

Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев

ЭЛЕКТРОПРИВОД

УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

2-е издание

*Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 140604 «Электропривод и автоматика
промышленных установок и технологических комплексов» направления
подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»*



**Курс с практическими заданиями и дополнительными материалами
доступен на образовательной платформе «Юрайт»,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

—Москва • Юрайт • 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ...	8
1.1. Определение понятия «электропривод».	
Функциональная схема электропривода	8
1.2. Общие требования к электроприводу	11
1.3. Классификация электроприводов	13
1.4. Основные тенденции развития современного электропривода	17
2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	19
2.1. Общие сведения	19
2.2. Звенья механической части электропривода	20
2.3. Модели механической части электропривода	22
2.4. Приведенное механическое звено электропривода	24
2.5. Основные законы механики электропривода	26
2.6. Уравнение движения электропривода	31
2.7. Время пуска и торможения электропривода	34
2.8. Многомассовые системы электропривода	36
2.9. Механическая часть электропривода как объект управления	40
2.10. Свойства сил и моментов. Механические характеристики	41
2.11. Статический режим работы и его устойчивость	45
2.12. Неустановившееся движение электропривода	48
Контрольные вопросы	56
3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	57
3.1. Общие сведения	57
3.2. Управляемые выпрямители	59
3.3. Преобразователи частоты	68
3.4. Импульсные преобразователи	72
Контрольные вопросы	74
4. ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА	75
4.1. Принцип действия двигателя независимого возбуждения	75
4.2. Режимы работы ДПТ независимого возбуждения	79
4.3. Расчет регулировочных (добавочных) сопротивлений резисторов ..	83
4.4. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения изменением магнитного потока	85
4.5. Регулирование координат ДПТ независимого возбуждения изменением подводимого к якорю напряжения	87
4.6. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения шунтированием якоря	93

4.7. Импульсный способ регулирования координат ДПТ	95
4.8. Электропривод с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения	100
Контрольные вопросы	111
5. ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	112
5.1. Принцип работы и характеристики асинхронной машины	112
5.2. Регулирование скорости, тока и момента АД с помощью резисторов в цепях ротора	119
5.3. Регулирование координат АД резисторами в цепи статора	121
5.4. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов	122
5.5. Регулирование координат электропривода в системе «преобразователь напряжения – двигатель»	125
5.6. Регулирование координат электропривода в системе «преобразователь частоты – двигатель» (ПЧ–АД)	131
5.7. Преобразователь частоты без звена постоянного тока	134
5.8. Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока	136
5.9. Регулирование скорости АД в каскадных схемах включения	142
5.10. Импульсный способ регулирования координат АД	145
5.11. Торможение асинхронных двигателей	147
5.12. Электромеханические свойства синхронных двигателей	150
5.13. Электроприводы с шаговыми двигателями	154
5.14. Электроприводы с вентильными двигателями	158
Контрольные вопросы	160
6. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ	161
6.1. Электропривод как управляемая электромеханическая система	161
6.2. Формирование статических характеристик электропривода в замкнутой системе «преобразователь – двигатель»	165
6.3. Регулирование координат электропривода в замкнутой системе «источник тока – двигатель» (ИТ–Д)	172
6.4. Системы программного управления, следящие системы	175
6.5. Общие принципы функционального построения и классификация управляющих устройств	177
Контрольные вопросы	188
7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И СПОСОБЫ ИХ НАЧЕРТАНИЯ	190
7.1. Термины, определения, понятия	190
7.2. Виды и типы схем	191
7.3. Условные обозначения, используемые в электрических схемах	192
7.4. Электрические схемы и правила их выполнения	196
7.5. Требования, предъявляемые к схемам управления	211
Контрольные вопросы	212
8. ЭНЕРГЕТИКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА	213
8.1. Энергетические показатели электропривода	213
8.2. Потери энергии в переходных режимах	218

8.3. Потери энергии в регулируемом электроприводе в переходных режимах	221
9. ВЫБОР МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	222
9.1. Общие сведения	222
9.2. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя	223
9.3. Нагрев и охлаждение двигателей. Тепловая модель двигателя	228
9.4. Проверка двигателей на нагрев, работающих в кратковременном режиме	237
9.5. Проверка двигателей на нагрев, работающих в повторно-кратковременном (ПК) режиме	240
Контрольные вопросы	243
10. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ	244
10.1. Примеры расчетов к разделу 2	244
10.2. Примеры расчетов к разделу 3	253
10.3. Примеры расчетов к разделу 4	262
10.4. Примеры расчетов к разделу 5	281
10.5. Примеры расчетов к разделам 8, 9	289
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	301