

О. В. Крюков
В. Н. Мещеряков
М. Н. Сычев
Н. И. Сычев
В. А. Ипполитов

**Системы
интеллектуального электропривода
переменного тока
с релейными регуляторами
и адаптивными
корректирующими устройствами**

СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С РЕЛЕЙНЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ И АДАПТИВНЫМИ КОРРЕКТИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Монография

*Под общей редакцией доктора технических наук О. В. Крюкова
и доктора технических наук В. Н. Мещерякова*

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2022

УДК 621.3

ББК 31.2

С40

Авторы:

О. В. Крюков, В. Н. Мещеряков, М. Н. Сычев, Н. И. Сычев, В. А. Ипполитов

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
профессор кафедры электрооборудования, электропривода и автоматики
НГТУ им. Р. Е. Алексеева *В. Г. Титов*;

доктор технических наук, профессор, руководитель
НОЦ «Энергоэффективные двигатели двойного питания» НИ Мордовского
государственного университета, эксперт РАН РФ *И. В. Гуляев*

С40

Системы интеллектуального электропривода переменного тока с релейными регуляторами и адаптивными корректирующими устройствами : монография / [О. В. Крюков и др.] ; под общ. ред. д-ра техн. наук О. В. Крюкова и д-ра техн. наук В. Н. Мещерякова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 140 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0788-5

Рассмотрены принципы организации современных электротехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока с частотно-токовым релейным управлением. Предложены результаты комплексного исследования особенностей частотного регулирования асинхронных и синхронных электродвигателей с инверторами тока и напряжения, а также нелинейных корректирующих устройств. Приведено теоретическое обоснование инновационных методов векторного управления частотно-регулируемыми электроприводами с использованием интеллектуальных САР и микропроцессорных идентификаторов нагрузки с адаптивными корректирующими элементами.

Для специалистов электротехнических, электроэнергетических и радиотехнических направлений. Может быть использовано студентами при выполнении дипломных проектов.

УДК 621.3

ББК 31.2

ISBN 978-5-9729-0788-5

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРОВ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. СИСТЕМЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С ЧАСТОТНО-ТОКОВЫМ РЕЛЕЙНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.....	8
1.1. Релейный принцип формирования тока на выходе инвертора напряжения.....	8
1.2. Система асинхронного электропривода с частотно-токовым управлением.....	12
1.3. Система асинхронного электропривода с частотно-токовым управлением и коррекцией сигнала задания тока статора.....	24
1.4. Исследование системы частотного асинхронного электропривода с двухканальной системой коррекции сигналов задания амплитуды и частоты тока статора на основе измерения тока и напряжения статора.....	29
ГЛАВА 2. СИСТЕМЫ ЧАСТОТНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РЕЛЕЙНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ НА БАЗЕ ИНВЕРТОРА ТОКА.....	36
2.1. Однофазный параллельный инвертор тока с релейным управлением.....	36
2.2. Система частотно-токового управления асинхронным двигателем на базе инвертора тока с релейным регулятором тока.....	39
2.3. Система частотного электропривода на базе инвертора тока с релейным регулятором напряжения.....	52
ГЛАВА 3. РЕГУЛИРУЕМЫЙ СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД.....	66
3.1. Общая характеристика систем синхронного электропривода с частотным управлением.....	66
3.2. Релейное управление током статора в системе частотного синхронного электропривода на базе инвертора тока.....	70
3.3. Релейное управление напряжением статора в системах частотного синхронного электропривода на базе инвертора тока.....	85
ГЛАВА 4. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ.....	94
4.1. Принципы построения и архитектура мультипроцессорных систем управления частотно-регулируемыми электроприводами.....	94
4.2. Организация МПСУ АЭП на базе алгоритмов быстрого преобразования Фурье, Уолша и Хаара.....	100
4.3. Микропроцессорная реализация идентификатора угла нагрузки регулируемых синхронных электроприводов.....	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	116
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	118
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	132

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРОВ

Энергосбережение и энергоэффективность отечественной экономики являются приоритетными и комплексными задачами всей электротехники и электроэнергетики России [1–7]. В части использования выработанной электроэнергии сегодня более 2/3 расходуется электроприводом [8–17]. Поэтому от совершенствования энергетических, динамических и функциональных показателей автоматизированного электропривода (АЭП) и использования всех инновационных достижений зависит эффективность и конкурентоспособность отечественной экономики [18–20]. Особенно эти задачи актуальны для мощных энергоемких технологических установок [21–24] и электроприводов мегаваттного класса [25–31].

Представленная книга является попыткой решения ряда поставленных выше задач на основе результатов многолетних исследований авторов в области теоретического обоснования [32–36], новых схемотехнических решений [37–44] и алгоритмов управления [45–48] частотно-регулируемых электроприводов. В ней систематизированы новые разработки топологии преобразователей частоты [49–53] на основе автономных инверторов тока [54–57], напряжения [58–60] и матричных преобразователей [61–63] для управления асинхронными [64–73] и синхронными машинами [74–81] с использованием современных интеллектуальных [82–85] микропроцессорных систем управления [86–92].

Большой спектр рассматриваемых проблем преобразовательной техники для автоматизированного электропривода обусловил необходимость участия авторов в различных аспектах создания энергоэффективных, оптимальных и экономически оправданных локальных технологических комплексов оборудования с адресным использованием ИТ-алгоритмов управления [93–100]. При этом применение высокотехнологичных и адекватных систем частотно-регулируемых электроприводов с релейным управлением выгодно не только технически и экономически, но и несет системный синергетический эффект, который заключается в реализации инновационных технологий малолюдного и безлюдного обслуживания технологических процессов любой сложности и отраслевого применения [101–105], а также повышении надежности и ресурса всех установок производственного процесса [106–110].

Примеры успешной реализации проектов и технических решений с использованием программно-технических средств и автоматизированных систем управления частотно-регулируемым электроприводом объектов промышленности всесторонне и достаточно подробно описаны в настоящей книге. Кроме того, приведены характерные результаты компьютерного моделирования функциональных особенностей и параметров рассматриваемых систем. Систематизация новых аппаратных и алгоритмических возможностей частотно-регулируемых электроприводов различных технологических установок и производственных процессов производится адаптировано к конкретным агрегатам с возможностью реализации систем комплексной автоматизации.

Авторы

Научное издание

Крюков Олег Викторович
Мещеряков Виктор Николаевич
Сычев Максим Николаевич
Сычев Николай Иванович
Ипполитов Владимир Алексеевич

**СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
С РЕЛЕЙНЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ
И АДАПТИВНЫМИ КОРРЕКТИРУЮЩИМИ
УСТРОЙСТВАМИ**

Монография

ISBN 978-5-9729-0788-5



Подписано в печать 25.05.2021
Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».

Издательство «Инфра-Инженерия»
160011, г. Вологда, ул. Козленская, д. 63
Тел.: 8 (800) 250-66-01
E-mail: booking@infra-e.ru
<https://infra-e.ru>

Издательство приглашает
к сотрудничеству авторов
научно-технической литературы