

Н. К. Полуянович
М. Н. Дубяго
Д. В. Бурьков

1544709

Нейросетевой метод прогнозирования электропотребления и его инструментальная реализация



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологическая академия

Н. К. ПОЛУЯНОВИЧ

М. Н. ДУБЯГО

Д. В. БУРЬКОВ

**НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ
И ЕГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

Монография

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2023

УДК 621.315.3: 621.316.99

ББК 31.19

П536



*Печатается по решению экспертной группы комитета по инженерному
направлению науки и образования при Ученом совете
Южного федерального университета
(протокол № 12 от 06 июля 2023 г.)*

Рецензенты:

Заместитель начальника центра управления сетями филиала
ПАО «Россети Юг» – «Ростовэнерго» *И. М. Токарев*
кандидат технических наук, доцент кафедры Электротехники
и мехатроники, института радиотехнических систем и управления
Южного федерального университета *В. А. Костюков*

Полуянович, Н. К.

П536 Нейросетевой метод прогнозирования электропотребления и его инструментальная реализация : монография / Н. К. Полуянович, М. Н. Дубяго, Д. В. Бурьков ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2023. – 183 с.

ISBN 978-5-9275-4632-9

DOI 10.18522/801317381

Монография посвящена вопросам прогнозирования электрических нагрузок ЭЭС с использованием аппарата искусственных нейронных сетей.

Книга предназначена для специалистов и исследователей, занимающихся вопросами неразрушающего контроля изоляции и прогнозирования ресурса силовых кабельных линий с учетом режимных параметров сети.

УДК 621.315.3: 621.316.99

ББК 31.19

ISBN 978-5-9275-4632-9

© Южный федеральный университет, 2023

© Полуянович Н. К., Бурьков Д. В.,

Дубяго М. Н., 2023

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	7
Глава 1. ОБЗОР ИЗВЕСТНЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	14
1.1. Современное положение рынка электроэнергетики РФ	14
1.2. Проблемы прогнозирования объемов потребления ЭЭ	16
1.3. Цели и задачи создания прогнозов потребления ЭЭ для сетевых и генерирующих организаций	16
1.4. Обзор методов прогнозирования объемов потребления ЭЭ ...	20
1.4.1. Экстраполяционные методы построения прогнозов	22
1.4.2. Регрессионные методы	27
1.4.3. Методы, основанные на временных рядах	30
1.4.4. Экспертные методы	33
1.4.5. Методы с использованием нейронных сетей	35
1.4.6. Метод опорных векторов	40
1.4.7. Гибридные методы	42
1.5. Сравнительный анализ методов прогнозирования	46
Выводы по первой главе	47
Глава 2. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	49
2.1. Сбор данных с помощью счетчиков электроэнергии SCA- DA-систем	49
2.2. Технологические инновации смарт-счетчиков	51
2.2.1. Описание алгоритма работы нейрокомпьютера	53
2.2.2. Описание алгоритма работы блока адаптации НС	54
2.3. Применение нейросетевых технологий в энергетике	57
2.3.1. Аппаратная реализация метода прогнозирования электро- потребления	58
2.3.2. Выбор метода прогнозирования	63
2.3.3. Инструментальные средства реализации ИНС	65
Выводы по второй главе	68

Глава 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ УЧАСТКА РАЙОННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	69
3.1. Синтез нейросети	74
3.1.1. Применение встроенного инструментария MATLAB для генерации нейронной сети	74
3.2. Разработка модели прогнозирования	81
3.2.1. Методы обучения ИНС	82
3.2.2. Алгоритм обучения НС с распараллеливанием вычислений	83
3.2.3. Нормирование входных данных	86
3.3. Требования к программной реализации метода	89
3.4. Разработка мероприятий по предотвращению хищения ЭЭ ...	93
Выводы по третьей главе	97
Глава 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	98
4.1. Использование встроенного функционала Matlab для построения нейронной сети	98
4.1.1. Алгоритм краткосрочного прогнозирования электропотребления	100
4.2. Исследование модели прогнозирования электроэнергии с атипичным характером потребителей на основе факторов	102
4.2.1. Исследование модели на основе социально-экономических и метеорологических факторов	108
4.2.2. Исследование модели на основе социально-экономических и метеорологических факторов	110
4.2.3. Выводы на основании полученных результатов	117
4.3. Прогнозирование потребления активной $P(t)$ и реактивной $Q(t)$ мощности на основе социально-экономических и метеорологических факторов	118
4.3.1. Сравнение моделей с учетом и без учета дополнительных факторов	120
4.3.2. Выводы на основании полученных результатов	122
4.4. Прогнозирование потребителей электроэнергии с атипичным характером	123

4.4.1. Исследование влияния различных параметров НС на точность прогнозирования	123
4.4.2. Погрешность работы FFBP – нейронной сети на различных присоединениях	129
4.4.3. Исследование типа НС на точность прогнозирования	141
Выводы по четвертой главе	163
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	165
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	167