

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
“Южный федеральный университет”
Инженерно-технологическая академия

**Ю.П. ВОЛОШЕНКО, А.Р. ГАЙДУК,
А.А. ЗАРИФЬЯН, П.Г. КОЛПАХЧЬЯН,
М.Ю. МЕДВЕДЕВ, Н.К. ПОЛУЯНОВИЧ,
В.Х. ПШИХОПОВ.**

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГОЙ

Под редакцией В.Х. Пшихопова

Монография

Таганрог
Южный федеральный университет
2016

УДК 621.33+621.311

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой систем автоматического управления Инженерно-технологической академии Южного федерального университета в г. Таганроге **Финаев В.И.**,

доктор технических наук, профессор НИИ МВС **Капустян С.Г.**

**Ю.П. Волощенко, А.Р. Гайдук, А.А. Зарифьян, П.Г. Колпахчян,
М.Ю. Медведев, Н.К. Полуянович, В.Х. Пшихопов**

Энергосберегающее управление движением поездов с электрической тягой;
под ред. В.Х. Пшихопова. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 353 с.

ISBN 978-5-9275-1920-0

В монографии ставятся и решаются задачи, связанные с моделированием и управлением электрической, электромеханической и механической частей поездов с электрической тягой.

Совершенствование систем управления и процесса взаимодействия подсистем электроподвижного состава и энергосети в процессе движения требует решать задачи анализа, синтеза и исследования управления сложными процессами, протекающими в единой системе, включающей в себя электрические сети, систему автоматизированного управления транспортными потоками, систему управления движением поездов с электрической тягой, систему управления тяговыми приводами. При этом возникает необходимость оперировать с комплексными моделями, включающими в себя все перечисленные системы, учитывающие их взаимодействие.

Книга предназначена для специалистов в области теории и систем управления, а также для студентов и аспирантов высших учебных заведений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №12-08-1311-офи-м РЖД
«Разработка методов оптимизации энергопотребления электропоездов в динамических режимах на базе комплексной системы управления движением и энергоснабжением»

ISBN 978-5-9275-1920-0

© Волощенко Ю.П., 2016

© Гайдук А.Р., 2016

© Зарифьян А.А., 2016

© Колпахчян П.Г., 2016

© Медведев М.Ю., 2016

© Полуянович Н.К., 2016

© Пшихопов В.Х., 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ	7
1.1. Геометрия рельсовой колеи	7
1.2. Геометрические и кинематические характеристики контакта «колесо–рельс»	22
1.3. Силовое взаимодействие в контакте «колесо–рельс»	32
1.4. Моделирование возмущений со стороны пути	61
<i>Библиографический список к главе 1</i>	71
Глава 2 ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЕЗДАМИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГОЙ	74
2.1. Аналитическое исследование процессов движения поездов с электрической тягой	74
2.2. Исследование режимов движения поездов с электрической тягой	95
2.3. Железнодорожные перевозки с естественной рекуперацией	113
2.4. Эффективное управление тягой электровоза	127
2.5. Системы управления движением электропоездов	144
<i>Библиографический список к главе 2</i>	186
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	190
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	191
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	192
Глава 3. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ	193
3.1. Применение рекуперативного торможения при движении электропоездов	193
3.2. Обеспечение качества рекуперированной электроэнергии	213

3.3. Методы снижения потерь в сетях тягового электроснабжения	217
3.4. Комплексная оптимизация системы управления поездом с электрической тягой. Применение комплексного подхода к оптимизации тягово-энергетических показателей локомотивов	249
<i>Библиографический список к главе 3</i>	261
Глава 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЗДОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГОЙ	265
4.1. Роль имитационного моделирования в процессе конструирования систем управления поездов с электрической тягой	265
4.2. Реализация программного комплекса моделирования движения поезда средствами визуально-ориентированного программирования.....	268
4.3. Программный комплекс моделирования систем управления поездов с электрической тягой	288
4.4. Построение трехмерной анимации движения поезда с использованием пакета трехмерного моделирования.....	313
4.5. Моделирование динамики поезда в программном комплексе «Универсальный механизм»	315
<i>Библиографический список к главе 4</i>	323
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	328