

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ
им. П.О. Сухого


_____ О. Д. Асенчик

06.04. 2015 г.

Регистрационный № УД- 49-10 /уч.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети»

2015

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-43 01 02 – 2013, учебных планов учреждения высшего образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» регистрационные №№ I 43-1-08/уч. 12.02.2014, I 43-1-21/уч. 17.09.2013.

СОСТАВИТЕЛЬ

В.В. Брель, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод», к.т.н., доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ю.А. Рудченко, доцент кафедры «Электроснабжение», к.т.н., доцент

В.С. Могила, заведующий кафедрой «Электроподвижной состав» УО «Белорусского государственного университета транспорта», к.т.н., доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

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

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 25.05.2015); *УО - от - уч.*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 01.04.2015).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Вступление

Дисциплина «Электромеханика» входит в государственный компонент цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1–43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети».

Цели и задачи учебной дисциплины

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

Основными задачами дисциплины являются:

- 1) Получение теоретических знаний и приобретение практических навыков расчетно-конструкторской и экспериментальной деятельности, связанных с применением электромеханических преобразователей энергии.
- 2) Приобретение навыков самостоятельно разрабатывать перспективный план развития электрической сети или электроэнергетической системы, выполнять технико-экономическое обоснование вариантов сооружения или реконструкции объекта электрической сети или системы.
- 3) Изучение и приобретение навыков создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам.
- 4) Приобретение навыков ставить задачу и обоснованно выбирать метод оптимизации электрической сети по реактивной мощности и режиму напряжения.
- 5) Обоснованно организовывать функционирование устройств автоматического регулирования активной и реактивной мощности, частоты и напряжения в электроэнергетических системах.

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

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как:

- 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 электроэнергетических систем.

Требования к освоению учебной дисциплины и компетентности специалиста

В результате изучения дисциплины «Электромеханика» студент должен:
знать:

- законы и основные соотношения электромеханики;
- теорию электрических машин, их параметры и режимы работы;
- характеристики электрических машин, их условия и области использования;

уметь:

- выбирать типы, параметры, режимы электрических машин для конкретных схем;
- оптимизировать схемы, параметры, режимы электрических машин как элементов электроэнергетических систем;
- осваивать и предлагать новые конструктивные и режимные решения по использованию электрических машин;

владеть:

- методами анализа режимов работы в электрических сетях и электроэнергетических системах;
- методами расчета электрических машин;
- идеологией поиска новых конструктивных решений.

Изучение и освоение дисциплины «Электромеханика» должно обеспечить формирование у будущего специалиста необходимых академических и профессиональных компетенций, таких как:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- В составе группы специалистов по проектированию электроэнергетических систем и сетей или самостоятельно разрабатывать перспективный план развития электрической сети или электроэнергетической системы, выполнять технико-экономическое обоснование вариантов сооружения или реконструкции объекта электрической сети или системы
- Используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам.
- Ставить задачу и обоснованно выбирать метод оптимизации электрической сети по реактивной мощности и режиму напряжения.

- Обоснованно организовывать функционирование устройств автоматического регулирования активной и реактивной мощности, частоты и напряжения в электроэнергетических системах.

Общее количество часов и количество аудиторных часов

Для специальности 1–43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» дневной формы обучения учебная программа дисциплины рассчитана на 282 часа, в том числе 144 часа аудиторных занятий. Трудоёмкость дисциплины 7,5 зачетных единиц.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма обучения	Дневная	Заочная сокр.	Заочная
Курс	3		
Семестр	5,6		
Лекции (часов)	80		
Практические (семинарские) занятия (часов)	32		
Лабораторные занятия (часов)	32		
Всего аудиторных (часов)	144		
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине			
Экзамен	5, 6 семестр		
Курсовой проект	6 семестр		

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение. Основы теории электромеханических преобразователей. Виды электрических машин и их развитие.

Тема 2. Однофазные трансформаторы.

Конструкция, холостой ход идеального трансформатора, векторная диаграмма. Холостой ход реального однофазного трансформатора.

Тема 3. Работа трансформатора под нагрузкой.

Векторные диаграммы. Приведенный трансформатор. Схема замещения.

Тема 4. Опыты холостого хода и короткого замыкания.

Тема 5. Изменение вторичного напряжения под нагрузкой. Регулирование вторичного напряжения.

