

УДК 621.333(075.8)  
Б 649

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В.Н. Аносов*  
д-р техн. наук, профессор *В.П. Горелов*

**Бирюков В.В.**

Б 649 Тяговый электрический привод : учеб. пособие / В.В. Бирюков, Е.Г. Порсев. – 2-е изд. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – 314 с.

ISBN 978-5-7782-3597-7

Излагаются общие вопросы теории тягового электропривода для электротранспорта. Анализируются физические свойства механической части подвижного состава электротранспорта, электрической части, включая электродвигатели, преобразователи электрической энергии и источники энергии для движения транспортных средств и их характеристики при совместной работе. Рассматриваются общие свойства разомкнутых электромеханических систем с комбинированной нагрузкой и вопросы регулирования их основных характеристик. Значительное внимание уделяется энергетике тяговых электроприводов и энергосбережению. Основные теоретические положения учебного пособия иллюстрируются примерами электрических схем и графическими характеристиками.

Предназначено для студентов специальности «Электрический транспорт», а также для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и исследованием тяговых электроприводов транспортных средств.

УДК 621.333(075.8)

ISBN 978-5-7782-3597-7

© Бирюков В.В., Порсев Е.Г., 2013, 2018  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2013, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
ГЛАВА 1. СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА .....	9
1.1. Назначение, структура и основные элементы тягового электропривода .....	9
1.2. Особенности условий работы и требования, предъявляемые к тяговым электроприводам.....	11
1.3. Классификация тяговых электроприводов .....	12
ГЛАВА 2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА .....	15
2.1. Назначение, структура и основные элементы механической части тягового электропривода .....	15
2.2. Кинематические схемы механической части тяговых электроприводов .....	18
2.3. Статические и динамические нагрузки тяговых электроприводов .....	22
2.4. Расчетные схемы механической части тяговых электроприводов.....	25
2.5. Уравнение движения тягового электропривода.....	32
ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА .....	35
3.1. Назначение, структура и основные элементы электрической части тягового электропривода.....	35
3.2. Тяговые электрические двигатели постоянного тока. Конструктивное исполнение. Электромеханические характеристики .....	37
3.3. Тяговые электрические двигатели переменного тока. Конструктивное исполнение. Электромеханические характеристики .....	55
ГЛАВА 4. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ .....	81
4.1. Назначение и классификация преобразователей .....	81
4.2. Преобразователи постоянно-постоянного тока.....	84
4.3. Преобразователи постоянно-переменного тока .....	89

4.4. Преобразователи переменного-постоянного тока.....	93
4.5. Преобразователи переменного-переменного тока.....	96
ГЛАВА 5. ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ .....	109
5.1. Назначение и классификация источников энергии .....	109
5.2. Источники централизованного электроснабжения тяговых электроприводов .....	126
5.3. Автономные источники энергии тяговых электроприводов.....	133
5.4. Комбинированные источники питания тяговых электроприводов .....	144
ГЛАВА 6. ДИНАМИКА ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ .....	149
6.1. Структурные схемы электроприводов как разомкнутых электромеханических систем.....	149
6.2. Тяговый электропривод как обобщенная электромеханическая система с линеаризованной механической характеристикой .....	154
6.3. Устойчивость статического режима работы тягового электропривода .....	157
6.4. Понятие о демпфировании электроприводом упругих механических колебаний.....	172
6.5. Переходные процессы в электроприводах и методы их анализа .....	185
ГЛАВА 7. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ.....	203
7.1. Режимы работы тяговых электроприводов подвижного состава .....	203
7.2. Способы регулирования скорости движения транспортных средств .....	204
7.3. Схемные решения силовых электрических цепей тягового привода с двигателями постоянного и переменного тока.....	219
ГЛАВА 8. УПРАВЛЕНИЕ ТЯГОВЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ.....	227
8.1. Принципы управления электродвигателями в электроприводах, классификация способов управления.....	227
8.2. Типовые узлы схем резисторно-контакторного управления двигателями постоянного и переменного тока .....	251
8.3. Типовые узлы схем управления двигателями постоянного и переменного тока на базе бесконтактных элементов .....	254

ГЛАВА 9. ЭНЕРГЕТИКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА .....	267
9.1. Баланс мощности и энергетические характеристики тягового электропривода .....	267
9.2. Потери энергии в установившихся и переходных процессах .....	272
9.3. Нагревание и охлаждение двигателей .....	275
9.4. Определение мощности тягового электродвигателя подвижного состава .....	281
9.5. Тяговые приводы с комбинированными и автономными энергетическими установками .....	290
ГЛАВА 10. ЗАДАЧИ .....	297
Заключение .....	309
Библиографический список .....	310