

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

_____ О.Д. Асенчик

« ___ » _____ 2021 г.

Регистрационный № УД- _____ /уч

ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования первой ступени
ОСВО 1–53 01 05 – 20; учебных планов учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет имени П.О.
Сухого» специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные
электроприводы» регистрационный номер № I 53- 1 -08/уч., утв.
11.02.2016г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В.Логвин, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированный
электропривод» учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.В.Веппер, начальник техотдела ЧПУП «РАТОН-Медтех»
А.В.Козлов, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и
электротехника» учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет им. П.О. Сухого».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Автоматизированный электропривод» учреждения
образования «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»

(протокол № 3 от 15.10.2021);

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

(протокол № 3 от 01.11.2021);

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

(протокол № от 2021).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение

Дисциплина «Векторное управление электродвигателями переменного тока» входит в компонент учреждения высшего образования цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин подготовки специалистов по специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

Цель и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является овладение теоретическими знаниями о физическо-математических основах, принципах построения и структурах систем векторного управления электродвигателями переменного тока, практическими навыками анализа и синтеза систем прямого и косвенного векторного управления асинхронными и синхронными электродвигателями.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение физических основ и математического аппарата, используемого при анализе и синтезе систем векторного управления;
- изучение принципов построения систем векторного управления;
- изучение типовых структур систем векторного управления;
- изучение алгоритмов, используемых для построения наблюдателей состояния;
- получение практических навыков анализа и синтеза систем векторного управления.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- «Теория автоматического управления»;
- «Электрические машины»;
- «Силовая преобразовательная техника»;
- «Элементы автоматизированного электропривода»;
- «Моделирование в электроприводе»;
- «Теория электропривода».

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, дисциплин специализации, при дипломном проектировании.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:
знать:

- физические основы векторного управления;
- математические модели и структурные схемы асинхронных и синхронных двигателей при векторном управлении;
- фазные преобразования переменных асинхронного и синхронного двигателей;

уметь:

- проектировать схемы систем векторного управления;
- рассчитывать параметры управляющих устройств систем векторного управления;
- рассчитывать статические и динамические характеристики систем векторного управления и проводить их анализ;

владеть:

- приемами разработки систем векторного управления электроприводами;
- методиками определения параметров управляющих устройств;
- навыками анализа работы систем векторного управления.

Изучение и освоение дисциплины «Векторное управление электродвигателями переменного тока» должно обеспечить формирование у будущего специалиста *компетенции*:

СК-22 Знать структурные схемы систем векторного управления, уметь рассчитывать параметры управляющих устройств, владеть методами наладки и диагностики систем векторного управления.

Общее количество часов и количество аудиторных часов

Для специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» учебная программа дисциплины рассчитана на 110 часов, в том числе 50 часов аудиторных занятий для дневной формы обучения. Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма обучения	Дневная
Курс	4
Семестр	8
Лекции (часов)	30
Лабораторные занятия (часов)	-
Практические занятия (часов)	20
Всего аудиторных часов	50

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	–
Зачет	8 семестр
Тестирование	–
Курсовой проект	–

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Математические модели электродвигателей переменного тока и их различные представления.

Обзор способов управления электродвигателями переменного тока. Математический аппарат. Модель асинхронного электродвигателя и ее представления в различных системах координат. Модель синхронного электродвигателя.

Тема 2. Силовые преобразователи, применяемые в электроприводе переменного тока.

Непосредственный преобразователь частоты. Двухзвенные преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока с неуправляемым и рекуперативным выпрямителем и автономным инвертором напряжения. Широтно-импульсная модуляция сигналов управления автономным инвертором напряжения.

Тема 3. Электропривод с частотным управлением.

Механические характеристики. U/f -регулирование скорости. Реализация принципа векторной ориентации переменных в асинхронном электроприводе с частотным управлением.

Тема 4. Системы векторного управления асинхронным электроприводом.

Принцип ориентации переменных по полю. Система векторного управления с непосредственным измерением потокосцепления. Система векторного управления с моделью роторной цепи. Синтез регуляторов в системе векторного управления.

Тема 5. Специальные режимы, адаптация, построение наблюдателей состояния.