Тема 6. Энергетическая характеристика трансформатора. КПД.

Тема 7. Трехфазные трансформаторы. Конструкция, схемы соединения обмоток. Группы соединения.

Тема 8. Холостой ход трехфазных трансформаторов.

Тема 9. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов. Применение метода симметричных составляющих для расчета.

Тема 10. Автотрансформаторы. Схемы включения, режимы работы. Многообмоточные трансформаторы.

Тема 11. Измерительные трансформаторы. Сварочные трансформаторы.

Тема 12. Устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя (АД). Вращающееся магнитное поле. Процессы в АД при неподвижном роторе.

Тема 13. Процессы в АД при вращающемся роторе. Скольжение. Механическая характеристика АД. Асинхронный генератор.

Тема 14. Рабочие характеристики АД.

Тема 15. Пуск АД. Регулирование скорости вращения вала АД. Торможение АД.

Тема 16. Однофазные асинхронные электродвигатели.

Тема 17. Устройство синхронной машины (СМ). Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Магнитные поля СМ ЭДС якоря.

Тема 18. Магнитное поле СМ на холостом ходу и под нагрузкой. Продольная и поперечная реакция якоря.

Тема 19. Синхронный генератор (СГ) под нагрузкой в автономном режиме. Уравнения напряжений, векторные диаграммы при RL и RC нагрузкой.

Тема 20. Процессы в СГ под нагрузкой с учетом насыщения.

Тема 21. Характеристики СГ: холостого хода, нагрузочная, внешняя, регулировочная, короткого замыкания, энергетическая.

Тема 22. Преобразование энергии в СМ. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент СМ. статическая и динамическая устойчивость СМ.

Тема 23. Параллельная работа СГ с сетью. Точная и грубая синхронизация.

Тема 24. U-образные характеристики СГ, угловые характеристики СГ работающего параллельно с сетью.

Тема 25. Синхронные электродвигатели (СД) конструкция. Пуск СД.

Тема 26. U-образные характеристики СД. Синхронный компенсатор. Рабочие характеристики СД.

Тема 27. Переходные процессы в СМ. Специальные СМ, колебания СМ.

Тема 28. Устройство и принцип действия машины постоянного тока (МПТ).

Тема 29. Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря. Коммутация МПТ

Тема 30. Генераторы постоянного тока с независимым параллельным и смешанным возбуждением. Характеристики.

Тема 31. Двигатели постоянного тока независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Скоростные и механические характеристики.

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине «Электромеханика» для студентов специальности 1-43 01 02 направлена на углубление и закрепление теоретического материала на примере проектирования электрических машин, овладение методами расчета и конструирования электрических машин, приобретение навыков пользования справочной литературы.

Значение курсового проекта для приобретения навыков самостоятельной работы студента, формирования способности самостоятельно и творчески решать научные, инженерно-технические, производственные вопросы.

Примерный объем курсового проекта в соответствии с положением должен составлять 30 - 50 страниц, и 3 листа формата А1 графического материала. Количество часов на выполнение в соответствии с учебным планом университета по специальности составляет 60 часов. Трудоемкость курсовой работы 1⁵ зачетная единица.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА»

(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	5 семестр							
1.1	Введение. Основы теории электромеханических преобразователей. Виды электрических машин и их развитие.	2						Опрос
1.2	Однофазные трансформаторы. Конструкция, холостой ход идеального трансформатора, векторная диаграмма. Холостой ход реального однофазного трансформатора.	2	2					Опрос
1.3	Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Приведенный трансформатор. Схема замещения.	2	2					Опрос
1.4	Опыты холостого хода и короткого замыкания.	4			4			Защита л.р.
1.5	Изменение вторичного напряжения под нагрузкой. Регулирование вторичного напряжения.	4	2		2			Защита л.р.
1.6	Энергетическая характеристика трансформатора. КПД.	2	2		2			Защита л.р.
1.7	Трехфазные трансформаторы. Конструкция, схемы соединения обмоток. Группы соединения.	4	2		2			Защита л.р.
1.8	Холостой ход трехфазных трансформаторов.	4	2					Опрос
1.9	Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов. Применение метода симметричных составляющих для расчета.	4						Опрос
1.10	Автотрансформаторы. Схемы включения, режимы работы. Многообмоточные трансформаторы.	4						Опрос
1.11	Измерительные трансформаторы. Сварочные трансформаторы.	4						Опрос
1.12	Устройство и принцип действия асин-	2						Опрос

