

УТВЕРЖДАЮ

проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Новосибирский

государственный технологический

университет» доктор технических

наук доцент

Брованов С.В.

2021 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Абдулваххаба Мохаммед Валида Абдулваххаба

на тему «Повышение качества электроснабжения с применением

распределенной комбинированной генерации»

по специальности 05.14.02 – Электрические станции и

электроэнергетические системы на соискание ученой степени

кандидат технических наук

### Актуальность для науки и практики

Рост производства электроэнергии во многих странах обеспечивается распределённой генерацией – малыми источниками, подключаемыми к распределительным электрическим сетям. Эта тенденция проявляется и в Ираке, где малая энергетика, благодаря широкой доступности дизельного топлива, имеет существенный потенциал для роста. Распространение распределённой генерации требует решения задач её размещения с обоснованием мощности, возможных площадок, мест подключения, режимов работы в зависимости от существующих схем сети, мощности и характера потребления. Эти оптимизационные задачи должны решаться не только с позиций минимума затрат на ввод и эксплуатацию генерирующего комплекса, но и учитывать развитие распределительных сетей, к которым

подключается распределенная генерация, затраты на эксплуатацию, возможное снижение потерь.

Тема диссертации Абдулваххаба М.В.А., посвященная повышению энергоэффективности и качества электроснабжения электроприемников распределительной сети Республики Ирак за счет использования распределенной комбинированной генерации, является актуальной и соответствует современному уровню развития практических и теоретических исследований в этой области. Актуальность темы подтверждается анализом работ отечественных и зарубежных ученых: Б.В. Лукутин, А.З. Д.С. Щавелев, К.В. Суслов, Б.Г. Санеев, В.В. Беляев, В.П. Харитонов, В.И. Виссарионов, В.А. Тремясов, И.Ю. Иванова, Д.Д. Ноговицын, Н.А. Петров, J. Dekker, J.A. Carta, G. Rauschenbach, L. Bernal-Agustin-Joze, Rodolfo-Dufo-Lopez и другие ученые.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, в рамках которой «... проводятся исследования по развитию и совершенствованию теоретической ... базы электроэнергетики с целью обеспечения экономичного и надежного производства электроэнергии, ее транспортировки и снабжения потребителей электроэнергией в необходимом для потребителей количестве и требуемого качества». Соответствие диссертации области исследования специальности:

- согласно п. 7 паспорта специальности: «разработка методов расчета установившихся режимов, ... и устойчивости электроэнергетических систем»;
- согласно п. 8 паспорта специальности: «разработка методов статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике»;
- согласно п. 10 паспорта специальности: «теоретический анализ и расчетные исследования по транспорту электроэнергии переменным ... током...»;
- согласно п. 13 паспорта специальности: «разработка методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике».

Целью диссертационной работы является повышение качества электроснабжения потребителей электроэнергии распределительных сетей

Республики Ирак напряжением 33/11 кВ за счет использования установок распределённой комбинированной генерации.

Для достижения цели в диссертации решены следующие задачи:

1. Исследование режимов работы электрической сети Республики Ирак с целью выявления перегруженных участков сети.

2. Оценка применения солнечно-дизельных комплексов и других технических решений, способствующих снижению реактивной мощности и повышению качества электроснабжения распределительных сетей Республики Ирак.

3. Решение задачи оптимизации по критерию минимум потерь активной мощности методом нелинейной оптимизации для выбора мощностей и оптимальных узлов установки солнечно-дизельных комплексов;

4. Решение многокритериальной задачи на базе нечетких множеств для выбора оптимальной структуры распределенной генерации в виде соотношения фотоэлектрических модулей и дизельных электростанций.

В основу реализации поставленных задач легли аналитические и теоретические исследования, имитационное моделирование. Имитационное моделирование распределительной сети Республики Ирак с солнечно-дизельной установкой выполнено в программном комплексе Matlab с пакетом расширения Simulink и библиотекой SimPowerSystems. Предложены критерии с различной степенью важности, характеризующие солнечно-дизельные комплексы с учетом особенностей распределительной сети Республики Ирак. На основании решения многокритериальной задачи оптимизации с использованием аппарата нечетких множеств, произведен выбор структуры соотношения мощностей солнечно-дизельного комплекса.

### **Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и производства**

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Усовершенствована методика анализа нормальных и послеаварийных режимов распределительных сетей с целью выявления удаленных и максимально загруженных узлов, позволяющая учитывать распределенную генерацию в сочетании фотоэлектрических модулей и

дизельных электростанций, образующих общую структуру солнечно-дизельных комплексов.

2. Предложена методика оптимального выбора узлов подключения и мощности солнечно-дизельных комплексов на основании решения задачи оптимизации минимума потерь активной мощности.

3. Предложена методика оптимального выбора соотношения мощностей фотоэлектрических модулей и дизельных электростанций в общей структуре комплекса на базе нечетких множеств.

4. Установлены критерии, характеризующие солнечно-дизельные комплексы с учетом особенностей системы электроснабжения Республики Ирак.

Обоснованность и достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, базируется на фундаментальных классических положениях и законах электротехники и математики, общей теории вероятности и математической статистики, применением действующих стандартов и нормативных документов, подтверждающих результаты аналитических расчетов и имитационного моделирования.

