

# **ОТЗЫВ**

**официального оппонента**

**кандидата технических наук Кузнецова Олега Николаевича  
на диссертационную работу Ивкина Ефима Сергеевича «Системная автоматика для создания локальных интеллектуальных энергосистем и управления их режимами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы».**

## **1. Актуальность работы**

В последние десятилетия отмечается значительное увеличение количества объектов с распределённого генерирования и стремлением их собственников присоединить эти объекты к распределительным электрическим сетям ЕНЭС и организовать параллельную работу, поскольку островная работа объектов распределённой, как правило, не соответствует требованиям надёжности и качества электроснабжения потребителей.

Для решения названной задачи необходима разработка и последующая реализация специализированной системной автоматики управления режимами объектов распределённого генерирования, которая позволила бы упростить и существенно снизить затраты на интеграцию объектов с синхронной малой генерацией в существующие электрические сети ЕНЭС, обеспечить выполнение требований к надёжности и качеству электроснабжения потребителей, что и определяет актуальность диссертационной работы, выполненной Ивкиным Е.С.

## **2. Содержание работы**

На рассмотрение представлены:

- диссертация общим объемом 166 страниц печатного текста, которая состоит из введения, четырёх глав, списка сокращений и условных обозначений, терминов и определений, заключения, списка литературы из 71

наименования отечественных и зарубежных авторов, 2 приложений, 58 рисунков и 24 таблиц;

- автореферат на диссертацию на 24 страницах с характеристиками работы и кратким изложением основного содержания работы.

**Во введении** автор обосновывает актуальность исследований, проводимых в рамках настоящей диссертационной работы, ставит цель и задачи диссертационного исследования, определяет объект и предмет исследования, научную новизну диссертации, приводят положения, выносимые на защиту, и соответствие диссертации паспорту научной специальности.

**В первой главе работы** автор провёл обзор понятий SmartGrid, MiniGrid, MicroGrid применительно к распределительным электрическим сетям. Сформулировал требования по безопасности работы оборудования MiniGrid при параллельной работе с ЕНЭС, определены требования к программно-техническому комплексу управления режимом и состояниями MiniGrid, выработал требования интеграции систем управления MiniGrid и автоматизированной системы диспетчерского управления центра управления сетями.

**Во второй главе работы** разработаны принципиальные технические решения при создании MiniGrid на базе локальной системы энергоснабжения. Обоснованы и представлены технические решения, направленные на сохранение работоспособного состояния оборудования ЕНЭС и MiniGrid при внутренних и внешних возмущениях электрического режима системы. Сформулированы требования к выполнению операций коммутационной аппаратурой при включении на параллельную работу и прекращении параллельной работы. Описаны процессы управления оборудованием MiniGrid для обеспечения её режимов, в том числе сервисных. Описаны алгоритмы функционирования программно-технического комплекса для ведения режимов MiniGrid. Определены функции автоматики управлению нормальными режимами при автономной и параллельной работе MiniGrid с ЕНЭС.

**В третьей главе работы** разработаны алгоритмы управления режимами MiniGrid. Рассмотрены базовые, информационно-измерительные алгоритмы,

алгоритмы локального режимного управления, системного режимного управления, автооперирования, интерфейсные алгоритмы. Рассмотрены алгоритмы выбора состава генерирующего оборудования электростанции станции и алгоритм управления режимом работы станции. Предложена структура алгоритмов функционирования MiniGrid и проведено доказательство их универсальности.

**Четвертая глава** содержит результаты реализации разработанных алгоритмов и результаты испытания системной автоматики, обеспечивающей работу MiniGrid, на примере жилмассива «Берёзовое» и электродинамических моделях электроэнергетической системы.

Автореферат и опубликованные печатные работы автора в полной мере отражают основные положения диссертационного исследования, которые были доложены и апробированы на различных российских и международных научно-технических конференциях.

**В заключении** сформулированы основные научные и практические результаты проведенной автором работы.

### **3. Научная новизна**

Новыми результатами рассматриваемой работы являются:

1. Впервые разработан комплекс программных средств (системная автоматика) и технических решений, обеспечивающих создание и управление режимами MiniGrid;
2. Теоретически и экспериментально на физических моделях и на реальном объекте исследованы условия функционирования разработанной системной автоматики и доказана эффективность её применения;
3. Разработаны методики и программы испытаний системной автоматики и MiniGrid в автоматическом режиме.

### **4. Практическая значимость работы**

Диссертационная работа имеет конкретную практическую направленность, заключающуюся во внедрении разработанных автором алгоритмов рабо-

ты программно-технического комплекса MiniGrid, включая алгоритмы функционирования системной автоматики, в практику функционирования сбалансированных локальных энергосистем на основе малой генерации. к централизованным электрическим сетям с созданием на их основе локальных интеллектуальных энергосистем по типу SmartGrid. Решена научно-техническая задача по устранению рисков и технологических барьеров, возникающих в результате прямого подключения сбалансированных локальных энергосистем на основе малой генерации к централизованным электрическим сетям с созданием на их основе локальных энергосистем с интеллектуальным управлением.

