

621.316
В30

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Ю.Н. Веприк

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Монография

Харьков
НТУ «ХПИ»
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Монография

Харьков
НТУ «ХПИ»
2015

ББК 31.27
УДК 621.311
В 30

Рецензенты:

А. Д. Тевяшев, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой прикладной математики, Харьковский национальный университет радиоэлектроники;

Н. Л. Лисиченко, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой автоматизированных электромеханических систем, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П. Василенко.

*Утверждено ученым советом НТУ «ХПИ»,
протокол № 11 от 22.12.2014 г.*

Традиційний підхід до моделювання режимів роботи електричних систем, оснований на поданні трифазних систем однофазними еквівалентами, зумовлює необхідність розробки великої кількості вузькоспеціалізованих моделей. Але на цьому шляху не може бути реалізовано розв'язання цілого ряду актуальних задач з потрібною точністю. Альтернативний підхід на основі зображення елементів систем трифазними багатополіусниками дозволяє підвищити точність моделювання, розширити коло розв'язаних задач та обмежити кількість необхідних моделей невеликою кількістю узгалянених, комплексних моделей.

Веприк Ю. Н.

В 30 Компьютерное моделирование режимов работы электрических систем : монография / Ю. Н. Веприк. - Х. : НТУ «ХПИ», Х.:Мачулін 2015. - 304 с . - На рус. яз.
ISBN 978-617-7364-12-1

Традиционный подход к моделированию режимов работы электрических систем, основанный на представлении трехфазных систем однофазными эквивалентами, приводит к необходимости разработки большого количества узкоспециализированных моделей. Но на этом пути не может быть реализовано решение целого ряда актуальных задач с требуемой точностью. Альтернативный подход на основе представления элементов систем трехфазными многополюсниками позволяет повысить точность моделирования, расширить круг решаемых задач и ограничить количество требуемых моделей небольшим числом обобщенных, комплексных моделей.

Ил. 62. Табл. 26. Библиогр. 159 названий.

ISBN 978-617-7364-12-1

ББК31.27
УДК 621.311

© Ю. Н. Веприк, 2015
© НТУ «ХПИ», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1	
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ.....	5
1.1. Традиционный, экстенсивный подход к разработке математических моделей.....	6
1.2. Необходимость нового подхода к разработке моделей.....	30
1.3. Основные положения интенсивного подхода к моделированию при пофазном представлении элементов.....	37
Выводы по разделу.....	39
РАЗДЕЛ 2	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ № 1.....	41
2.1. Математические модели основных элементов электрической системы.....	42
2.2. Метод формирования узловых уравнений электрической сети с многополюсниками в фазных координатах на макроуровне.....	70
2.3. Линейные и нелинейные модели электрической сети в стационарных режимах.....	75
2.4. Метод решения узловых уравнений электрической сети с несимметрией в стационарных режимах.....	82
2.5. Программная реализация модели.....	87
2.6. Анализ, диагностика, симметрирование стационарных режимов электрических систем с несимметрией.....	97
Выводы по разделу.....	110
РАЗДЕЛ 3	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ФАЗНЫХ КООРДИНАТАХ. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ № 2.....	112
3.1. Методы математического моделирования переходных процессов в системах с двухполюсными элементами.....	113
3.2. Уравнения трехфазных элементов электрических систем в дифференциальной и дискретной формах.....	124

3.3. Математическая модель электромагнитных переходных процессов трехфазных электрических систем в фазных координатах.....	142	
3.4. Программная реализация математической модели электромагнитных переходных процессов в фазных координатах.....	154	
3.5. Исследования электромагнитных переходных процессов в электрических системах.....	163	
3.6. Факторы, влияющие на эффективность средств ограничения емкостных токов и перенапряжений в сетях 6-10 кВ.....	187	
Выводы по разделу.....	210	
РАЗДЕЛ 4		
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ		
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ		
НЕСИММЕТРИЧНЫХ КОММУТАЦИЯХ. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ № 3.....		213
4.1. Дифференциальные уравнения вращающихся электрических машин в фазных координатах.....	218	
4.2. Моделирование электромеханических переходных процессов в электрических системах.....	230	
4.3. Программная реализация математической модели электромеханических переходных процессов в фазных координатах.....	235	
4.4. Исследования электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электрических системах.....	242	
Выводы по разделу.....	249	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	251	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	254	
Приложение 1.....	254	
Приложение 2.....	255	
Приложение 3.....	261	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	289	