

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Лештаева Олега Валерьевича «Повышение качества электроэнергии в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с сетевой солнечной фотоэлектрической установкой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

### 1 Актуальность темы

В настоящее время интенсивно развивается возобновляемая энергетика, в том числе в сельскохозяйственном производстве. При этом важным является вопрос оценки качества электроэнергии, вырабатываемой возобновляемыми источниками. Низкое качество электроэнергии приводит, как правило, к снижению ресурса работы оборудования, а завышенные требования к показателям качества электроэнергии – к повышению стоимости источника электроэнергии. Работа выполнена на актуальную тему, так как направлена на повышение качества электроэнергии в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием сетевой солнечной фотоэлектрической установки.

### 2 Общая характеристика работы

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы, состоящий из 123 наименований, и приложения, содержащего 3 акта о внедрении результатов исследований. Общий объем диссертации 120 страниц. По стилю изложения и четкости формулировок работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

По результатам выполненных исследований опубликовано 21 научная работа, включая 5 статей, размещенных в БД Скопус, 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, одно свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ.

Апробация результатов исследований проводилась на 7 международных и одной Всероссийской научно-практических конференциях.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

**Во введении** раскрыты актуальность темы, объект и предмет исследований, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Анализ современного состояния систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей и актуальности применения в них возобновляемых источников энергии» дана характеристика сельских электрических сетей напряжением 0,38 кВ и раскрыты особенности применения солнечных фотоэлектрических установок (СФУ), работающих параллельно с сетью, и осуществляющих электроснабжение сельскохозяйствен-

ных потребителей. Проводится анализ нормативных документов по требованию к показателям качества электроэнергии, а также раскрываются технические проблемы обеспечения требуемого качества электроэнергии.

*Во второй главе* «Математическая и имитационная модели параллельной работы солнечной фотоэлектрической установки и электrorаспределительной сети» проводится описание СФУ и рассматривается математическая модель параллельной работы СФУ с сетью, предложена структурная схема имитационной модели установки, работающей параллельно с сетью.

*В третьей главе* «Экспериментальные исследования работы солнечной фотоэлектрической установки параллельно с сетью при электроснабжении сельскохозяйственных потребителей» проводится описание экспериментального образца СФУ, получены графики нагрузки работы установки в течение дня, месяца и сезона, проведен расчет коэффициента энергетической эффективности СФУ. Предложен алгоритм анализа совмещения графика нагрузок и графика выработки электроэнергии СФУ, а также сравнительный анализ показателей качества электроэнергии разработанной модели и экспериментальной установки.

*В четвертой главе* «Оценка влияния сетевой фотоэлектрической установки на параметры качества электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей при нормальных, аварийных и временно допустимых режимах работы распределительной электрической сети» приведены данные по качеству электроэнергии при работе СФУ на потребители, на потребители и сеть, а также на холостом ходу. Проводится анализ спектрального состава напряжения у потребителей электроэнергии и значения коэффициента мощности на выходе СФУ при разных режимах работы установки, включая нормальные и аварийные режимы. Раскрываются допустимые пределы отклонения напряжения и частоты для нормальной работы СФУ и технико-экономическое обоснование применения сетевых фотоэнергетических установок.

*В заключении* приведены основные итоги выполненной работы и рассматриваются перспективы дальнейших исследований.

### **3 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Основные научные положения диссертации и выводы достаточно корректно обоснованы с использованием основ теории электротехники и электроники, аналитических и численных методов с использованием компьютерных технологий, а также экспериментальных методов исследований.

Выводы и рекомендации по работе полностью отражают результаты, проведенного диссертационного исследования. Диссертационная работа содержит необходимые ссылки на литературные источники. Основные результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в научных публикациях автора.

#### **4 Научная новизна исследований и достоверность полученных результатов**

Научную новизну работы составляют:

- аналитические зависимости электрических параметров сетевой СФУ в установившихся и переходных режимах работы и их влияние на параметры внешней сети;
- имитационная модель, позволяющая проводить исследования СФУ малой мощности, которая работает параллельно с сетью;
- допустимые пределы отклонения показателей качества электроэнергии сетевой СФУ для подключения к внешней сети.

Достоверность полученных результатов подтверждается хорошим уровнем совпадения данных теоретических и экспериментальных исследований.

#### **5 Значимость полученных результатов для науки и практики**

Значимость для науки и практики представляют:

- структурные схемы имитационных моделей основных функциональных элементов СФУ, работающей параллельно с сетью, разработанной с использованием программного комплекса Simulink;
- результаты экспериментальных исследований сетевой СФУ малой мощности;
- методика анализа совмещенных графиков нагрузки потребителей электроэнергии и выработки энергии СФУ;
- результаты сравнительного анализа показателей качества электроэнергии компьютерного моделирования и экспериментальных исследований;
- графические зависимости параметров качества электроэнергии СФУ в различных режимах работы.

#### **6 Замечания по содержанию и оформлению работы**

6.1 Некорректно сформулирована тема работы, так как солнечная фотоэлектрическая установка малой мощности не оказывает существенного влияния на показатели качества энергетической системы, мощность которой в несколько порядков больше.

6.2 Цель работы не отличается от сформулированной темы.

6.3 В пункте 2.1 «Описание фотоэлектрической установки» не указаны все комплектующие (функциональные элементы) и их параметры, входящие в состав установки.

6.4 На рисунке 2.2 приведена схема трехфазного сетевого инвертора на биполярных транзисторах, современные инверторы выполняются на полевых транзисторах.

6.5 Непонятно, что нового предлагается автором в математическом описании параллельной работы солнечной фотоэлектрической установки и сети (п. 2.2).

6.6 В пункте 2.3 не раскрыты возможности имитационной модели солнечной фотоэлектрической установки по ее исследованию.

6.7 Рационально было бы рассмотреть работу сетевой солнечной фотоэлектрической установки малой мощности на конкретном примере – малого фермерского или личного подсобного хозяйства.

6.8 Таблицы 3.1 и 3.2 целесообразно было бы представить на русском языке.

6.9 Некорректно в диссертационном исследовании ссылаться на литературу 1971 г. [11], так как сегодня опубликованы современные издания по полупроводниковым фотопреобразователям энергии.

6.10 В заключении работы не даны рекомендации производству.

## 7 Заключение

Отмеченные замечания не являются определяющими при общей оценке диссертации.

Таким образом, диссертация Лештаева Олега Валерьевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по разработке сетевой солнечной фотоэлектрической установки малой мощности для сельскохозяйственных потребителей с улучшенными показателями качества электроэнергии, что соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина».

350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13,  
телефон: 8-918-455-48-22,  
адрес электронной  
почты: grigorasch61@mail.ru

Григораш Олег Владимирович

21 апреля 2023 г.

