

УТВЕРЖДАЮ

проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Новосибирский

государственный технический университет»

заслуженный деятель науки РФ, доктор

технических наук, профессор

А.Г. Вострецов



**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию

Кривенко Татьяны Витальевны

на тему «Развитие моделей и методов оценки надежности автономных систем

генерации, использующих возобновляемые источники энергии»

по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические

системы» на соискание учёной степени кандидата технических наук

**Актуальность для науки и практики. Объект и предмет исследований**

В настоящий момент в России более 2/3 территории не имеет централизованного электроснабжения, снабжение дорогостоящим ввозимым топливом становится все более затратным. Поэтому одной из актуальных задач является развитие автономных систем генерации (АСГ) с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Вместе с этим возникает проблема обеспечения надежности всего энергокомплекса (ЭК) в силу вероятностного характера выработки электроэнергии от возобновляемых источников энергии. Таким образом, требуется развитие и совершенствование моделей и методов анализа и оценки надежности, которые позволяют на этапе проектирования

учесть вероятностные характеристики ВИЭ, показатели надёжности и эксплуатационные характеристики используемого оборудования.

Основное внимание в работе уделено учету показателей надёжности для оценки влияния аварийных отказов и состава оборудования на величину выработки электроэнергии АСГ. Приведены показатели потоков отказов отдельных компонентов АСГ.

Объектом исследования являются автономные системы генерации, содержащие ветроэнергетические установки и/или фотоэлектрические преобразователи, дизельные генераторы и аккумуляторные батареи.

Предметом исследования является надёжность функционирования автономных систем генерации на основе ВИЭ.

Цель исследовательской работы – развитие математических моделей и методов оценки надёжности автономных систем генерации на основе ВИЭ, позволяющих учитывать надёжность используемого оборудования и изменения погодных условий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ статистических данных по отказам и показателям надёжности оборудования АСГ с использованием ВИЭ. Выполнить анализ существующих методов расчета надёжности АСГ на основе ветровой и/или солнечной энергии.

2. Усовершенствовать логико-вероятностный метод на основе динамического дерева отказов для оценки надёжности автономного ветродизельного комплекса.

3. Предложить и реализовать вероятностный мультиматричный метод для анализа надёжности автономной солнечно-дизельной установки.

4. Развить модель надёжности объединенной системы применительно для расчета надёжности гибридного энергокомплекса, включающего ветроэнергетические, фотоэлектрические и дизель-генераторные установки.

5. Создать комплекс программ, реализующих разработанные методы оценки надежности АСГ на основе ВИЭ.

6. На основе разработанных методов и алгоритмов выполнить исследование надежности и экономической эффективности для проектируемых АСГ с ВИЭ, расположенных на территории Красноярского края.

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

Новизна основных научных результатов, полученных автором, состоит в следующем:

- усовершенствован логико-вероятностный метод на основе динамического дерева отказа для оценки надежности автономного ветродизельного комплекса с учетом скорости ветра, отличающийся от использующихся в настоящее время методов возможностью моделировать зависимые процессы отказов, анализировать последовательность происходящих событий, учитывать состояния резервных элементов системы и коммутационной аппаратуры путем введения в деревья отказов динамических операторов, реализуемых с помощью марковских моделей;
- предложен и реализован мультиматричный метод для расчета надежности автономной солнечно-дизельной установки, основанный на вероятностной модели, позволяющий учитывать стохастический характер солнечной радиации, выявить все виды аварий, возможных при совпадении отказов элементов установки с ремонтными и эксплуатационными режимами, отличающимися составом и вероятностью повреждения оборудования;
- развита модель надежности объединенной системы генерации, в состав которой входят ветроэнергетические установки,

фотоэлектрические преобразователи и дизельные генераторы, позволяющая учесть отказы генерирующих элементов системы, погодные условия и оценить недоотпуск электроэнергии потребителям.

**Значимость результатов исследований для науки** заключается в развитии методов оценки надежности автономных систем генерации на основе ВИЭ и построении математических моделей, позволяющих учитывать надежность используемого оборудования с учетом метеорологических условий.

**Практическая значимость работы** состоит в возможности оценить надежность и экономическую эффективность АСГ различных конфигураций и составов, использующих ВИЭ, и выбрать оптимальное техническое решение на стадии проектных работ.

Результаты исследований, содержащиеся в диссертации, использованы в проектной практике ООО «Проектно-монтажная компания Сибири» в виде: практического использования математических моделей оценки надежности ветродизельных и солнечно-дизельных установок с учетом изменения погодных условий; методики расчета экономической эффективности технических решений автономных систем генерации на основе ВИЭ с учетом надежности.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 3 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертационных исследований, 6 работ – в трудах Международных Всероссийских научно-технических конференций, 3 работы в других изданиях.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Учитывая отмеченные в диссертации положительные применения содержащихся в ней научных и практических результатов, их целесообразно

использовать в научно-исследовательских, проектных институтах, разрабатывающие автономные электроэнергетические системы.

### **Общие замечания**

В целом основные результаты работы, положения и выводы возражений не вызывают, однако имеются следующие замечания:

1. В работе для проведения ветроэнергетического расчета использовалась функция плотности распределения Вейбулла (стр.15). В тексте диссертации не отмечено, каким образом проводилась оценка значения формы распределения Вейбулла  $k$ .

2. В диссертации показано решение задачи оптимизации АСГ в многокритериальной постановке (стр.73). Однако неясно, как представленные в работе критерии формируют целевую функцию данной оптимизационной задачи, а также какие методы предлагаются для ее решения.

3. Из работы непонятно, был ли выполнен расчет коэффициента конкордации для оценки согласованности мнений экспертов (стр.76), а также предполагается ли в предложенной математической модели обновление базы знаний и, если да, как часто?

4. В работе имеются стилистические погрешности.

### **Заключение**

В целом, представленная диссертационная работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты. Выдвигаемые для публичной защиты положения имеют научное и практическое значение.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертационная работа Кривенко Т.В. «Развитие моделей и методов оценки надежности автономных систем генерации, использующих возобновляемые источники энергии» по степени научной новизны, объему выполненных исследований и

их практической ценности в достаточной степени является завершённой научной квалификационной работой на актуальную тему. В работе решены задачи по усовершенствованию логико-вероятностного метода на основе дерева отказов для оценки надёжности автономного ветродизельного комплекса, имеющих существенное значение для развития автономных систем генерации в стране.

Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кривенко Татьяна Витальевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

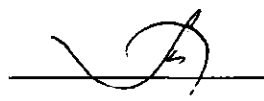
Отзыв на диссертацию и автореферат Кривенко Т.В. обсужден на заседании кафедры «Систем электроснабжения предприятий» НГТУ 24 сентября 2018 г., протокол №13.

Заведующий кафедрой

«Систем электроснабжения предприятий»

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

канд.техн.наук, доцент



Павлюченко Дмитрий Анатольевич

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, корпус № 2

Тел.: +7 (383) 346-15-51

E-mail: sesp@power.nstu.ru