

**Фираго, Б. И.** Векторные системы управления электроприводами : учебное пособие для вузов / Б. И. Фираго, Д. С. Васильев. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 158, [1] с. : ил., схемы, табл. — Библиогр. : с. 156.

УДК 62-83-52(075.8)

ББК 31.291я73

**АБ №1 — 7 экз.**

**Ч/З №1 — 3 экз.**

Изложены физико-математическая сущность и виды векторного управления электродвигателями переменного тока. Рассмотрены математические модели и функциональные схемы прямого и косвенного векторного управления двигателями. Приведены численные расчеты по основным темам.

Для студентов учреждений высшего образования по специальности «Автоматизированные электроприводы». Может быть полезно инженерно-техническим работникам.

Б.И. Фираго Д.С. Васильев

# ВЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Допущено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
*для студентов учреждений высшего образования*  
по специальности  
«Автоматизированные электроприводы»



Минск  
«Вышэйшая школа»  
2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	5

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ .....**

8

<i>Глава 1.</i> Сущность векторного управления электродвигателями. Виды векторного управления .....	8
--	---

<i>Глава 2.</i> Пространственная векторная широтно-импульсная модуляция напряжения автономного инвертора напряжения (АИН) .....	14
---	----

2.1. Векторное представление выходного напряжения АИН. . . . .	14
--	----

2.2. Формирование желаемого вектора напряжения на выходе АИН .....	18
--	----

<i>Глава 3.</i> Векторная диаграмма асинхронного двигателя в синхронно вращающейся системе координат $x-y$ .....	25
--	----

<i>Глава 4.</i> Математические модели и структурные схемы эквивалентного двухфазного АД в синхронно вращающейся системе координат $x-y$ .....	31
---	----

<i>Глава 5.</i> Вычисление потокосцеплений ротора, взаимоиндукции и статора по моделям АД .....	40
---	----

5.1. Вычисление потокосцепления ротора по уравнениям ротора АД при наличии датчика скорости .....	40
---	----

5.2. Вычисление вектора потокосцепления ротора по уравнениям статора АД в неподвижных осях координат $\alpha-\beta$ .....	42
---	----

5.3. Вычисление вектора потокосцепления взаимоиндукции ..	45
---	----

5.4. Вычисление вектора потокосцепления статора .....	47
---	----

<i>Глава 6.</i> Вычисление скорости и падения скорости по моделям АД ..	48
---	----

<i>Глава 7.</i> Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислителем потокосцепления ротора .....	52
---	----

<i>Глава 8.</i> Функциональная схема косвенного векторного управления АД .....	61
--	----

<i>Глава 9.</i> Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислителем потокосцепления взаимоиндукции .....	66
---	----

<i>Глава 10.</i> Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислителем потокосцепления статора . . . . .	69
<i>Глава 11.</i> Прямое управление электромагнитным моментом и потокосцеплением статора АД . . . . .	73
<i>Глава 12.</i> Векторное управление синхронными электродвигателями . . . . .	82
12.1. Регулируемые синхронные электродвигатели . . . . .	82
12.2. Математические модели и свойства трехфазных СДПМ при отсутствии продольной реакции якоря . . . . .	87
12.3. Математические модели и свойства трехфазных СДПМ при наличии продольной размагничивающей реакции якоря . . . . .	94
12.4. Определение параметров СДПМ по каталожным данным . . . . .	102
12.5. Функциональная схема векторного управления СДПМ . . . . .	106

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **РАСЧЕТЫ ПО ВЕКТОРНОМУ УПРАВЛЕНИЮ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА . . . . .**

<i>Глава 13.</i> Пространственная векторная широтно-импульсная модуляция напряжения . . . . .	109
<i>Глава 14.</i> Векторная диаграмма АД в синхронно вращающейся системе координат . . . . .	110
<i>Глава 15.</i> Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислителем потокосцепления ротора . . . . .	114
<i>Глава 16.</i> Функциональная схема прямого бездатчикового векторного управления АД с вычислителем потокосцепления ротора и скорости двигателя . . . . .	124
<i>Глава 17.</i> Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислителем потокосцепления взаимоиндукции . . . . .	131
<i>Глава 18.</i> Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислителем потокосцепления статора . . . . .	136
<i>Глава 19.</i> Векторное управление трехфазными СДПМ . . . . .	141
А. Угол опережения управления $\theta_{эл} = 0$ . . . . .	141
19.1. Расчет параметров и механической характеристики СДПМ типа SGMSH-50D фирмы Omron . . . . .	142

19.2. Расчет параметров, показателей и механической характеристики СДПМ типа 1FT6168-8-WB7 фирмы Siemens . . .	144
Б. Угол опережения управления $\theta_{эл} < 0$ . . . . .	146
19.3. Расчет механической и электромеханической характеристик СДПМ типа SGMSH-50D фирмы Omron для скорости выше основной . . . . .	146
19.4. Расчет механической и электромеханической характеристик СДПМ типа 1FT6168-8-WB7 фирмы Siemens для максимального угла опережения управления . . . . .	150
ПРИЛОЖЕНИЕ . . . . .	153
ЛИТЕРАТУРА . . . . .	156