Bogatyrev_N.I.pdf.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
1	Введение в профессиональную деятельность
2,3	Электротехнические и конструкционные материалы
3	Электротехнические материалы
3,4	Теоретические основы электротехники
3	Общая энергетика
4, 5	Электрические машины
5	Электрические и электронные аппараты
5	Электрическая часть электростанций и подстанций
5	Электроэнергетические системы и сети
5	Электрооборудование возобновляемой энергетики
6,7	Переходные процессы
6	Режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций
6	Системы контроля и учета электрической энергии
6,7	Электроснабжение
7	Электрическая часть подстанций систем электроснабжения
7	Надежность электроснабжения
8	Электропривод
8	Проектирование систем электроснабжения
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

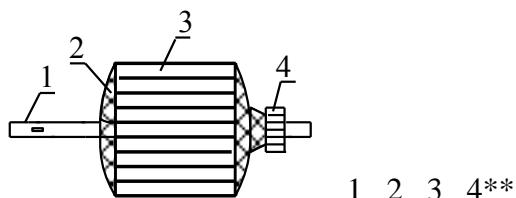
Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин					
Знать: - методики определения параметров технического состояния оборудования и его оценки; - методы анализа качественных показателей работы оборудования подстанции	На экзамене студент допускает значительные ошибки и обнаруживает лишь начальную степень ориентации в материале.	Уровень студента недостаточно высок. Допускаются ошибки и затруднения при изложении материала.	Студент относительно полно ориентируется в материале и отвечает без затруднений при контроле знаний. Допускает незначительное количество ошибок. Способен к выполнению сложных заданий.	На экзамене студент свободно ориентируется в материале и отвечает без затруднений. Способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации.	Вопросы к экзамену
Уметь: - анализировать и прогнозировать; - применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации воздушных линий электропередачи	От 40 до 0 %. Необходима значительная дальнейшая работа для успешного прохождения теста. В ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «удовлетвори-	От 60 до 40 %. Выполнение теста удовлетворяет минимальным критериям. Лабораторная работа полностью выполнена с допустимыми погрешностями: 1) более чем на 2 вопроса получены не верные ответы, 2) получены результаты	От 80 до 60 %. В целом правильная работа с определённым количеством ошибок. Студент растерялся и не ответил на 2 вопроса при защите. Недочеты, описки и негрубые ошибки в	От 100 до 80 %. Отличное выполнение теста с незначительным количеством ошибок. Лабораторная работа выполнена полностью без погрешностей и замечаний	Тесты с задачами. Задания лабораторных работ; защита отчётов

Планируемые результаты освоения ком- петенции	Уровень освоения				Оценоч- ное средство
	неудовлетво- рительно	удовлетвори- тельно	хорошо	отлично	
	тельно», а также: 1) работа выполнена не полностью, 2) отчёт выполнен небрежно, 3) имеются грубые ошибки, не позволяющие сделать правильные выводы.	с большой погрешностью, но позволяющие сделать правильные выводы, 3) в отчете было допущено не более 2 ошибок (в записи единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.).	содержании при безупречном ответе на все вопросы также оцениваются в четыре балла.		
Владеть: - изучение и анализ информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация; - сбор и анализ информации об отказах новой техники и электрооборудования, составление дефектных ведомостей	Отсутствие навыков изучения и анализа информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация; - сбора и анализа информации об отказах новой техники и электрооборудования, составление дефектных ведомостей	Фрагментарное владение навыками изучения и анализа информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация; - сбора и анализа информации об отказах новой техники и электрооборудования, составление дефектных ведомостей	В целом успешное, но несистематическое владение навыками изучения и анализа информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация; - сбора и анализа информации об отказах новой техники и электрооборудования, составление дефектных ведомостей	Успешное и систематическое владение навыками изучения и анализа информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация; - сбора и анализа информации об отказах новой техники и электрооборудования, составление дефектных ведомостей.	Практические и лабораторные задания

