

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

Диссертация посвящена актуальной теме взаимного влияния сети и подключенной к сети индивидуальной фотоэлектрической системе (ФЭС). Работы по этому вопросу практически отсутствуют не только в нашей стране, но и за рубежом. При этом, учитывая особенности построения и эксплуатации отечественных сетей, опыт зарубежных прикладных решений слабо применим в нашей стране.

Крайне важным является исследование взаимодействия сети и подключенных к ней ФЭС в связи с вопросами безопасности. Например, отсутствуют какие-либо решения по обязательному отключению ФЭС от сети при авариях в сети и пр., приемлемые как для сети, так и для собственников ФЭС.

Сложность создания эффективных ФЭС, в отличие от электротехнического оборудования, заключается в том числе в том, что каждая ФЭС индивидуальна, работа ФЭС полностью определяется внешними климатическими факторами, которые индивидуальны для каждого места размещения. Это также предъявляет особые требования к методикам анализа работы систем.

Особая актуальность таких исследований связана также с тем, что в отличие от зарубежных стран вопросы подключения индивидуальных фотоэлектрических систем не регламентированы, практически отсутствуют нормативные документы, которые позволяли бы обеспечить качественную, безопасную работу связки ФЭС-сеть, четко установить единые правила, включить управление связью с ФЭС в автоматику сети и тем самым минимизировать отрицательное влияние ФЭС на сети. На уровне СЭС и крупных индивидуальных потребителей такие исследования в последние годы активно проводятся, на уровне индивидуальных потребителей небольшой мощности, сельских потребителей таких исследований нет.

Поэтому поднятая в диссертация тема и проведенные исследования имеют большую научную ценность, являются фактически пионерскими.

2 Общая характеристика работы

Диссертация Лештаева состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 123 источников и приложений, включающих, в том

числе, 3 акта о внедрении результатов исследований. Работа изложена на 120 страницах текста, содержит 37 иллюстраций и 22 таблицы.

Работа полностью соответствует требованиям о Порядке присуждения ученых степеней.

Основные результаты исследований достаточно полно изложены в 21 публикации, включая 5 статей в изданиях, индексируемых БД SCOPUS, 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Работа прошла апробацию на 8 международных и российских научных конференциях, научных семинарах, круглых столах и конкурсах.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Во введении автор обосновывает актуальность своих исследований, формулирует цель исследований, раскрывает объект и предмет исследований, методику исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, основные положения работы, выносимые на защиту.

В первой главе представлен аналитический обзор состояния проблемы и наиболее существенных работ в области исследований, использованных автором. Дана характеристика сельских электрических сетей и сельскохозяйственных потребителей. Проанализированы вопросы использования солнечных фотоэлектрических установок, работающих параллельно с сетью, для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Рассмотрены показатели качества электроэнергии в распределительной сети и сетях распределенной генерации и технические проблемы обеспечения качества электроэнергии. Проанализированы нормативные документы.

Вторая глава посвящена математической и имитационной модели параллельной работы ФЭС для электроснабжения индивидуальных сельских потребителей и электrorаспределительной сети. Автор проводит совместный теоретический анализ работы фотоэлектрической части такой ФЭС, состоящей из небольшого числа фотоэлектрических модулей (солнечной фотоэлектрической установки или СФУ), инвертора и сети. Результатом анализа является разработанные математическая модель параллельной работы СФУ и сети и имитационная модель СФУ, работающей параллельно с сетью, в программном комплексе Simulink. Приведены структурная схема модели и блок-схемы отдельных компонентов СФУ. Описание работы программы.

Глава три включает экспериментальные исследования работы солнечной фотоэлектрической установки (СФУ) параллельно с сетью при электроснабжении сельскохозяйственных потребителей. В главе представлена экспериментальная СФУ, разработанная и изготовленная для подтверждения полученных теоретических зависимостей и проверки правильности работы имитационной модели СФУ. Приведен анализ вариантов работы установки и комплектации в программе PVSyst, данные по работе экспериментальной СФУ на испытательной площадке в типичной сельской местности средней полосы России (Саратовская область, 51.75 с.ш., 42.76 в.д.) и сравнительный

анализ полученных результатов. Представлен алгоритм анализа совмещенных графиков нагрузки потребителя и выработки, а также результаты его реализации на экспериментальной СФУ.

Глава четыре посвящена оценке влияния ФЭС, обеспечивающих электроэнергией индивидуального сельскохозяйственного потребителя и соединенных с распределительной сетью, на параметры качества электроэнергии у потребителя при различных режимах работы сети.

Рассмотрены нормальный, временно допустимые, аварийные и послеаварийные режимы работы сети. Исследованы параметры качества электроэнергии (отклонения напряжения и частоты, гармонические искажения) у потребителя при работе экспериментальной СФУ. Исследования проводились в течение длительного периода времени и, таким образом, представляют данные при разных условиях по энергетической освещенности, температуре и скорости ветра. Анализ выполнялся с помощью анализатора качества электроэнергии Fluke 345. Представлены исследования обоих режимов работы установки: электроснабжение только потребителя, электроснабжение потребителя и передача энергии в сеть.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы и рассматриваются перспективы дальнейших исследований.

3 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации корректно обоснованы с использованием теории электротехники, теплофизических и энергетических методов исследований, математических, количественных методов обоснования решений, статистических методов обработки результатов, моделирования, компьютерной техники, том числе программного комплекса Simulink, и современных средств измерения.

Выводы и рекомендации по работе полностью отражают результаты исследований. Диссертация содержит необходимые ссылки на публикации в области исследований. Основные результаты диссертационной работы полностью отражены в публикациях автора.

