



ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ

**О. В. Крюков,
Н. И. Сычев,
М. Н. Сычев,
В. А. Ипполитов,
С. В. Воробьев**

**ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ**

Монография

Под общей редакцией доктора технических наук О. В. Крюкова

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 621.3

ББК 31.2

Д44

Авторы:

О. В. Крюков, Н. И. Сычев, М. Н. Сычев, В. А. Ипполитов, С. В. Воробьев

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизированного электропривода ЛГТУ (г. Липецк) *В. Н. Мецераков*;
доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры электрооборудования, электропривода и автоматики НГТУ им. Р. Е. Алексеева *В. Г. Титов*

Д44 **Диагностика и прогнозирование технического состояния электротехнических систем энергетики** : монография / [О. В. Крюков и др.] ; под общ. ред. д-р техн. наук О. В. Крюкова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 184 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0708-3

Представлены результаты проектирования, разработки и внедрения современного диагностического оборудования для оперативного мониторинга технологических агрегатов энергетики, включая компрессорные станции магистрального транспорта газа. Предложены результаты комплексного исследования аварийности электротехнических систем и перспектив повышения надежности работы оборудования с техническим обслуживанием и ремонтом по фактическому состоянию агрегатов. Приведено теоретическое обоснование инновационных методов прогнозирования технического состояния агрегатов и других технологических установок электроэнергетических систем.

Для специалистов технологических, электроэнергетических и радиотехнических отраслей. Может быть полезно студентам и аспирантам соответствующих направлений.

УДК 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-9729-0708-3

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Список принятых сокращений.....	5
Предисловие редактора.....	6
Введение.....	8
Глава 1. Особенности компрессорных станций с электроприводными газоперекачивающими агрегатами	11
1.1. Перспективы развития газотранспортных систем России.....	11
1.2. Анализ структур современных компрессорных станций.....	14
1.3. Классификация и особенности работы ГПА на газопроводах	22
1.4. Состав парка ЭГПА, его ресурс и требования к электроприводу.....	30
1.4.1. Существующий парк ЭГПА в ПАО «Газпром»	30
1.4.2. Нарботка и ресурс существующего парка ЭГПА	32
1.4.3. Технические требования к ЧРП ЭГПА и САУ.....	35
1.5. Оценка эффективности модернизации ЭГПА.....	39
Выводы	44
Глава 2. Встроенная система и лингвистические алгоритмы оперативного мониторинга и прогнозирования технического состояния ЭГПА	46
2.1. Анализ ЭГПА как объектов диагностики и требования нормативно-технической документации ПАО «Газпром»	46
2.2. Статистический анализ причин повреждаемости ЭГПА	51
2.2.1. Общий анализ эксплуатационной надежности ЭГПА	51
2.2.2. Влияние нагрева статорных обмоток на ресурс изоляции СД.....	59
2.2.3. Анализ влияния изменений питающего напряжения	65
2.2.4. Электродинамические нагрузки в стержнях статора СД	70
2.2.5. Частичные разряды в высоковольтной обмотке СД.....	72
2.3. Математическое описание процедуры диагностирования ЭГПА.....	77
2.3.1. Методологический подход к диагностированию ЭГПА.....	77
2.3.2. Диагностические модели нерегулируемого СД ЭГПА	82

2.3.3. Диагностические модели частотно-регулируемого ЭГПА.....	84
2.4. Синтез алгоритмов диагностирования состояния ЭГПА.....	92
2.4.1. Методология систем прогнозирования состояния ЭГПА.....	92
2.4.2. Модели процессов функционирования ЭГПА.....	99
2.4.3. Методология нейронных сетей технического состояния ЭГПА.....	111
2.4.4. Сопоставление результатов с методом временных рядов	118
Выводы	121

Глава 3. Вопросы практической реализации ЭГПА на компрессорных станциях газопроводов

123	123
3.1. Экспериментальные данные новых энергоэффективных ВСМП	123
3.2. Реализации малолюдных технологий мониторинга «on-line» и Ethernet при модернизации ЭГПА.....	134
3.2.1. Примеры реализации технологий мониторинга «on-line» на КС.....	134
3.2.2. Примеры реализации Ethernet-технологий на электроприводных КС	143
3.2.3. Примеры реализации технологий магнитного подвеса в ЭГПА.....	146
3.3. Экологические и социальные аспекты внедрения АСУ с ВСМП.....	152
3.3.1. Анализ перспектив развития энергосистем РФ для возможного применения ЭГПА на КС	152
3.3.2. Применение новых технических средств повышения надежности центральных сетей, питающих электроприводные КС	157
3.4. Экологические и социальные аспекты внедрения ЧРП ЭГПА	160
Выводы	165
Заключение	167
Список литературы	170