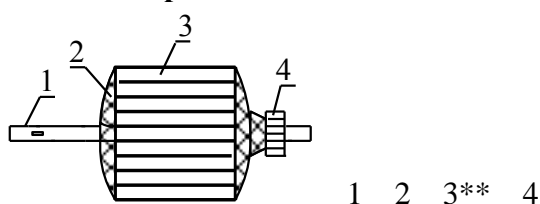
7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры тестов

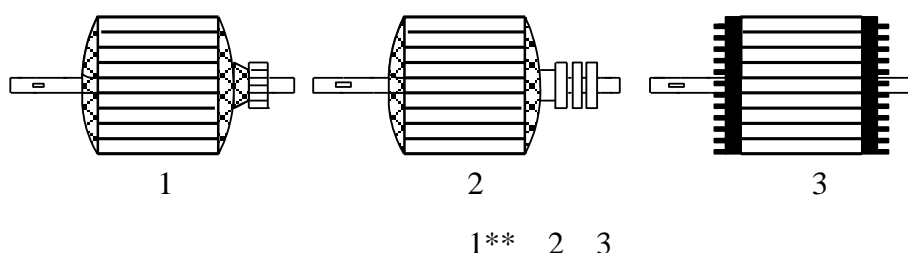
1. На якоре машины постоянного тока укажите коллектор.



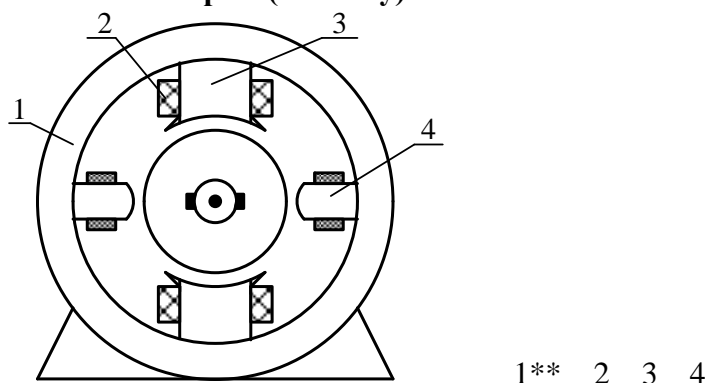
2. На якоре машины постоянного тока укажите сердечник якоря.



3. Показать якорь машины постоянного тока.



4. Показать ярмо (станину) машины постоянного тока.



5. Почему магнитопровод МПТ выполняется из электротехнической стали?

1. для повышения механической прочности;
2. с целью усиления магнитного поля;**
3. из экономических соображений;
4. по технологическим соображениям.

6. Какой материал применяется при изготовлении обмотки якоря машины постоянного тока?
1. алюминий;
 2. медь;**
 3. манганин;
 4. сталь;
7. Укажите признак укорочения шага обмотки y_L (τ – полюсное деление).
- 1) $y_1 = \tau$, 2) $y_1 > \tau$, 3) $y_1 < \tau$,** 4) $y_1 = y_2$.
8. Расстояние в коллекторных пластинах, к которым присоединены две стороны каждой секции называется
- 1) первым частичным шагом обмотки;
 - 2) результирующим шагом обмотки;
 - 3) вторым частичным шагом обмотки;
 - 4) шагом по коллектору.**
9. Укажите признак обмотки с диаметральным шагом y_L (τ – полюсное деление).
- 1) $y_1 = \tau$,** 2) $y_1 > \tau$, 3) $y_1 < \tau$, 4) $y_1 = y_2$.
10. Магнитный поток, создаваемый обмоткой возбуждения пропорционален:
- 1) моменту сопротивления;
 - 2) току в обмотке возбуждения;**
 - 3) угловой скорости;
 - 4) напряжению на якоре.
11. Какую функцию выполняет обмотка возбуждения в МПТ?
1. передача энергии на вращающуюся часть машины.
 2. создание магнитного потока.**
 3. защита машины для перегрузок.
 4. получение механической энергии.
12. Магнитный поток, создаваемый обмоткой возбуждения пропорционален:
1. моменту сопротивления;
 2. току в обмотке возбуждения;**
 3. угловой скорости;
 4. напряжению на якоре.
13. Укажите формулу для определения ЭДС МПТ.
- 1) $E = c \cdot \Phi \cdot \omega$ ** 2) $E = c \cdot \Phi \cdot I$, 3) $E = c \cdot \Phi \cdot \omega \cdot \cos \varphi$ 4) $E = c \cdot U \cdot \omega$.
14. Укажите формулу для определения момента МПТ.
- 1) $M = c \cdot \Phi \cdot \omega$; 2) $M = c \cdot \Phi \cdot I$,** 3) $M = c \cdot \Phi \cdot \omega \cdot \cos \varphi$ 4) $M = c \cdot I \cdot \omega$.
15. Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?
1. уменьшить насыщение;
 2. уменьшить вес;
 3. уменьшить потери на гистерезис;
 4. уменьшить потери на вихревые токи;**
16. В каких единицах указывается номинальная мощность трансформатора?
1. кВт;
 - 2) кВА,** 3) вар; 4) л.с.
17. Что обозначают выделенные буква и число в обозначении трансформатора: ТМД-630/10.
- 1) малогабаритный, обмотка ВН 10кВ;
 - 2) охлаждение масляное, вес трансформатора 10 тонн;

- 3) охлаждение масляное, обмотка ВН 10 кВ;**
- 4) малогабаритный, вес масла 10 тонн.

18. Основное назначение силовых трансформаторов.

- 1) изменение напряжения переменного тока;**
- 2) изменение напряжения постоянного тока;
- 3) изменение мощности;
- 4) изменение частоты.

19. Какое охлаждение не применяется в трансформаторах?

1. масляное;
2. воздушное;
3. водяное;**
4. негорючий диэлектрик.

20. По какой формуле определяется номинальный ток 3-х фазного трансформатора.

$$\begin{array}{cccc}
 1) I_N = \frac{S_N}{U_N}; & 2) I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_{ЛН}}; & 3) I_N = \frac{S_N}{3 \cdot U_{ЛН}}; & 4) I_N = \frac{S_N}{2 \cdot U_{ЛН}} \\
 1 & 2^{**} & 3 & 4
 \end{array}$$

21. По какой формуле определяется номинальный ток однофазного трансформатора.

$$\begin{array}{cccc}
 1) I_N = \frac{S_N}{U_N}; & 2) I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} U_{ЛН}}; & 3) I_N = \frac{S_N}{3 U_{ЛН}}; & 4) I_N = \frac{S_N}{2 \cdot U_{ЛН}}. \\
 1^{**} & 2 & 3 & 4
 \end{array}$$

22. По какому параметру выбирается сечение проводников обмоток трансформатора?

1. по напряжению сети;
2. по частоте сети;
3. по числу витков обмотки;
4. по току обмотки.**

23. Какое условие не принимается во внимание при расчете числа витков обмотки трансформатора?

- 1) напряжение обмотки;
- 2) частота сети;
- 3) сечение магнитопровода;
- 4) тип магнитопровода.**

24. Какое уравнение напряжений для первичной обмотки трансформатора записано правильно?

$$\begin{array}{l}
 1) \dot{U}_1 = \dot{E}_1 + Z_1 \dot{I}_1; \\
 2) \dot{U}_1 = \dot{E}_1 - Z_1 \dot{I}_1; \\
 3) \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + Z_1 \dot{I}_1^{**} \\
 4) \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - Z_1 \dot{I}_1;
 \end{array}$$

25. На основании какого опыта определяется коэффициент трансформации трансформатора?

- 1) опыт короткого замыкания;
- 2) опыт непосредственной нагрузки;

- 3) опыт холостого хода;**
- 4) при номинальной нагрузке.

26. Какое условие не принимается во внимание при определении числа витков обмоток трансформатора?

- 1) частота сети;
- 2) напряжение сети;
- 3) условие охлаждения трансформатора;**
- 4) сечение магнитопровода.

27. В каком соотношении находятся количество витков первичной $W1$ и вторичной $W2$ обмоток в повышающем трансформаторе?

- 1) $W1 < W2$;**
- 2) $W1 > W2$;
- 3) $W1 = W2$;
- 4) возможно в любом соотношении.

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

- 1) 60° эл.; 2. 90° эл.; 3. 120° эл.** 4. 180° эл.

29. Укажите необязательное условие образования кругового вращающегося магнитного поля:

- 1) пространственное смещение осей катушек каждой фазы симметричной обмотки на 120° ;
- 2) углы сдвига фаз симметричной системы синусоидальных токов этих катушек равны 120° ;
- 3) схема соединения обмотки статора треугольником.**

30. От какого из перечисленных факторов зависит частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя?

- 1) напряжения сети;
- 2) мощности двигателя;
- 3) числа пар полюсов;**
- 4) схемы соединения обмотки ротора

31. От чего зависит частота вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя? Укажите полный правильный ответ.

- 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.**

32. Как называется относительная разность частот вращения поля и ротора асинхронного двигателя?

- 1) скольжение;**
- 2) синхронная скорость;

- 3) асинхронная скорость;
- 4) динамическая частота

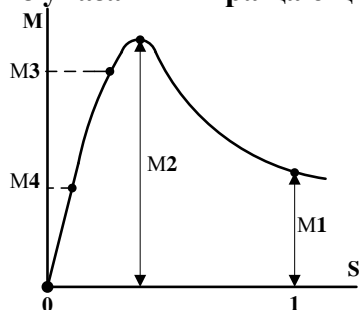
33. От какого из перечисленных факторов зависит частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя?

- 1) напряжения сети;
- 2) мощности двигателя;
- 3) числа пар полюсов;**
- 4) схемы соединения обмотки статора;

34. Почему статор АД выполняется шихтованным? Укажите главную причину.

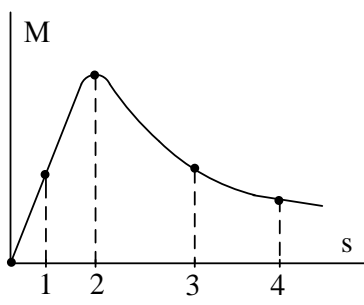
- 1) для увеличения насыщения;
- 2) для уменьшения веса;
- 3) уменьшить потери на вихревые токи;**
- 4) технологически удобнее.

35. Какой из указанных вращающих моментов является максимальным?



1 2** 3 4

36. Укажите критическое скольжение s_k .



1 2** 3 4

37. Что такое перегрузочная способность асинхронного двигателя? M_p – пусковой момент; M_n – номинальный момент; $M_{кр}$ – критический (максимальный) момент.

1. M_p/M_n ; 2) $M_{кр}/M_n$;** 3) $M_n/M_{кр}$; 4) $M_{кр}/M_p$.

38. Что такое кратность пускового момента асинхронного двигателя? M_p – пусковой момент; M_n – номинальный момент; $M_{кр}$ – критический момент.

1. M_p/M_n ;** 2) $M_{кр}/M_n$; 3) $M_n/M_{кр}$; 4) $M_{кр}/M_p$.

39. При каком способе регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с к.з. ротором достигается плавное регулирование скорости в широком диапазоне?

- 1) изменением подводимого напряжения к обмотке статора;

2) изменением частоты питающего тока;**

3) изменением числа пар полюсов;

4) введением в цепь ротора дополнительного сопротивления;

40. Какой способ регулирования частоты вращения невозможен для АД с к.з. ротором?

1) Изменением числа пар полюсов;

2) Введение в цепь ротора добавочного сопротивления;**

3) Изменением питающего напряжения;

4) Изменением частоты тока.

41. Какой способ регулирования частоты вращения не может быть применен для АД с фазным ротором?

1) Изменением числа пар полюсов;**

2) Введение в цепь ротора добавочного сопротивления;

3) Изменением питающего напряжения;

4) Изменением частоты тока

42. Для чего нужен возбудитель СГ?

