

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им П. О. Сухого

  
О.Д. Асенчик

06.04. 2015

Регистрационный № УД- 41-04 /уч.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:

1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»;

1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»;

1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования ОСВО 1-43 01 03-2013, ОСВО 1-43 01 07-2013, ОСВО 1-53 01 05-2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальностей:

1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», регистрационные №№ I 43-1-19/уч. 17.09.2013, I 43-1-39/уч. 20.09.2013, I 43-1-44/уч. 21.09.2013;

1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций», регистрационные №№ I 43-1-14/уч. 17.09.2013, I 43-1-24/уч. 13.02.2014;

1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы», регистрационные №№ I 53-1-15/уч. 17.09.2013, I 53-1-47/уч. 20.09.2013, I 53-1-25/уч. 13.02.2014.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В. Тодарев, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.В. Козлов, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

В.С. Могила, заведующий кафедрой «Электроподвижной состав» УО «Белорусский государственный университет транспорта», кандидат технических наук, доцент

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 13 от 20.05.2015 г.);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 25.05.2015 г.); *Доп - 01-07/чг.*

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 04.06.2015 г.); *Доп - 069-174*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 01.07.2015).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Вступление

Дисциплина «Электрические машины» является дисциплиной государственного компонента цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин для студентов первой ступени подготовки специалистов по специальностям 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций», 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

### Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний в области электромеханического преобразования энергии, принципов действия основных видов электрических машин и особенностей их применения.

Задачей изучения дисциплины является получение теоретических знаний и приобретение практических навыков расчетно-конструкторской и экспериментальной деятельности, связанных с применением электрических машин.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина «Электрические машины» базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- высшая математика;
- физика;
- теоретические основы электротехники.

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализации, связанных с проектированием, моделированием, расчетом систем электропривода и автоматизации. В результате у специалистов формируются социально-личностные и профессиональные требования:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;
- ПК-1. Создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам, используя показатели технологического прогресса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии;
- ПК-9. Контролировать соблюдение норм охраны труда, техники безопасности при работах в электроустановках, противопожарной безопасности;
- ПК-15. Разрабатывать перспективный план развития системы электроснабжения, выполнять технико-экономическое обоснование вариантов сооружения или реконструкции электрооборудования и систем электроснабжения;
- ПК-19. Осуществлять светотехнические и электрические расчеты систем искусственного освещения.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины «Электрические машины» студент должен знать :

- устройство электрических машин различного типа трансформаторов;
- принцип действия электрических машин и трансформаторов;
- основы теории электрических машин и трансформаторов;
- схемы соединения обмоток электрических машин и трансформаторов;

уметь:

- методически правильно определять параметры электрических машин и трансформаторов;
- проводить требуемые экспериментальные исследования электрических машин и трансформаторов;
- определять области рациональных режимов работы электрических машин и трансформаторов;

приобрести навыки:

- разрабатывать технические задания на проектируемые автоматизированные электроприводы и (или) системы автоматизации с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

Владеть:

- методологией выбора электротехнических изделий для обеспечения функционирования электрических машин и аппаратов;
- методикой чтения электрических схем и определения характеристик типовых электрических устройств;
- принципами действия электрических машин и трансформаторов.

В результате изучения дисциплины у студентов должны формироваться следующие компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно и в команде;
- обладать креативностью;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Общее количество часов и количество аудиторных часов

Для специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дисциплина рассчитана на 290 часов, 7 зачетных единиц. Количество аудиторных часов дневной формы получения образования – 132 час., заочной – 28 час., заочной сокращенной – 16 час.

Для специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» дисциплина рассчитана на 315 часов, 8 зачетных единиц. Количество аудиторных часов дневной формы получения образования – 144 час., заочной – 30 час., заочной сокращенной – 20 час.

Для специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дисциплина рассчитана на 148 часов, 3,5 зачетные единицы. Количество аудиторных часов дневной формы получения образования – 64 час., заочной сокращенной – 12 час.

