Содержание

Введение 4

Глава 1 Анализ проблематики повышения эффективности функционирования региональных автоматизированных систем диспетчерского

управления распределительными объектами энергоснабжения 13

1.1 Структура региональной системы энергоснабжения 13

1.1.1 Элементы транспорта электрической энергии и мощности 13

1.1.2 Узлы энергопотребления 17

1.1.3 Тенденции развития систем Smart Grid 25

1.2 Структура автоматизированных систем диспетчерского

управления энергораспределением 28

1.3 Методы моделирования и анализа распределительных объектов

энергоснабжения 31

1.4 Методы искусственного интеллекта в подсистемах АСДУЭ

энергоснабжения 37

Цель работы и задачи исследования 48

Глава 2 Модели управления динамикой перетоков мощности в элементах распределительных сетей и узлов нагрузки на основе реализации ННС 50

2.1 Постановка задачи управления динамикой перетоков мощности в

АСДУЭ региональных ЭЭС 50

2.2 Нейросетевое моделирование процесса управления динамикой

перетоков мощности в рамках ЭЭС 56

2.3 Выбор параметров и описание термов входных и выходных переменных,

используемых в ННС управления динамикой перетоков мощности 71

2.4 Управление динамикой параметров в АСДУЭ энергопотребления

элементов распределительных сетей и узлов нагрузки 80

Выводы 86

Глава 3 Алгоритмизация управления локальными объектами

энергораспределения 88

3

3.1 Анализ альтернативных вариантов оптимизационной модели

управления динамикой перетоков мощности по критерию минимума

потерь 88

3.2 Оптимизационная модель на основе метода Лагранжа по критерию

минимума потерь мощности 94

3.3 Алгоритм оптимизации ЭЭС по критерию минимума потерь мощности

с применением ННР 107

Выводы 112

4 Синтез нечётких регуляторов в составе системы управления

распределительными локальными объектами энергораспределения 114

4.1 Структура нечёткого регулятора на основе ННС совместно с

эталонной ИНС 114

4.2 Регулирование напряжения в региональных узлах передачи

(транспорта) энергоресурсов 116

4.3 Регулирование напряжения в узлах нагрузки (потребления)

энергоресурсов 126

Выводы 137

5 Программно-аппаратная реализация алгоритмов управления

перетоками мощности и результаты практической реализации в реальных

условиях 139

5.1 Структура программно-аппаратного комплекса 139

5.2 Пользовательский интерфейс 141

5.3 Результаты практической апробации моделей и алгоритмов управления в условиях Воронежской энергосистемы 144

Заключение 156

Список литературы 157

Приложение 1 Акты внедрения и свидетельства о регистрации программ 172

Приложение 2 Результаты обучения ННС 177

Приложение 3 Показатели энергоэффективности ПС 220 кВ «Южная» 186

Приложение 4 Расчёт параметров оборудования ПС 220 кВ «Южная» 188

Приложение 5 Определение параметров тиристорного регулятора 194

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенныеврамкахдиссертационнойработынаучныеисследованияв

областиповышенияточностиуправлениядинамикоймощностиоптимизации

элементовЭЭСатакжереализациинечёткихрегуляторовпозволилиполучить

следующиеосновныерезультаты

РазработанспособформализацииперетоковмощностиврамкахЭЭС

отличающийсякомплекснымучётомфакторовнеопределённостинабазеИНСи

ННС

Разработанынечёткиемоделиуправленияпроцессамиперетоков

мощностиотличающиесяповышеннымипоказателямиточностиипозволяющие

учитыватьнаиболеезначимыепараметрыэнергораспределениявразличные

периодывремени

АлгоритмобученияННСявляющейсяосновойННРнаоснове

сочетанияградиентныхметодовиметоданаименьшихквадратовотличающийся

учётомдинамическихсвойствраспределительныхобъектовсразличнойстепенью

неопределённостипараметров

Разработаныалгоритмыоптимизацииуправлениялокальными

распределительнымиобъектамиавтотрансформаторноеоборудование

регулируемаянагрузкаузловэнергораспределенияотличающиесяреализацией

комплексногокритерияминимизациипотерьактивноймощностипометоду

ЛагранжаиНьютона–Рафсона

Осуществлёнсинтезуниверсальногонечёткогорегулятора

отличающегосявозможностьюучётанаиболеезначимыхфактороввлияющихна

процессыперетоковмощностиипозволяющегореализовыватьнастройку

параметровуправлениявконкретныхусловияхреализации

Разработаныструктурыпрограммногообеспеченияпроцессами

перетоковмощностиатакжепрограммноаппаратногообеспечениясистем

моделированияианализасредствуправленияотличающиесяреализацией

механизмаинтеграциисинструментальнойсистемой