1. источник постоянного тока;**

2. для разгона СГ;

3. источник механической энергии СГ.

4. источник тепловой энергии

43. От чего зависит частота генерируемой ЭДС?

1. от характера нагрузки;

2. от частоты вращения индуктора**

3. от величины тока в статоре;

4. от конструкции индуктора.

44. От чего зависит частота генерируемой ЭДС?

1. от характера нагрузки;

2. от тока нагрузки;

3. от схемы обмотки статора;

4. от числа пар полюсов индуктора;**

45. Для увеличения выдачи в сеть активной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, необходимо:

1) увеличить приложенный к его валу внешний момент;**

2) уменьшить приложенный к его валу внешний момент;

3) увеличить ток возбуждения;

4) уменьшить ток возбуждения;

46. Для увеличения выдачи в сеть реактивной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, необходимо:

1) увеличить приложенный к его валу внешний момент;

2) уменьшить приложенный к его валу внешний момент;

3) увеличить ток возбуждения;**

4) уменьшить ток возбуждения;

47. Что такое перегрузочная способность СГ?

1) P_{\max}/P_H ; ** 2) P_H/P_{\max} ; 3) P_{\max}/M_n . 4) M_{\max}/P_{\max}

48. Если произойдет обрыв в цепи возбуждения СГ работающего параллельно с сетью, то

1. частота вращения ротора начнет возрастать и СГ выйдет из синхронизма;**

2. частота вращения ротора начнет уменьшаться и СГ выйдет из синхронизма;
 3. СГ будет нормально работать
 4. увеличится производство активной мощности
- 49. Почему при асинхронном пуске синхронного двигателя обмотка возбуждения замыкается на активное сопротивление?**
1. для уменьшения тока возбуждения;
 2. исключение застревания СД на скорости близкой к полу синхронной;**
 3. получение большого пускового момента;
 4. уменьшение пускового тока.
- 50. Какое условие соответствует работе синхронного двигателя? (Ω_o – частота вращения поля, Ω_p - частота вращения индуктора).**
- 1) $\Omega_p < \Omega_o$; 2) $\Omega_p = \Omega_o$ ** ; 3) $\Omega_p > \Omega_o$. 4) $\Omega_p \ll \Omega_o$

Примеры заданий лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Исследование электродвигателей постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения

Цель работы: ознакомление со способами пуска и изменения направления вращения двигателей параллельного и смешанного возбуждения, а также исследование их рабочих, электромеханических и регулировочных свойств.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с установкой и записать паспортные данные исследуемого двигателя и измерительных приборов.
2. Собрать схему экспериментального исследования двигателя постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения.
3. Осуществить пуск и изменить направление вращения двигателя при параллельном возбуждении.
4. Снять рабочие и электромеханические (скоростные) характеристики двигателя при параллельном и смешанном возбуждении.
5. Снять регулировочные характеристики двигателя параллельного возбуждения.
6. По данным п.5 построить рабочие характеристики для двигателя параллельного возбуждения.
7. По данным п.5 построить электромеханические характеристики и зависимости момента на валу от тока якоря для двигателя параллельного и смешанного возбуждения.
8. По данным п.6 построить регулировочные характеристики.
9. Дать оценку результатов испытаний.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Исследование трёхфазного двухобмоточного трансформатора

Цель работы: освоение методики опытного определения основных параметров и исследование рабочих свойств трёхфазного двухобмоточного трансформатора.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с конструкцией исследуемого трансформатора и определить его паспортные данные.
2. Определить сопротивление обмоток трансформатора постоянному току.
3. Снять и построить характеристики холостого хода.
4. Определить коэффициент трансформации.
5. Снять и построить характеристики короткого замыкания.
6. На основании данных п.3 и п.5 определить мощности холостого хода $P_{ХН}$ и короткого замыкания $P_{КН}$, ток холостого хода в процентах $I_X\%$, напряжение короткого замыкания $U_K\%$.
7. По данным п.2-5 определить параметры Т-образной схемы замещения трансформатора и вычертить её с указанием значений параметров.
8. Снять и построить внешние характеристики при $\cos\varphi_2=1$ и $\cos\varphi_2=0$ и определить по ним для номинальной нагрузки величину процентного изменения напряжения $\Delta U\%$. Рассчитать и построить зависимость $\Delta U\% = f(\cos\varphi_2)$ при $\beta = \text{const}$.
9. Для нескольких значений коэффициента загрузки β рассчитать КПД трансформатора при $\cos\varphi_2 = 1$ и построить зависимость $\eta = f(\beta)$. Определить коэффициент загрузки трансформатора $\beta_{\text{онт}}$, при котором КПД достигается максимум, и оценить значение $\eta_{\text{мах}}$.
10. Дать оценку результатам испытаний.

Вопросы к экзамену

Трансформаторы

1. Устройство трансформаторов
2. Принцип действия трансформатора
3. Приведенный трансформатор. Уравнения приведенного трансформатора
4. Схема замещения трансформатора
5. Изменение вторичного напряжения и внешние характеристики трансформатора
6. КПД трансформатора
7. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора
8. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
9. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов при схеме соединения обмоток Y/Y_N и Δ/Y_N
10. Автотрансформатор

11. Регулирование напряжения в трансформаторах
12. Переходные процессы в трансформаторах.

Машины постоянного тока

1. Устройство машины постоянного тока
2. Принцип действия генератора постоянного тока
3. Принцип действия двигателя постоянного тока
4. Обмотки якоря машины постоянного тока
5. ЭДС и электромагнитный момент машины постоянного тока
6. Реакция якоря в машинах постоянного тока
7. Энергетическая диаграмма и основные уравнения машины постоянного тока
8. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения
9. Механические характеристики двигателя постоянного тока
10. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока
11. Пуск двигателя постоянного тока
12. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока

Асинхронные машины

1. Принцип действия асинхронной машины
2. Устройство асинхронной машины
3. Создание вращающегося магнитного поля в машинах переменного тока
4. Основные принципы построения трехфазных обмоток
5. Основные схемы обмоток машин переменного тока
6. Асинхронная машина при заторможенном роторе
7. Рабочий процесс в асинхронной машине при вращающемся роторе
8. Схема замещения асинхронной машины
9. Электромагнитный момент асинхронной машины
10. Механические характеристики асинхронной машины
11. Рабочие характеристики асинхронного двигателя
12. Пуск в ход асинхронного двигателя
13. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами
14. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя
15. Асинхронные генераторы (параллельная работа с сетью, автономная работа, самовозбуждение)
16. Аномальные режимы асинхронного двигателя
17. Единые серии асинхронных двигателей. Структура серии
18. Однофазные асинхронные двигатели

Синхронные машины

1. Принцип действия синхронной машины
2. Устройство синхронной машины
3. Магнитное поле синхронного генератора при нагрузке. Реакция якоря

4. Векторные диаграммы синхронного генератора
5. Характеристики синхронного генератора
6. Параллельная работа синхронного генератора с сетью
7. Электромагнитный момент и мощность синхронной машины
8. Синхронный двигатель. Устройства возбуждения
9. Синхронные компенсаторы
10. Синхронные микромашины (с постоянными магнитами, реактивные, гистерезисные, генераторы автомобилей и тракторов)

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Опубликованные методические материалы, определяющие процедуры оценки знаний, умений и навыков:

Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций.- КубГАУ.- Краснодар, 2014.- 34 с. — Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/8d1/8d16a59faa1f2e97e7383a8c3c81c739.pdf>

Контроль освоения дисциплины Б1.О.18 «Электрические машины» проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов». Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины. Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

Критерии оценки лабораторных работ

Оценка «5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Критерии оценки на тестировании. До тестирования допускаются студенты, которые не имеют задолженностей. Тестирование производится в

аудитории 107 кафедры «Электрических машин и электропривода», которая оснащена компьютерами. На кафедре создана база данных с тестами. По типу, предлагаемые студентам тесты являются тестами с одним правильным ответом. Время, отводимое на написание теста, не должно быть меньше 30 минут для тестов, состоящих из 20 тестовых заданий и 60 мин. для тестов из 40 тестовых заданий написания теста.