Формы получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Специальность 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»:

	ДО	ЗО	ЗОс
Курс	3	3,4	2,3
Семестр	5,6	5,6,7	4,5
Лекции (часов)	66	12	6
Практические занятия (часов)	33	8	4
Лабораторные занятия (часов)	33	8	6
Всего аудиторных (часов)	132	28	16
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине			
Экзамен -	5,6	6,7	5
Тестирование -		6	5
Курсовой проект	6	7	5

Специальность 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»:

	ДО	ЗО	ЗОс
Курс	3	3,4	3,4
Семестр	5,6	5,6,7	5,6,7
Лекции (часов)	80	16	10
Практические занятия (часов)	32	6	4
Лабораторные занятия (часов)	32	8	6
Всего аудиторных (часов)	144	30	20
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине			
Экзамен -	5,6	6,7	6
Тестирование -		6	6
Курсовой проект	6	7	7

Специальность 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»:

	ДО	ЗОс
Курс	3	2
Семестр	5	3,4
Лекции (часов)	32	6
Практические занятия (часов)		2
Лабораторные занятия (часов)	32	4
Всего аудиторных (часов)	64	12
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен -	5	4

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Понятие об электромеханическом преобразовании энергии. Основные законы электромеханики

Тема 2. Дифференциальные и комплексные напряжения, формула ЭДС. Коэффициент трансформации.

Тема 3. Уравнения магнитодвижущих сил. Индуктивные сопротивления трансформатора.

Тема 4. Векторная диаграмма и схемы замещения трансформаторов.

Тема 5. Работа трансформатора под нагрузкой. Измерение вторичного напряжения.

Тема 6. Магнитные системы трехфазных трансформаторов.

Тема 7. Параллельная работа трансформаторов.

Тема 8. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов.

Тема 9. Автотрансформаторы. Схемы включения соотношения между мощностями трансформатора и автотрансформатора.

Тема 10. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение.

Тема 11. Основные уравнения напряжений и токов. Векторная диаграмма.

Тема 12. Измерительные трансформаторы.

Тема 13. Многообмоточные трансформаторы, трансформаторы для выпрямительных устройств.

Тема 14. Сварочные трансформаторы.

Тема 15. Переходные процессы в трансформаторах.

Тема 16. Устройство и принцип действия глубокопазного асинхронного двигателя.

Тема 17. Основные уравнения напряжений и токов. Векторная диаграмма.

Тема 18. Электромагнитная мощность.

Тема 19. Схемы замещения. Токи и момент в функции скольжения.

Тема 20. Механическая характеристика асинхронного электродвигателя

Тема 21. Энергетические, рабочие характеристики АД.

Тема 22. Устройство синхронной машины, явнополюсные и неявнополюсные СМ.

Тема 23. Магнитная цепь СМ. МДС обмотки возбуждения.

Тема 24. Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры машины.

Тема 25. Характеристики СГ холостого хода, внешние, нагрузочные, короткого замыкания, регулировочные.

Тема 26. Условия включения на параллельную работу.

Тема 27. U-образные характеристики.

Тема 28. Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность, момент, статическая и динамическая нагрузки.

Тема 29. Векторная диаграмма. U-образные угловые характеристики. Рабочие характеристики СД.

Тема 30. Устройства и принцип действия МПТ. Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря. Электромагнитный момент МПТ.

Тема 31. Генераторы постоянного тока с независимым возбуждением и с самовозбуждением. Характеристики генераторов постоянного тока.

Тема 32. Двигатели постоянного тока. Пуск ДПТ. Механические и рабочие характеристики ДПТ.

## ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В курсовом проекте разрабатывается АД серии 4А: производится определение главных размеров, расчет обмотки паза и ярма статора (ротора), расчет магнитной цепи, расчет постоянных потерь мощности, расчет рабочих характеристик АД, расчет пусковых характеристик АД, тепловой расчет АД.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

Введение.

1. Определение главных размеров электродвигателя
2. Расчет обмотки паза и ярма статора
3. Расчет обмотки паза и ярма ротора
4. Расчет магнитной цепи асинхронной машины
5. Определение параметров асинхронной машины для рабочего режима
6. Расчет постоянных потерь мощности
7. Рабочие характеристики АД
8. Пусковые характеристики АД
9. Тепловой расчет АД

Заключение

Графическая часть: конструкция АД, обмотки, рабочие и механические характеристики.

Примерный объем курсового проекта:

- 3 листа (формата А 1) графического материала
- 25 - 30 страниц расчетно-пояснительной записки.

На выполнение курсового проекта в учебном плане предусмотрено 60 часов (1,5 зачетные единицы).



Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
(для студентов специальности 1-530105, дневной формы получения  
образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1.	Основные законы электромеханики.	2						
2	Основы теории электромеханических преобразователей. Виды электрических машин и их развитие	2						
3	Трансформаторы	22						
4	Однофазные трансформаторы. Конструкция, холостой ход идеального трансформатора, векторная диаграмма. Холостой ход реального однофазного трансформатора	4	1					Защита лаб. работ, КП
5	Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Приведенный трансформатор. Схема замещения.	2	2	2				Защита лаб. работ, КП КП
6	Опыты холостого хода и короткого замыкания.	2		4				Защита лаб. работ, КП
7	Изменение вторичного напряжения под нагрузкой. Регулирование вторичного напряжения.	2	2					КП
8	Энергетическая характеристика	2	2					КП

	трансформатора. КПД							
9	Трехфазные трансформаторы. Конструкция, схема соединения обмоток. Группы соединения.	2		2				Защита лаб.работ, КП
10	Холостой ход трехфазных трансформаторов	2	2	2				КП
11	Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов. Применение метода симметричных составляющих для расчета.	4						Защита лаб.работ
12	Автотрансформаторы. Схемы включения, режимы работы. Многообмоточные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Сварочные трансформаторы.	2	2					
13	Асинхронные машины	10						
14	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя(АД). Вращающееся магнитное поле. Процессы в АД при неподвижном роторе.	2						Защита лаб.работ, КП
15	Процессы в АД при вращающемся роторе. Скольжение. Механическая характеристика АД.	2	4	2				Защита лаб.работ, КП
16	Рабочие характеристики АД.	2	4	2				Защита лаб.работ, КП
17	Асинхронный генератор	2						
18	Однофазные асинхронные электродвигатели	2		2				Защита лаб.работ

19	Синхронные машины	<i>L<sub>2</sub></i>						
20	Устройство синхронной машины (СМ). Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Магнитные поля СМ. ЭДС якоря. Магнитное поле СМ на холостом ходу и под нагрузкой. Продольная и поперечная реакция якоря.	4	2					
21	Синхронный генератор (СГ) под нагрузкой в автономном режиме. Уравнения напряжений, векторные диаграммы при RL и RC нагрузкой.	2	2	2				КП
22	Процессы в СГ под нагрузкой с учетом насыщения.	2						КП
23	Характеристики СГ холостого хода, нагрузочная, внешняя, регулировочная, короткого замыкания, энергетическая.	2		2				КП
24	Преобразование энергии в СМ. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент СМ. Статическая и динамическая устойчивость СМ.	2	2	1				КП
25	Параллельная работа СГ с сетью. Точная и грубая синхронизация. U-образные характеристики СГ, угловые	4		2				КП

	характеристики СГ работающего параллельно с сетью.							
26	Синхронные электродвигатели (СД) конструкция. Пуск СД. U- образные характеристики СД. Синхронный компенсатор. Рабочие характеристики СД.	4	2	4				
27	Переходные процессы в СМ. Специальные СМ.	2						
28	Машины постоянного тока	10						
29	Устройство и принцип действия машины постоянного тока (МПТ) ЭДС и МЭМ. Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря.	4	2					КП
30	Коммутация МПТ	2						КП
31	Генераторы постоянного тока с независимым параллельным и смешанным возбуждением. Характеристики.	2		4				КП
32	Двигатели постоянного тока независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Скоростные и механические характеристики	2	4	2				КП
	Итого	66 ✓	33 ✓	33 ✓				

**Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
(для студентов специальности 1-530105, заочной формы получения  
образования)**

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1.	Однофазные трансформаторы, напряжение, принцип действия. Работа под нагрузкой, изменение напряжения	4	2	2				Защита лаб. работ
2	Трёхфазный трансформатор, конструкция, симметричная и несимметричная нагрузка, параллельная работа						Подготовка к тестированию	опрос
3	Специальные трансформаторы							опрос
4	Асинхронный электродвигатель. Скольжение, механическая характеристика. Пуск и регулирование скорости	4	2	2			Подготовка к тестированию	Защита лаб. работ
5	Однофазные АД, исполнительный АД, асинхронный генератор							опрос
6	Синхронные электрические машины. Устройства, работа в автономном режиме. Работа СГ параллельно с сетью. U-образные рабочие характеристики. Синхронный электродвигатель	2	2	2				Защита лаб. работ
7	Машины постоянного тока. Генераторы, характеристики. Двигатели, характеристики	2	2	2			Подготовка к выполнению л.р. №4,5	Защита лаб. работ
	Итого	12	8	8				

Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
(для студентов специальности 1-530105, заочной (сокращенной) формы  
получения образования)

Номер раздела, темы.	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1.	Понятие об электромеханическом преобразовании энергии. Основные законы электромеханики.	0,25						Зачет
2	Дифференциальные и комплексные напряжения, формула ЭДС. Коэффициент трансформации.	0,25						Зачет
3	Уравнения магнитодвижущих сил. Индуктивные сопротивления трансформатора.	0,25						Защита лаб. работ
4	Векторная диаграмма и схемы замещения трансформаторов.	0,25						Зачет
5	Магнитные системы трехфазных трансформаторов.	0,25	2					Защита лаб. работ
6	Параллельная работа трансформаторов.	0,25						Зачет
7	Автотрансформаторы. Схемы включения соотношения между мощностями трансформатора и автотрансформатора.	0,25						Зачет
8	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение.	0,25						Зачет
9	Основные уравнения напряжений и токов. Векторная диаграмма.	0,25						
10	Электромагнитная мощность.	0,25						
11	Схемы замещения. Токи и момент в функции скольжения.	0,25						Защита лаб. работ
12	Механическая характеристика асинхронного электродвигателя.	0,25		2				Защита КП

13	Энергетические, рабочие характеристики АД.	0,25						Защита КП
14	Устройство синхронной машины, явнополюсные и неявнополюсные СМ.	0,25						Защита КП
15	Магнитная цепь СМ. МДС обмотки возбуждения.							Защита КП, Экзамен
16	Продольная и поперечная реакция якоря. параметры машины.							Экзамен
17	Характеристики СГ холостого хода, внешние, нагрузочные, короткого замыкания, регулировочные.	0,25						Защита КП, Экзамен
18	Условия включения на параллельную работу.							Защита лаб. работ, КП
19	U-образные характеристики	0,25		2				Защита КП
20	Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность, момент, статическая и динамическая нагрузки.							Экзамен
21	Векторная диаграмма. U-образные угловые характеристики. Рабочие характеристики СД.	0,25						Экзамен
22	Устройства и принцип действия УМТ.	0,25	2					Экзамен
23	Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря.	0,25						Защита лаб. работ
24	Электромагнитный момент МПТ.	0,25						Защита лаб. работ
25	Генераторы постоянного тока с независимым возбуждением и с самовозбуждением.	0,25		2				Защита КП
26	Характеристики генераторов постоянного тока	0,25						Экзамен
27	Двигатели постоянного тока. Пуск ДПТ.	0,25						Экзамен
28	Механические и рабочие характеристики ДПТ.	0,25						Защита КП
	Итого	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>				

Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
(для студентов специальности 1-43 01 03, дневной формы получения  
образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практиче ские занятия	Лаборат орные занятия	Семинар ские занятия	Иное		
1.	Основные законы электромеханики.	2						
2	Основы теории электромеханических преобразователей. Виды электрических машин и их развитие	2						
3	Трансформаторы							
4	Однофазные трансформаторы. Конструкция, холостой ход идеального трансформатора, векторная диаграмма. Холостой ход реального однофазного трансформатора	8						Защита лаб. работ, КП
5	Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Приведенный трансформатор. Схема замещения.	2		2				Защита лаб. работ, КП
6	Опыты холостого хода и короткого замыкания.	2						Защита лаб. работ, КП
7	Изменение вторичного напряжения под нагрузкой. Регулирование вторичного напряжения.	2	8					КП
8	Энергетическая характерис- тика трансформатора. КПД. Внешняя характеристика	2						КП
9	Трехфазные трансформато- ры. Конструкция, схема соединения обмоток. Группы соединения.	2						Защита лаб. работ, КП
10	Холостой ход трехфазных трансформаторов	2		2				КП
11	Несимметричная нагрузка трехфазных трансформа- торов. Применение метода	4						Защита лаб. работ