Значимость для науки заключается в разработке методик оптимизации выбора мест установки, мощности и структур солнечно-дизельных комплексов. Результаты исследований могут быть использованы проектными организациями для получения выходных параметров соотношения мощностей солнечно-дизельных комплексов при проектировании автономных систем электроснабжения. Практическая значимость результатов исследования по применению распределенной генерации в распределительных сетях напряжением 11-33 кВ Республики Ирак, подтверждается актами внедрения. Применение результатов исследования позволит повысить качество электроснабжения потребителей и снизить потери мощности распределительной сети Республики Ирак.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 128 наименований и приложений. Основной материал диссертации изложен на 159 страницах машинописного текста, содержит 56 рисунков и 26 таблиц.

По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе три статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертационных исследований и две статьи в базе Scopus.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

## Общие замечания

В целом содержание диссертации Абдулваххаба М. В. А., основные результаты работы, положения и выводы возражений не вызывают, однако имеются следующие замечания:

1. Представленная в первой главе диссертации классификация методов и технических средств (рисунок 1.7) повышения качества электроснабжения применима только на объекте исследования или является обобщенной.
2. Из автореферата и текста диссертации не ясно, какая схема замещения трансформаторов использовалась при построении имитационной модели.
3. Во второй главе при описании фрагмента распределительной сети Республики Ирак не учтена важная особенность, которая необходима для моделирования и аналитических расчетов – не говорится о типах электроприемков и их категории надежности.
4. Из текста диссертации не ясно, учитывается ли величина выработки электроэнергии фотоэлектрическими модулями для разного времени года и времени суток.
5. При выборе оптимального соотношения мощностей фотоэлектрических модулей и дизельных электростанций решением задачи оптимизации с использованием аппарата нечетких множеств нет породного описания определения значений экспертных оценок по представленным критериям.
6. В работе не говорится о типах выбранных фотоэлектрических панелей и дизельных электростанциях, какие используются установки накопления электроэнергии.
7. В работе не отражаются подробности изменения уровня токов короткого замыкания в распределительных сетях после установки дополнительной генерации. Необходимость установки нового оборудования, стойкого к возросшим токам аварийного режима, также влияет на экономические показатели принятого решения.
8. Комплекс, состоящий из дизельной электростанции, фотоэлектрических панелей, накопителей электроэнергии и инверторных

установок обладает существенной стоимостью и требует квалифицированного обслуживания. Решение проблемы компенсации потерь электроэнергии на наиболее загруженных участках сети возможно с помощью усиления линий связи, что потребует меньших вложений и затрат на обслуживание. Считаем, что в работе недостаточно уделено внимания комплексному подходу к оптимизации режима, когда установка дополнительных мощностей на базе ВИЭ также сопряжена с традиционными решениями – установка устройств компенсации реактивной мощности, дополнительных ЛЭП и др. В особенности решение этого вопроса важно ввиду возможности возникновения асинхронного режима установок малой генерации при близких КЗ в распределительных сетях: в таких ситуациях необходимо отключать источник малой генерации, что приведёт (без принятия дополнительных мер) к ухудшению качества электроэнергии.

9. Результаты расчётов, приведённые в табл.2.7, требуют пояснения: ветвь 2-2': ток в нормальном режиме составляет 58,6 А, потери активной мощности составляют 107,7 кВт; в то же время в послеаварийном режиме ток возрастает до 93,5 А, однако потери мощности уменьшаются до 53,5 кВт. Аналогичное явление имеет место в ветви 8-8' и некоторых других.

## Заключение

В целом, представленная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, отличается достаточно хорошим научным уровнем, а выдвигаемые для публично защиты положения имеют важное научное и практическое значение. Полученные автором результаты достоверны, проверены аналитически и имитационно и на должном уровне прошли апробацию. Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Абдулвахаба Мохаммед Валида Абдулвахаба «Повышение качества электроснабжения с применением распределенной комбинированной генерации» по степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. В работе решены задачи по выбору узлов подключения, мощности и соотношения мощностей

фотоэлектрических модулей и дизельных электростанций в общей структуре, имеющие существенное значение для развития установок распределённой генерации.

Диссертация соответствует требованиям п. 9.14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013, а её автор, **Абдулваххаб Мухаммед Валид Абдулваххаб**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы.

Отзыв на диссертацию и автореферат М.В.А. Абдулваххаба обсужден на заседании кафедры «Электрических станций» НГТУ «11» ноября 2021 г., протокол №5, на обсуждении присутствовали: д.т.н. – 1 человек, к.т.н – 10 человек, сотрудников кафедры – 15 человек.

Декан факультета энергетики  
Заведующий кафедрой «Электрических станций»  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
технический университет»

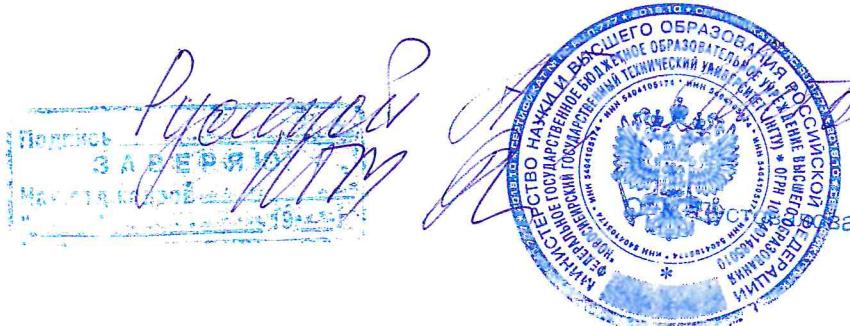
д-р техн. наук, доцент

 Русина Анастасия Георгиевна

Доцент кафедры «Электрических станций»  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
технический университет»

кандидат техн. наук

 Литвинов Илья Игоревич



630073, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, д. 20

E-mail: rusina@corp.nstu.ru

тел. +7 (383) 346-11-60