Идентификация переменных и параметров в асинхронном электроприводе. Специальные режимы работы асинхронного электропривода с частотным и векторным управлением.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Математические модели электродвигателей переменного тока и их различные представления.	6	4	–	–	–	–	Защита п/р,
2	Силовые преобразователи, применяемые в электроприводе переменного тока.	6	4	–	–	–	–	Защита п/р,
3	Электропривод с частотным управлением.	4	6	–	–	–	–	Защита п/р,
4	Системы векторного управления асинхронным электроприводом.	6	6	–	–	–	–	Защита п/р,
5	Специальные режимы, адаптация, построение наблюдателей состояния.	8	–	–	–	–	–	зачет
	Всего	30	20	–	–	–	–	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Фираго, Б.И. Векторные системы управления электроприводами: учебное пособие для вузов / Б.И. Фираго, Д.С. Васильев. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 158 с.
2. Программное управление технологическими комплексами: учебное пособие / С.О. Новиков, Ю. Н. Петренко; под ред. С.О. Новиков. – Минск: Высшая школа, 2019.-365,[1] с.:ил.- Библиогр.: с. 359-361. – ШЫИТ 978-985-06-3004-9:36.80
3. Решмин, Б. И. Имитационное моделирование и системы управления: учебно-практическое пособие: учебное пособие / Б.И. Решмин. – Москва :Инфра-инженерия, 2016. – 74с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444174> (дата обращения 16.12.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0120-3
4. Симаков, Г.М. Системы расчёта автоматизированного электропривода: учебное пособие: / Г.М. Симаков, Ю.В. Панкрац, Д.А. Котин; Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 147 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575042> (дата обращения 16.12.2021). – Библиогр. с. 129-131. – ISBN 978-5-7782-3866-4

Дополнительная литература

5. Захаренко, В.С. Векторное управление электродвигателями переменного тока: курс лекций по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / В.С. Захаренко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2013. – 107 с. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2012>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 13.12.2016).
6. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2008. – 321 с.
7. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2007. – 265 с.

8. Фираго, Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлявчик. – Минск: Техноперспектива, 2006. – 363 с
9. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными электродвигателями. – Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2006 – 94 с.
10. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 654 с.
11. Фираго, Б.И. Расчеты по электроприводу производственных машин и механизмов: учебное пособие для вузов / Б.И. Фираго. – Минск: Техноперспектива, 2012. – 639 с.

Учебно-методические комплексы

12. Захаренко В.С. Векторное управление электродвигателями переменного тока [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.С. Захаренко; кафедра «Автоматизированный электропривод». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2012. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2195>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 13.12.2016).

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

13. Системы управления электроприводами [Электронный ресурс]: пособие по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной и заочной форм обучения / составители: В.С. Захаренко, И.В. Дорощенко. – Гомель: ГГТУ, 2015. – 49 с. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/13751>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 13.12.2016).

Примерный перечень практических работ

1. Структура системы векторного управления асинхронным электродвигателем и расчет параметров двигателя и системы.
2. Синтез регуляторов системы векторного управления асинхронным электродвигателем.
3. Исследование динамических характеристик системы векторного управления асинхронным электродвигателем.
4. Изучение алгоритмов построения наблюдателей состояния в системе векторного управления асинхронным электродвигателем.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ
ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Теория автоматического управления	АЭП	нет	Программу утвердить. Протокол № 3 от 15.10.2021.
Электрические машины	АЭП	нет	
Силовая преобразовательная техника	АЭП	нет	
Элементы автоматизированного электропривода	АЭП	нет	
Моделирование в электроприводе	АЭП	нет	
Теория электропривода	АЭП	нет	

Вопросы к зачету

1. Понятие результирующего вектора переменной в 3-хмерном пространстве и ее разложение на составляющие.
2. Выражения для координатных преобразований реальных 3-хфазных переменных.
3. Вычисление углового положения вектора и его скорости вращения.
4. Математическое описание асинхронного электродвигателя в ортогональной, произвольно вращающейся системе координат.
5. Математическая модель асинхронного электродвигателя, записанная в токах статора и потокосцеплениях ротора.
6. Непосредственный преобразователь частоты с естественной коммутацией.
7. Двухзвенный преобразователь частоты с управляемым тиристорным выпрямителем.
8. Двухзвенный преобразователь частоты с неуправляемым выпрямителем.
9. Двухзвенный преобразователь частоты с рекуперативным (управляемым транзисторным) выпрямителем.
10. Математическая модель асинхронного электродвигателя при ориентации по вектору потокосцепления ротора.
11. Система векторного управления асинхронным электродвигателем с непосредственным измерением потокосцепления.
12. Система векторного управления асинхронным электродвигателем с моделью цепи ротора.
13. Структурная схема системы векторного управления асинхронным электродвигателем.
14. Синтез контуров тока системы векторного управления асинхронным электродвигателем.
15. Синтез контура потокосцепления системы векторного управления асинхронным электродвигателем.
16. Синтез контура скорости системы векторного управления асинхронным электродвигателем.
17. Бездатчиковое определение скорости.