	симметричных составляющих для расчета.							
12	Автотрансформаторы. Схемы включения, режимы работы. Многообмоточные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Сварочные трансформаторы. Вольтодобавочные трансформаторы.	8		2				
13	Асинхронные машины							
14	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя(АД). Вращающееся магнитное поле. Процессы в АД при неподвижном роторе.	2	6					Защита лаб.работ, КП
15	Процессы в АД при вращающемся роторе. Скольжение. Механическая характеристика АД.	4		2				Защита лаб.работ, КП
16	Рабочие характеристики АД.	2		2				Защита лаб.работ, КП
17	Асинхронный генератор, управляемый АД, индуктивный регулятор, сельсин.	4		2				
18	Однофазные асинхронные электродвигатели	3		2				Защита лаб.работ
19	Синхронные машины							
20	Устройство синхронной машины (СМ). Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Магнитные поля СМ. ЭДС якоря. Магнитное поле СМ на холостом ходу и под нагрузкой. Продольная и поперечная реакция якоря.	4	4	2				
21	Синхронный генератор(СГ) под нагрузкой в автономном режиме. Уравнения напряжений, векторные диаграммы при RL и RC нагрузкой.	2		2				КП
22	Процессы в СГ под нагрузкой с учетом насыщения.	2						КП
23	Характеристики СГ холостого хода, нагрузочная, внешняя, регулировочная, короткого	2		2				КП

	замыкания, энергетическая.							
24	Преобразование энергии в СМ. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент СМ. Статическая и динамическая устойчивость СМ.	2	4					КП
25	Параллельная работа СГ с сетью. Точная и грубая синхронизация. U-образные характеристики СГ, угловые характеристики СГ работающего параллельно с сетью.	4		2				КП
26	Синхронные электродвигатели (СД) конструкция. Пуск СД. U-образные характеристики СД. Синхронный компенсатор. Рабочие характеристики СД.	4		2				
27	Переходные процессы в СМ. Специальные СМ. Колебания СМ.		4					
28	Машины постоянного тока							
29	Устройство и принцип действия машины постоянного тока (МПТ) ЭДС и МЭМ. Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря.	4	6					КП
30	Коммутация МПТ	2						КП
31	Генераторы постоянного тока с независимым параллельным и смешанным возбуждением. Характеристики.	2		4				КП
32	Двигатели постоянного тока независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Скоростные и механические характеристики	2		4				КП
	Итого	80 v	32 v	32 v				

Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
(для студентов специальности 1-430103, заочной формы получения  
образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1.	Однофазные трансформаторы, напряжение, принцип действия. Работа под нагрузкой, изменение напряжения	4		2				Защита лаб. работ
2	Трехфазный трансформатор, конструкция, симметричная и несимметричная нагрузка, параллельная работа						Подготовка к тестированию	опрос
3	Специальные трансформаторы							опрос
4	Асинхронный электродвигатель. Скольжение, механическая характеристика. Пуск и регулирование скорости	4	2	2			Подготовка к тестированию	Защита лаб. работ
5	Однофазные АД, исполнительный АД, асинхронный генератор							опрос
6	Синхронные электрические машины. Устройства, работа в автономном режиме. Работа СГ параллельно с сетью. U-образные рабочие характеристики. Синхронный электродвигатель	2	2	2				Защита лаб. работ
7	Машины постоянного тока. Генераторы, характеристики. Двигатели, характеристики	6	2	2			Подготовка к выполнению л.р. №4,5	Защита лаб. работ
	Итого	16	6	8				

Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
(для студентов специальности 1-43 01 03, заочной (сокращенной) формы  
получения образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1.	Понятие об электромеханическом преобразовании энергии. Основные законы электромеханики.	0,25						Зачет
2	Дифференциальные и комплексные напряжения, формула ЭДС. Коэффициент трансформации.	0,25						Зачет
3	Уравнения магнитодвижущих сил. Индуктивные сопротивления трансформатора.	0,5						Защита лаб. работ
4	Векторная диаграмма и схемы замещения трансформаторов.	0,5						Зачет
5	Магнитные системы трехфазных трансформаторов.	0,5	2					Защита лаб. работ
6	Параллельная работа трансформаторов.	0,5						Зачет
7	Автотрансформаторы. Схемы включения соотношения между мощностями трансформатора и автотрансформатора.	0,5						Зачет
8	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение.	0,25						Зачет
9	Основные уравнения напряжений и токов. Векторная диаграмма.	0,25						
10	Электромагнитная мощность.	0,5						
11	Схемы замещения. Токи и момент в функции скольжения.	0,5						Защита лаб. работ
12	Механическая характеристика асинхронного электродвигателя.	0,5		2				Защита КП

