

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 621.316.1.05

Малайчук  
Антон Андреевич

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СЕТЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

магистерской диссертации на соискание степени  
магистра технических наук  
по специальности 1-31 80 10 «Теоретические основы информатики»

Научный руководитель  
канд. техн. наук, доцент  
Марков А.В.

Минск 2017

Работа выполнена на кафедре интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

**МАРКОВ Александр Владимирович,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

**КАРДАШ Сергей Николаевич,**  
кандидат технических наук, доцент объединенного института проблем информатики НАН Республики Беларусь

Защита диссертации состоится «27» июня 2017 г. года на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г. Минск, ул. Платонова, 39, 5 уч. корп.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## ВВЕДЕНИЕ

В качестве модели развития энергетической системы предлагается модель «Интеллектуальная сеть энергоснабжения», в основе которой лежит построение интеллектуальной энергетической системы на основе активно-адаптивной сети (ИЭС ААС). В данной программе также предусмотрено развитие систем электроснабжения городов с использованием технологий ИЭС АСС. За рубежом эта технология имеет название Smart Grid - интеллектуальные (или умные) сети. Она внедрена в ряде энергосистем Северной Америки, Европы и Азии. Интеллектуальная сеть представляет собой распределительную сеть, которая сочетает комплексные инструменты контроля и мониторинга состояния её элементов, информационные технологии и средства коммуникации, обеспечивающие автоматическое энергоэффективное управление производством, распределением и потреблением электроэнергии, способную автоматически адаптироваться, самовосстанавливаться и менять свою конфигурацию в зависимости от режимов и возмущений в сети.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время большинство распределительных сетей являются односторонними и выполняют функции пассивного транспорта и распределения электроэнергии. Они имеют большой износ оборудования, низкий процент автоматизации, устаревшую релейную защиту и автоматику, большие потери электроэнергии. Существующая конфигурация распределительных сетей не всегда удовлетворяет требованиям надежности электроснабжения и более широкого применения источников распределенной генерации электроэнергии.

### **Цель и задачи исследования**

Разработка и исследование научно-технических решений по созданию интеллектуальных активно-адаптивных городских распределительных сетей среднего напряжения.

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются следующие научные и практические задачи:

- разработка основ построения городских распределительных сетей по гексагональному принципу;
- разработка интеллектуальной системы управления узла нагрузки (УН) гексагональной распределительной сети (ГРС).
- разработка автономных алгоритмов функционирования узлов нагрузки и динамического деления ГРС на гексозоны.

**Объектом** исследования являются городские распределительные сети среднего напряжения.

**Предметом** работы выступает топология интеллектуальных городских распределительных сетей, принципы её формирования.

**Область исследования.** Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-31 80 10 «теоретические основы информатики».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли результаты известных исследований российских и зарубежных ученых в области технических наук.

Для решения поставленных научных задач использовались методы структурного анализа, имитационного моделирования с применением программ Matlab/Simulink, сравнение, синтез, верификация, классификация, методы цифровой обработки сигналов и компьютерных технологий.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в том, что в ней:

Разработан новый способ и система передачи и распределения электрической энергии, основанные на гексагональном принципе, позволяющем строить интеллектуальные распределительные сети.

**Теоретическая значимость** диссертации заключается в том, что в ней предложены принципы и алгоритмы управления элементами сложно замкнутой и ГРС по агентной технологии, а также разработана классификация основных алгоритмов функционирования распределенной электрической сети и созданы универсальные алгоритмы функционирования «трехлучевого» узла нагрузки.

**Практическая значимость** диссертации состоит в том, что разработанный способ организации топологии городских распределительных сетей позволяет: снизить потери мощности; создать системность и упорядочить построение и развитие городских распределительных сетей, внедрять перспективный класс напряжения 20 кВ; перераспределять нагрузку между источниками, выравнивая их суточные графики нагрузки, эффективно расходовать энергоресурсы, повысить надежность и качество электроснабжения потребителей, что дает возможность реализовать концепцию «гибких» активно-адаптивных распределительных сетей с интеграцией в них возобновляемых источников энергии схемным, топологическим путем.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

– способ и система передачи и распределения электрической энергии, основанные на гексагональном принципе;

– алгоритм агентной системы управления ГРС;

– типовые алгоритмы функционирования разработанной схемы универсального распределительного узла нагрузки и алгоритм деления ГРС на зоны.

### **Апробация и внедрение результатов исследования**

Результаты исследования были представлены на 53 научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

### **Публикации**

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в

опубликованной работе общим объемом 2,0 п.л.

**Структура и объем работы.** Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка. Общий объем диссертации – 50 страниц.

**Во введении** рассмотрено современное состояние проблематики городских распределительных сетей энергоснабжения, показана научная новизна и ее практическая ценность.

**В первой главе** дан аналитический обзор по существующим техническим решениям, используемым в распределительных сетях. Сформулированы основные положения интеллектуальных РС с активно-адаптивной сетью.

**Во второй главе** рассматриваются основные проблемы в существующих энергосистемах.

**В третьей главе** рассматривается состав и функциональные возможности системы, производится выбор топологии интеллектуальной распределительной сети, разрабатывается структура системы и основные алгоритмы работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация представляет собой законченную работу, в которой проведена разработка и исследование топологии интеллектуальных городских распределительных сетей, принципы её формирования и управления. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены следующие результаты:

– анализ основных проблем в городских распределительных сетях выявил необходимость реконструкции их топологии с целью реализации концепции интеллектуальных распределительных сетей. Определены показатели и численные преимущества внедрения напряжения 20 кВ в крупных городах и мегаполисах;

– разработан новый способ распределения электрической энергии, основанный на гексагональной топологии распределительной сети, позволяющий реализовать принцип распределенной генерации;

– предложена организация управления элементами УН и ГРС в целом по комбинированному агентному принципу, основанному на централизованной и децентрализованной системе управления;

– разработаны алгоритмы автономного функционирования ИСУУ и динамического деления ГРС на зоны.

### **Список опубликованных работ**

Малайчук А.А. Smart Grid как новый этап развития энергосистем/А. А. Малайчук// Теоретические основы информатики: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. / Минск 1-3 мая 2017 года / Минск, БГУИР 2017.

Библиотека БГУИР