4 Научная новизна исследований и достоверность полученных результатов

Научная новизна работы заключается в:

- математической и имитационной моделях СФУ, подключенной к сети, для электроснабжения индивидуальных сельскохозяйственных потребителей малой мощности;
- экспериментальные данные по взаимному влиянию СФУ для электроснабжения индивидуальных сельскохозяйственных потребителей, подключенной к сети, и распределительной сети при различных режимах работы сети:

- аналитические зависимости изменения основных параметров качества электроэнергии (отклонения напряжения и коэффициента гармонических искажений по напряжению) в системе электроснабжения сельскохозяйственного потребителя с СФУ, подключенной к распределительной сети.

Достоверность полученных автором результатов обеспечивается корректным проведением расчетов, совпадением расчетных и экспериментальных результатов

5 Значимость полученных результатов для науки и практики

Значимость для науки и практики представляют:

- математическая и имитационная модели работы фотоэлектрической системы (солнечной фотоэлектрической установки), подключенной к распределительной сети;

- структурные схемы основных функциональных элементов СФУ, подключенной к сети, имитационной модели на базе программного комплекса Simulink;

- результаты экспериментальных исследований по оценке влияния сетевой СФУ на показатели качества электроэнергии у потребителя;

- зависимости параметров качества электроэнергии у потребителя при различных режимах работы распределительной сети для электроснабжения потребителей с помощью СФУ, подключенной к сети.

- программа для ЭВМ, позволяющая анализировать показатели качества электроэнергии у потребителя;

- результаты апробации предложенных решений на конкретных действующих объектах.

Рассматриваемая работа имеет существенное практическое значение, при создании ФЭС для электроснабжения потребителей на сельских территориях использование результатов, полученных автором, может обеспечить наиболее эффективные технические и проектные решения.

6 Замечания по содержанию и оформлению работы

Все изложенное относится к несомненным достоинствам работы, которая, однако, не лишена и некоторых недостатков.

6.1 Полученные результаты и их значимость имеют более широкое и универсальное значение, чем, к сожалению, представлено автором. Стоило это раскрыть.

6.2 В 3.1, третий абзац: «Исследования проводились 4 мая 2021 года из-за равномерной освещенности территории расположения СФУ и плавного нарастания и уменьшения генерируемой энергии в течение дня». Из текста диссертации в целом следует, что исследования проводились не один сезон. Очевидно, что не исследования проводились только один день, а в качестве примера представлена информация по одному показательному дню.

6.3 В главе 1 в описании потребителей приведены нагрузки фермерского хозяйства и теплицы малой площади, в эксперименте, судя по всему, речь идет об электроснабжении индивидуального дома. Коков круг потребителей, для электроснабжения которых предназначены исследуемые установки?

6.4 Не совсем понятно, какие предельные характеристики фотоэлектрических систем, по количеству модулей, мощности и т.п., для которых автор предполагает применимы результаты исследований.

6.5 Наиболее достоверными являются данные об условиях окружающей среды, измеренные приборами, установленными на месте эксперимента (пиранометром, анемометром, датчиками температуры) и их и надо было приводить при характеристике объекта. Данные базы NASA, хотя они и широко используемые, стоит приводить только как дополнительную информацию в любом месте диссертации.

6.6 Влияние климатических факторов места эксплуатации имеют решающее значение для работы фотоэлектрических установок. Не понятно, нашла ли их изменчивость отражение в модели и программе в полной мере. Могут ли совмещаться современные программы по прогнозу изменения параметров климата с предложенной имитационной моделью и разработанной программой.

6.7 Стоит ли на взгляд автора учитывать также деградацию характеристик модулей во времени?

6.8 В математической модели стоило учесть и описать два уровня: работа модуля и работа фотоэлектрической батареи (схема замещения, вольт-амперная характеристика и т.п.).

6.9 Переменные обычно принято записывать курсивом. Даже если обозначение переменных выводятся на экран в разработанной программе, и там нет возможности записать их курсивом, в тексте стоит писать принятым образом.

6.10 Размерность после значения параметра не переносится отдельно на следующую строку (например 4-й абзац на стр. 27, первая фраза на стр. 47).

7 Заключение

Несмотря на указанные недостатки работа, несомненно заслуживает общей положительной оценки. Автором получены новые интересные результаты в выбранном направлении. Автор проявил себя как высококвалифицированный специалист как в части теоретических исследований, программирования и расчетного анализа, так и в эксперименте и прикладных исследованиях.

Внедрение разработок и научно обоснованных технических решений, представленных в диссертационной работе, имеет перспективу дальнейшего практического использования.

Диссертация соответствует паспорту специальности 4.3.2 - Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Внедрение разработок и научно обоснованных технических решений, представленных в диссертационной работе, имеет перспективу дальнейшего практического использования.

Диссертация соответствует паспорту специальности 4.3.2 - Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Содержание автореферата и опубликованные работы в полной мере отражает основное содержание диссертации, ее положений и выводов.

Работа имеет как научно-теоретическое, так и существенное практическое значение и по своему объему и уровню соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям в области технических наук. Автор, Лештаев Олег Валерьевич, заслуживает присвоения ему искомой ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник
лаборатории системы нетрадиционной
энергетики
Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
"Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ"
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ),
кандидат технических наук



Шепвалова Ольга Вячеславовна

109428, РФ, г. Москва,
1-й Институтский проезд, дом 5,
телефон: 8-906-092-95-60,
адрес электронной почты:
shepvalovaolga@mail.ru

Подпись, ученую степень и
должность О.В. Шепвалова удостоверяю

Ученый секретарь ФГБНУ ФНАЦ ВИМ  А.В. Соколов



20 апреля 2023 года