Разработанный и запатентованный способ управления составом и нагрузкой генерирующего оборудования электростанции MiniGrid реализован в системной автоматике управления режимом параллельной работы MiniGrid с внешней электрической сетью.

Системная автоматика, практические рекомендации по ее применению, карты уставки и настройки, схема взаимодействия с блочной автоматикой генерирующих устройств использованы при осуществлении пилотного проекта по присоединению MiniGrid с электростанцией для электроснабжения жилого массива «Березовое» (г. Новосибирск) к электрической сети Новосибирской энергосистемы ЕЭС России с режимом параллельной работы и выдачей избыточной мощности во внешнюю сеть.

### **Достоверность результатов исследований**

Достоверность полученных автором результатов обеспечивается корректным применением теории автоматического управления, математического анализа и методов математического моделирования. Достоверность результатов подтверждена использованием промышленных программ для имитационного моделирования, выполнением физического моделирования энергосистем и испытаниями разработанной автоматики на физических моделях MiniGrid и реальном объекте.

## 5. Соответствие диссертационной работы установленным критериям

Поставленная цель работы: «разработка системной автоматики для MiniGrid с синхронной малой генерацией и ее применения на реальных объектах.» достигнута Ивкиным Е.С. в рамках выполнения диссертационной работы.

Автореферат соответствует диссертационной работе по всем квалификационным признакам: цель, задачи, основные положения, определение актуальности, практической и теоретической значимости и пр.

Основные выводы и результаты, содержащиеся в диссертационной работе, соответствуют поставленным автором задачам.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы. А именно соответствует по формуле специальности в части: «...исследования по развитию и совершенствованию теоретической и технической базы электроэнергетики с целью обеспечения экономичного и надежного производства электроэнергии, ее транспортировки и снабжения потребителей электроэнергией в необходимом для потребителей количестве и требуемого качества» и соответствует следующим областям исследования:

1. «1. Оптимизация структуры, параметров и схем электрических соединений электростанций, электроэнергетических систем и систем электропитания.»;
2. «6. Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике.»;
3. «9. Разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике.».

Основные научные результаты диссертационной работы изложены в 8 публикациях, 3 из них содержатся в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

В диссертационной работе автор корректно указывает авторство идей и источники заимствования отдельных материалов и результатов. Также автор в

диссертационной работе отметил, какие результаты получены им лично, а какие были получены в трудовом коллективе.

Диссертационная работа Ивкина Ефима Сергеевича написана грамотным языком с корректным использованием научной и технической терминологии, обладает внутренним единством, логичной структурой и ясностью изложения. Результаты, полученные автором, являются вкладом в разработку алгоритмов функционирования систем распределённой генерации и их системной автоматизации.

## **6. Замечания и вопросы**

- 7.1. На стр. 8 диссертации необходимо пояснить содержание п.1 последнего абзаца и на стр. 20 п.1 в таблице 1.2.
- 7.2. Необходимо пояснить утверждение на стр. 22 «Распределённые источники не должны интенсивно регулировать напряжение в точке подключения» и дать численную интерпретацию.
- 7.3. На стр. 33 представленный рисунок 2.1. не позволяет обосновать необходимость быстродействующего опережающего деления системы.
- 7.4. В Заключение на стр. 147 автор не сделал заключения о достижении цели диссертации и решении поставленных задач.

## **7. Заключение по работе**

Представленная Ивкиным Ефимом Сергеевичем диссертационная работа является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью и новизной и отражающая личный вклад автора в решение важной практической задачи по разработке системной автоматизации для локальных интеллектуальных энергосистем (MiniGrid) с синхронной малой генерацией и ее применения на реальных объектах.

Диссертационная работа Ивкина Ефима Сергеевича на тему «Системная автоматизация для создания локальных интеллектуальных энергосистем и управления их режимами» полностью удовлетворяет требованиям п. 9-14 «Положе-

ния о присуждении ученых степеней» (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021)), а её автор Ивкин Ефим Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Официальный оппонент,

Доцент кафедры Электроэнергетические системы

Заведующий научно-исследовательской

лабораторией «Проблемы электрических систем»

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»»,

доцент, к.т.н.

Кузнецов Олег Николаевич

08 дек

*достоверно*

НАЧАЛЬНИКА  
С ПЕРСОНАЛОМ  
Л.Н.ПОЛЕВАЯ

тел. +7 (916) 573-43-75

e-mail: [kuznetsovon@mpei.ru](mailto:kuznetsovon@mpei.ru)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Адрес: 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1.

Телефоны: +7 495 362-70-01, +7 495 362-72-01 (ректор)

факс: +7 495 362-89-38

E-mail: [universe@mpei.ac.ru](mailto:universe@mpei.ac.ru)

*Вызов копии 10.12.21 г. Проф. Кузнецов О.Н.  
С отзвом ознакомился 10.12.21 Ш.- (Ивкин Е.С.)*