	хронного электродвигателя (АД). Вращающееся магнитное поле. Процессы в АД при неподвижном роторе.						
1.13	Процессы в АД при вращающемся роторе. Скольжение. Механическая характеристика АД. Асинхронный генератор.	4	2		2		Защита л.р.
1.14	Рабочие характеристики АД.	2	2		2		Защита л.р.
1.15	Пуск АД. Регулирование скорости вращения вала АД. Торможение АД.	2	2		2		Защита л.р.
1.16	Однофазные асинхронные электродвигатели.	2					Экзамен
	Итого за 5 семестр	48	16		16		
	6 семестр						
2.1	Устройство синхронной машины (СМ). Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Магнитные поля СМ ЭДС якоря.	2					Опрос
2.2	Магнитное поле СМ на холостом ходу и под нагрузкой. Продольная и поперечная реакция якоря.	2	2				Опрос
2.3	Синхронный генератор (СГ) под нагрузкой в автономном режиме. Уравнения напряжений, векторные диаграммы при RL и RC нагрузкой.	2	2				Опрос
2.4	Процессы в СГ под нагрузкой с учетом насыщения.	2					Опрос
2.5	Характеристики СГ: холостого хода, нагрузочная, внешняя, регулировочная, короткого замыкания, энергетическая.	2	2		2		Защита л.р.
2.6	Преобразование энергии в СМ. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент СМ. статическая и динамическая устойчивость СМ.	2					Опрос
2.7	Параллельная работа СГ с сетью. Точная и грубая синхронизация.	2			2		Защита л.р.
2.8	U-образные характеристики СГ, угловые характеристики СГ работающего параллельно с сетью.	2			2		Защита л.р.
2.9	Синхронные электродвигатели (СД) конструкция. Пуск СД.	2			2		Защита л.р.
2.10	U-образные характеристики СД. Синхронный компенсатор. Рабочие характеристики СД.	2			2		Защита л.р.
2.11	Переходные процессы в СМ. Специальные СМ, колебания СМ.	2					Опрос
2.12	Устройство и принцип действия машины постоянного тока (МПТ).	2					Опрос
2.13	Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря. Коммута-	2					Опрос

	ция МПТ						
2.14	Генераторы постоянного тока с независимым параллельным и смешанным возбуждением. Характеристики.	2			2		Защита л.р.
2.15	Двигатели постоянного тока независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Скоростные и механические характеристики.	2			4		Экзамен
	Итого за 6 семестр	32	16		16		
	Всего за учебный год	80	32		32		

Библиотека ГГТУ им.П.О.Сухомин

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Костенко, М.П. Электрические машины. Ч. I, II / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. – Л. Энергия, 1973.
2. Вольдек, А.И., Электрические машины / А.И. Вольдек – Л.: Энергия, 1978.
3. Токарев, П.Ф. Электрические машины / Б.Ф. Токарев. – Москва: М., Энергоатомиздат, 1990.
4. Копылов, И.П. Электрические машины / И.П. Копылов, – М.: Высшая школа, 2002.

Дополнительная литература

1. Иванов – Смоленский А.В. Электрические машины / А.В. Иванов-Смоленский. – М., Энергия, 1980.
5. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин / И.П. Копылов. – Москва, Энергоатомиздат, 1980.
6. Копылов, И.П. Справочник по электрическим машинам / И.П. Копылов. – М., Энергоатомиздат, 1988.

Учебно-методический комплексы

1. Тодарев, В.В. Электромеханика: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / Тодарев, В. В.; Захаренко, В. С.; Дорощенко, И. В.; Хабибуллин, Д. А.; кафедра "Автоматизированный электропривод". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.
URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2246>
2. Тодарев, В.В. Электрические машины: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / Тодарев, В. В.; Захаренко, В. С.; Дорощенко, И. В.; Хабибуллин, Д. А.; кафедра "Автоматизированный электропривод". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.
URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2014>

Список литературы *сверен* *Степанов Ч.В.*

Перечень компьютерных программ, методических пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения

Демонстрационные стенды:

- Настенные плакаты специализированной аудитории а.230 по электрическим машинам.