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Критерии оценки на экзамене.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под

руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная учебная литература

1. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учеб. / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139>. — Загл. с экрана.
2. Кобозев, В.А. Электрические машины. Часть 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Ставрополь: СтГАУ, 2015. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82225>. — Загл. с экрана.
3. Кобозев, В.А. Электрические машины. Часть 2. Электрические машины переменного тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Ставрополь: СтГАУ, 2015. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82226>. — Загл. с экрана.

Дополнительная

5. Трансформаторы: лаб. практикум / Е. Н. Чеснюк, И. Г. Стрижков. — Краснодар: КубГАУ, 2017. — 67 с. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/124/TRANSY_PRAKTIKUM_CELIKOM.pdf
6. Электрические машины: асинхронные и синхронные машины. Лабораторный практикум. / Е. Н. Чеснюк, И. Г. Стрижков. — Краснодар, 2013. — 121 с. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/124/08_Asinkh._i_sinkhr._mashiny._2013g.pdf
7. Обрусник, В.П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: ТУСУР, 2007. — 41 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11517>. — Загл. с экрана.
8. Электрические машины: задачи для практических занятий. Учебное пособие по дисциплине «Электрические машины», для направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение»

всех форм обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Орел: Орел-ГАУ, 2014. — 17 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71206>. — Загл. с экрана.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы библиотеки, используемые в Кубанском ГАУ им. И.Т. ТРУБИЛИНА

№	Наименование ресурса	Тематика	Уровень доступа
1	Znanium.com	Универсальная	Интернет доступ
2	Издательство «Лань»	Ветеринария Сельск. хоз-во Технология хранения и переработки пищевых продуктов	Интернет доступ
3	IPRbook	Универсальная	Интернет доступ
4	Научная электронная библиотека eLibrary (ринц)	Универсальная	Интернет доступ
5	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	Доступ с ПК университета
6	Электронный Каталог библиотеки КубГАУ	Универсальная	Доступ с ПК библиотеки

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Богатырёв Н.И. Использование интерактивных методов обучения при подготовке бакалавров и магистров: метод. реком. / Н.И. Богатырёв, С.В. Оськин. - Краснодар: КубГАУ, 2014. - 128 с. - Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/d56/d56cb061cb547e79bceed966e23d7bf2.pdf> – Образовательный портал КубГАУ.
9. Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций. - КубГАУ. - Краснодар, 2014. - 34 с. - Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/8d1/8d16a59faa1f2e97e7383a8c3c81c739.pdf>

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

(модулю), включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Microsoft Visio	Схемы и диаграммы
4	Система тестирования INDIGO	Тестирование

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование ресурса	Уровень доступа
1.	Гарант	Интернет доступ
2.	Научная электронная библиотека eLibrary	Интернет доступ, ссылка

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Специальные помещения		
Аудитория 106, факультета энергетики, КубГАУ	1. Точка доступа Wi-Fi; 2. Видиопроектор EPSON	Microsoft Windows, Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint), Microsoft Visio, Система тестирования INDIGO

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Аудитория 3, факультета энергетики, КубГАУ	Экран (1 шт.), трибуна мультимедийная (1 шт.), акустическая система (1 шт.), Ноутбук (1 шт.), Проектор Optoma EX-765 (1 шт.)	
Помещения для самостоятельной работы		
Аудитория 205, факультета энергетики, КубГАУ	Принтер HP LJ 1100 (1 шт.), Персональный компьютер (12 шт.), Персональный компьютер (1 шт.), Экран для проектора настенный (1 шт.), Телевизор Samsung LE-46S1B (1 шт.), Проектор BenQ CP830 (1 шт.)	
Помещения для хранения лабораторного оборудования		
Аудитория 104, факультета энергетики, КубГАУ	Стеллажи для хранения лабораторного оборудования	