13	Энергетические, рабочие характеристики АД.	0,5						Защита КП
14	Устройство синхронной машины, явнополусные и неявнополусные СМ.	0,5						Защита КП
15	Магнитная цепь СМ. МДС обмотки возбуждения.							Защита КП, Экзамен
16	Продольная и поперечная реакция якоря. параметры машины.							Экзамен
17	Характеристики СГ холостого хода, внешние, нагрузочные, короткого замыкания, регулировочные.	0,5						Защита КП, Экзамен
18	Условия включения на параллельную работу.							Защита лаб. работ, КП
19	U-образные характеристики	0,25		2				Защита КП
20	Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность, момент, статическая и динамическая нагрузки.							Экзамен
21	Векторная диаграмма. U-образные угловые характеристики. Рабочие характеристики СД.	0,5						Экзамен
22	Устройства и принцип действия УМТ.	0,5	2					Экзамен
23	Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря.	0,5						Защита лаб. работ
24	Электромагнитный момент МПТ.	0,25						Защита лаб. работ
25	Генераторы постоянного тока с независимым возбуждением и с самовозбуждением.	0,5		2				Защита КП
26	Характеристики генераторов постоянного тока	0,25						Экзамен
27	Двигатели постоянного тока. Пуск ДПТ.	0,25						Экзамен
28	Механические и рабочие характеристики ДПТ.	0,5						Защита КП
	Итого	10 ✓	4 ✓	6 ✓				

12	Измерительные трансформаторы	1						
13	Многообмоточные трансформаторы, трансформаторы для выпрямительных устройств.	1						
14	Сварочные трансформаторы	0,5						
15	Переходные процессы в трансформаторах	1						
16	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение.	1		2				Зачет
17	Основные уравнения напряжений и токов. Векторная диаграмма.	1						
18	Электромагнитная мощность.	0,5						
19	Схемы замещения. Токи и момент в функции скольжения.	0,5						Защита лаб. работ
20	Механическая характеристика асинхронного электродвигателя.	1		2				Защита КП
21	Энергетические, рабочие характеристики АД.	1		2				Защита КП
22	Устройство синхронной машины, явнополюсные и неявнополюсные СМ.	1		2				Защита КП
23	Магнитная цепь СМ. МДС обмотки возбуждения.	1		2				Защита КП, Экзамен
24	Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры машины.	1						Экзамен
25	Характеристики СГ холостого хода, внешние, нагрузочные, короткого замыкания, регулировочные.	1		2				Защита КП, Экзамен
26	Условия включения на параллельную работу.	1		2				Защита лаб. работ, КП
27	U-образные характеристики	1		2				Защита КП

28	Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность, момент, статическая и динамическая нагрузки.	1		2			Экзамен
29	Векторная диаграмма. У-образные угловые характеристики. Рабочие характеристики СД.	1		2			Экзамен
30	Устройства и принцип действия УМТ. Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря. Электромагнитный момент МПТ.	1		2			Экзамен Защита лаб. работ
31	Генераторы постоянного тока с независимым возбуждением и с самовозбуждением. Характеристики генераторов постоянного тока	1		4			Защита КП. Экзамен
32	Двигатели постоянного тока. Пуск ДПТ. Механические и рабочие характеристики ДПТ.	1		2			Экзамен. Защита КП
	Итого	32 ✓		32 ✓			

Учебно-методическая карта дисциплины «Электрические машины»  
для студентов специальности 1-43 01 07,  
заочной формы получения образования

Номер раздела, темы, за- темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых во- просов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практи- ческие	Лабора- торные	Семи- нарские занятия	Иное		
1.	Однофазные трансфор- маторы, напряжение, принцип действия. Ра- бота под нагрузкой, из- менение напряжения	2		2				Защита лаб. ра- бот
2	Трёхфазный трансфор- матор, конструкция, симметричная и несим- метричная нагрузка, параллельная работа							опрос
3	Специальные транс- форматоры							опрос
4	Асинхронный электро- двигатель. Скольжение, механическая характе- ристика. Пуск и регули- рование скорости	2	1					Защита лаб. ра- бот
5	Однофазные АД, ис- полнительный АД, асинхронный генератор							опрос
6	Синхронные электриче- ские машины. Устрой- ства, работа в автоном- ном режиме. Работа СГ параллельно с сетью. У- образные рабочие ха- рактеристики. Син- хронный электродвига- тель	1	1	2				Защита лаб. ра- бот
7	Машины постоянного тока. Генераторы, ха- рактеристики. Двигате- ли, характеристики	1						Защита лаб. ра- бот
	Итого	6 ✓	2 ✓	4 ✓				



## Информационно-методическая часть.

### Основная литература.

1. Костенко М.П. Пиотровский Л.М. Электрические машины. М."Энергия", 1973.
2. Вольдек А.И. "Электрические машины", М., "Энергия". 1978.
3. Токарев П.Ф. "Электрические машины", М., "Энергия". 1990.
4. Проектирование электрических машин. Под ред. И.П. Копылова. М., Энергия, 1980.
5. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: Учебник для вузов/ А.И. Вольдек, В.В. Попов – СПб: Питер 2007.- 320с.
6. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов/ А.И. Вольдек, В.В. Попов – СПб: Питер, 2007-350с.
7. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник для вузов/ И.П. Копылов – М.: Энергоатомиздат, 2005.-360с.

### Дополнительная литература.

1. Иванов – Смоленский А.В. Электрические машины. В 2-х т.: Учебник для вузов/ А.И. Иванов – Смоленский – М.: Издательство МЭИ, 2004.- 652с.,532с.
2. Черномашцев В.Г., В.А. Пацкевич, В.Н.Калушко "Электрические машины"  
2.1 Трансформаторы, Асинхронные машины. Гомель 2011г.
3. Обмотки электрических машин. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Электрические машины" В.С. Захаренко, В.В. Тодарев, Гомель ГГТУ, 2008г.
3. Справочник "Асинхронный двигатель серии 4А ".М., Энергоиздат, 1982г.

### Учебно-методические пособия.

1. Методические указания по курсовому проекту по курсу " Электрические машины" для студентов специальности 10.04, 21.05 ч. I "Проектирование трехфазного асинхронного электродвигателя. Ротапринт ГПИ, 1996г.

### Электронные учебно-методические комплексы.

Тодарев В.В. и др. Электрические машины. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины/В.В Тодарев.- Гомель ГГТУ им. П.О. Сухого 2014. Режим доступа: <http://elib.gsty.by/handle/220612/2014>

*Список литературы сверен АИ(Тимова Ч.В.)*

### **Примерный перечень лабораторных занятий.**

1. Опыт холостого хода трансформатора.
2. Опыт короткого замыкания трансформатора.
3. Работа трансформатора под нагрузкой.
4. Группы соединения трансформаторов.
5. Параллельная работа трансформаторов.
6. Несимметричная нагрузка трансформаторов.
7. Опыты холостого хода и короткого замыкания, механическая характеристика.
8. Рабочие характеристики АД.
9. Пуск АД.
10. АД с фазным ротором.
11. Однофазный АД.
12. Синхронный генератор в автономном режиме.
13. Синхронный генератор параллельно с сетью.
14. Синхронный двигатель. U-образные и рабочие характеристики.
15. ГПТ независимого возбуждения.
16. ГПТ параллельного возбуждения.
17. ДПТ независимого возбуждения.

### **Примерный перечень практических занятий.**

1. Электромеханические параметры трансформатора
2. Группы соединения трансформатора
3. Электромагнитные параметры асинхронного двигателя.
4. Обобщенная электрическая машина.
5. Параметры обмоток машин переменного тока.
6. Построение обмоток машин переменного тока.
7. Параметры обмоток машин постоянного тока
8. Построение обмоток якоря машин постоянного тока

### **Методы (технологии) обучения.**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы пробного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- внедрение элементов научных исследований и патентного поиска при проектировании конкретного объекта, при выполнении практических заданий, а также при самостоятельной работе.

## **Характеристика рекомендуемых методов и технологии обучения.**

Теоретические лекционные занятия чередуются с практическими и, а также с управляемой самостоятельной работой. Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой.

### **Организация самостоятельной работы студентов.**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя, в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчётных заданий с консультациями у преподавателя.

### **Диагностика компетенций студента.**

Оценка уровня знаний студентов производится по десятибалльной шкале. Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам курса с использованием модульно-рейтинговой системы;
- отчёты по практическим работам с устной их защитой
- выступление студента на конференциях;
- сдача экзамена по дисциплине.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Электроника	АЭП	Нет	Программу утвердить. Протокол № 13 от 20.05.2015