Методические указания:

1. Тодарев, В.В. Электрические машины ч. I. Трансформаторы, асинхронные двигатели. Практическое пособие к лабораторным работам по одноименному курсу для студентов специальностей 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы», 1 – 43 01 301 «Электроснабжение промышленных предприятий», 1 - 43 01 305 «Электроснабжение предприятий агропромышленного комплекса» / В.В. Тодарев, В.В. Логвин. - Гомель, 2005г.
2. Логвин, В.В. Специальные электрические машины. Практическое руководство к лабораторным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1 – 53 01 05 «Автоматизированный электропривод промышленных и транспортных установок» дневной формы обучения / В.В.Логвин, В.В.Тодарев. – Гомель УО «ГГТУ», 2006.
3. Тодарев, В.В. Практическое руководство к лабораторным занятиям по курсу «Электрические машины» для студентов специальности Т.11.02.01, Т.01.01 10 ч.2: Машины постоянного тока / Тодарев В.В., Хабибуллин Д.А. – Гомель, ГПИ,1997.
4. Бурьяница, В.И. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Электрические машины» для студентов специальностей 10.04 и 21.05 ч. I. Проектирование трехфазного асинхронного электродвигателя / В.И.Бурьяница, В.В.Тодарев. – Гомель, ГПИ,1996.
5. Хабибуллин, Д.А. Проектирование явнополюсных синхронных машин. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Электрические машины» для студентов специальностей 1- 43 01 03 «Электроснабжение», 1 – 53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной и заочной форм обучения / Д.А.Хабибуллин, В.В.Тодарев, Л.В.Веппер, - Гомель, ГГТУ, 2008
6. Захаренко, В. С. Обмотки электрических машин: метод, указания к практ. занятиям и курсовому проекту по дисциплине «Электрические машины» для студентов специальностей 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» и 1-43 01 03 «Электроснабжение» днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост.: В. С. Захаренко, В. В. Тодарев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. - 49 с. (URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1057>)
7. Веппер, Л. В. Электрические машины постоянного тока. Синхронные электрические машины: лаборатор. практикум по дисциплине «Электрические машины» для студентов электротехн. специальностей днев.

и заоч. форм обучения / В.В. Веппер, В.В. Тодарев, Д.А. Хабибуллин. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. - 42 с. (URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2022>).

8. Захаренко, В. С. Трансформаторы: практикум по одному курсу для студентов специальностей 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы», 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» днев. формы обучения / В. С. Захаренко, В. В. Тодарев, И. В. Дорожченко. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 29 с. (URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1422>).

Список литературы *сверен* *А.А.* (Тисецкая Ч.В.)

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Лабораторная работа 1.1. Опыт холостого хода однофазного трансформатора.
2. Лабораторная работа 1.2. Опыт короткого замыкания однофазного трансформатора.
3. Лабораторная работа 1.3. Работа трансформатора под нагрузкой.
4. Лабораторная работа 1.4. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
5. Лабораторная работа 1.5. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.
6. Лабораторная работа 1.6. Исследование способов пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
7. Лабораторная работа 2.1. Исследование трехфазного синхронного генератора.
8. Лабораторная работа 2.2. Исследование трехфазного синхронного генератора, включенного на параллельную работу с сетью
9. Лабораторная работа 2.3. Исследование трехфазного синхронного электродвигателя.
10. Лабораторная работа 2.4. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
11. Лабораторная работа 2.5. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения.
12. Лабораторная работа 2.6. Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Примерный перечень практических занятий

1. Расчет параметров трансформатора по данным опыта холостого хода.

2. Расчет параметров трансформатора по данным опыта короткого замыкания.

3. Изменение напряжения трансформатора и КПД при работе трансформатора под нагрузкой.

4. Способы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов.

5. Обмотки асинхронных машин.

6. Двухплоскостная и трёхплоскостная обмотки статора АД.

7. Двухслойные обмотки статора АД.

8. Обмотки якоря машин постоянного тока.

9. Простая петлевая обмотка якоря машины постоянного тока.

10. Простая волновая обмотка якоря машины постоянного тока.

11. Сложные обмотки якоря машин постоянного тока

Методы (технологии) обучения

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

- элементы проблемного 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 технологий обучения

Теоритические лекционные занятия чередуются с практическими и лабораторными занятиями, 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 расчетных 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;
- отчеты по лабораторным 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)
Электрические сети	ЭС	нет	протокол № 11 11.05.2015
Электроэнергетические системы	ЭС	нет	

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухина