

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Виноградова Александра Владимировича на диссертационную работу Осокина Владимира Леонидовича на тему: «Надёжность и эффективность функционирования систем электроснабжения предприятий АПК», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.2 – «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса»

СТРУКТУРА И ОБЪЁМ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы из 296 наименований, 7 приложений. Общий объем диссертации – 486 страниц, в том числе 419 страниц основного текста, 57 рисунков, 29 таблиц.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Развитие систем электроснабжения (СЭС) сельских потребителей приводит к усложнению их структуры. Активно внедряются объекты распределённой генерации (РГ), в том числе на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), системы накопления электроэнергии (СНЭЭ). Эти элементы имеют сложнопрогнозируемый график выработки электроэнергии, зависящий от ресурса ВИЭ, погодных факторов, запаса энергии в СНЭЭ. Таким образом сложно предсказать их коэффициент готовности для осуществления основного, или резервного электроснабжения сельских потребителей. Влияние РГ на показатели надёжности (ПН) систем электроснабжения сельских потребителей слабо изучены. Существующие системы ПН не отражают в полной мере особенности СЭС с РГ. Требуется и теоретическое осмысление СЭС как сложных динамических систем, развивающихся во времени и пространстве, обладающих свойствами, отсутствующими у элементов и связей, их образующих.

Важным является и поставленный в работе вопрос, заключающийся в необходимости поиска рационального решения проблемы управления сельским производством в условиях ограничений электроснабжения в сочетании с решением проблемы управления ограничениями электроснабжения. Решение этого вопроса позволяет сократить ущербы от недоотпуска электроэнергии сельхозпотребителям и в то же время обеспечить устойчивость энергосистемы при возникновении аварийных ситуаций, при дефиците генерирующих мощностей и других случаях необходимости введения ограничений.

Построение систем релейной защиты как одного из средств повышения надёжности СЭС, также требует новых подходов, заключающихся в обосновании структуры системы РЗА и её компонентов. Целью в данном случае является достижение баланса между эффектом защищённости СЭС от аварийных режимов и экономическими вложениями в систему РЗА.

Предложенные в диссертации подходы к пониманию взаимосвязи энергобезопасности и надёжности СЭС позволяют обосновывать новые решения по повышению надёжности не только с точки зрения экономической эффективности, но и с точки зрения обеспечения безопасности людей, производств, страны в целом.

Всё вышеуказанное является обоснованием для расширения понятийного аппарата системы ПН с включением туда таких показателей, как гибкость, безопасность, живучесть, управляемость, экономичность и других. Для новых ПН требуются обоснованные формулировки, методы определения, методики расчёта, учитывающие особенности сложных СЭС, включающих в себя объекты РГ, требования потребителей к СЭС.

Поэтому диссертационная работа Осокина Владимира Леонидовича, выполненная на тему: «Надёжность и эффективность функционирования систем электроснабжения предприятий АПК» является актуальной.

2. Соответствие содержания диссертации цели и объектам исследования, поставленным цели и задачам, принятой программе исследования

В диссертационной работе Осокина В.Л. решена научная проблема адаптации показателей надёжности и принципов управления в СЭС сельских потребителей в условиях усложнения структуры СЭС и включения в неё объектов РГ, ВИЭ и СНЭЭ, что позволило заложить научные основы разработки технических и управленческих решений по сокращению ущербов от внезапных и плановых нарушений режимов электроснабжения; недоотпуска электроэнергии потребителям, повышению надёжности и энергоэффективности СЭС объектов АПК, гибкости и живучести СЭС при аварийных ситуациях.

Целью исследования является разработка новых, развитие и реализация существующих методических рекомендаций, инженерных решений, принципов обеспечения и повышения надёжности СЭС АПК в различных схемно-режимных условиях с временными ограничениями на основе рационального управления активными потребителями, новых технологий энергосбережения, перехода к интеллектуальным электрическим сетям.

Задачи исследования, приведенные в работе, отвечают поставленной цели и содержанию диссертации. Содержание глав и разделов диссертации логически вытекает из поставленных цели и задач, соответствует принятой программе исследования, объектам исследования.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертации сформулированы научные положения, обоснованные результатами выполненных исследований. Результаты представлены в выводах по отдельным главам и работе в целом. Выводы и сделанные

рекомендации обоснованы и соответствуют поставленной цели и задачам, идее работы, при этом не противоречат результатам, опубликованным другими авторами по данной тематике.

4. Новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Новизна полученных в диссертационной работе научных результатов заключается в: постановке, на базе современных методов исследования больших технических систем, задач принятия решений по обеспечению эффективного функционирования СЭС; разработке обобщенного подхода к формированию моделей оценки последствий управления электропотреблением; разработке уточнённой модели функциональных связей потенциально опасных объектов СЭС и потребителей; решении задач оценки надёжности и эффективности СЭС с применением теоретико-множественного представления сложности к СЭС; формулировке новых требований к СЭС, выполнение которых обеспечивает их функционирование в экстремальных режимах; расширении понятийного аппарата ПН электроснабжения за счёт введения показателей гибкости, безопасности, живучести, управляемости, экономичности и других; рекомендациях по определению показателей надёжности СЭС с учётом применения РГ в их составе.

Достоверность, новизна и обоснованность научных положений, выводов и результатов, полученных в диссертационной работе Осокина В.Л., прежде всего, подтверждаются следующим:

- совпадением результатов, полученных теоретически и по итогам экспериментальных исследований;
- широким и многолетним успешным опытом применения предлагаемых решений в электросетевых, сельскохозяйственных и образовательных организациях;
- многочисленными положительными результатами апробации разработанных методов управления энергопотреблением, нормирования надёжности электроснабжения, технико-экономической оценки последствий нарушений электроснабжения.

5. Значимость для науки и практики результатов диссертации и возможные пути её применения

Значение диссертационной работы для науки и практики заключается в развитии теории и разработке методических основ принятия рациональных решений по управлению режимами электропотребления объектов АПК с учётом технико-экономических последствий аварийных и плановых ограничений электроснабжения; разработке обобщённой методики анализа

показателей надёжности СЭС с выделением неработоспособных (частично работоспособных) состояний; разработке модели функциональных связей потенциально опасных объектов в СЭС; получении новых, уточнённых расчётных вероятностей аномальных событий, необходимых при решении задач развития СЭС; дополнении свойства «надёжность» введенными и обоснованными понятиями «живучесть», «уязвимость», «стойкость», «достоверность» и др., необходимыми для оценки действия дестабилизирующих факторов на АПК; разработке методики оценки эффективности внедрения современных систем релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗА), отличающейся возможностью их модернизации и замены; получении новых результатов оценки надёжности и эффективности структурных схем систем РГ с перекрывающимися зонами действия.

Полученные результаты предназначены для использования при проектировании, эксплуатации и управлении СЭС АПК, позволяя увеличивать диапазон регулирования электропотребления при одновременном снижении ущербов от недоотпуска электроэнергии. Реализация предлагаемых методов позволяет обосновывать максимумы нагрузок и возможности их снижения; допустимую длительность и периодичность регулирования, допустимую и целесообразную степень участия потребителей в разгрузке ЭЭС.

Результаты исследований внедрены в филиале ПАО «Россети Центр и Приволжье» – «Нижевоэнерго», Тюменском ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, ФНПЦ АО «НПП «Полет», Министерстве сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области, Министерстве образования и науки Нижегородской области, ООО племенной завод «Большемурашкинский», ГБУ НО «Центр биoutilизации Нижегородской области». Также результаты диссертации используются в учебном процессе Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, Орловского государственного аграрного университета им. Н.В. Парахина, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

6. Оценка содержания диссертационной работы, степень её завершенности и качество оформления

Диссертационная работа Осокина В.Л. содержит теоретические и практические результаты, которые позволяют квалифицировать её как завершённую, самостоятельно выполненную научную работу. Оформление работы соответствует Положению о порядке присуждения ученых степеней.

Во введении обоснована актуальность; сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов; приведены положения, выносимые на защиту, сведения о реализации и апробации результатов.

В первой главе показана актуальность проблемы надёжности и эффективности электроснабжения потребителей в условиях развития

интеллектуальных электрических сетей (ИЭС), систем управления элементами и режимами потребления электроэнергии, а также реструктуризации больших технических систем (БТС).

Во второй главе построена универсальная система множеств понятий для исследования надёжности электроснабжения. Разработаны и уточнены рекомендации по выбору ПН СЭС объектов АПК, расширен понятийный аппарат ПН.

В третьей главе рассмотрены вопросы минимизации последствий от нарушения электроснабжения объектов АПК.

В четвёртой главе изучены особенности расчёта ПН в СЭС, содержащих РГ.

В пятой главе выполняются системные исследования структурных и функциональных связей, интервальных и предельных параметров возможных состояний СЭС и производственной системы.

В шестой главе исследуется влияние длительности отключений в СЭС на функционирование объектов АПК.

В седьмой главе проводится анализ особенностей и предлагается новый подход к оценке и учёту рисков в СЭС АПК, производственных системах АПК.

В заключении приведены итоги исследования, оформленные в виде выводов, в которых сформулированы основные результаты, полученные технико-экономические эффекты и предложения по их использованию. Сформулированы перспективные направления дальнейших исследований.

В главах приведены результаты исследований, подтверждающие положения, выносимые на защиту и выводы диссертации. Диссертация написана в классическом стиле, оформлена в соответствии с существующими требованиями, предъявляемыми к работам подобного типа.

7. Полнота опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях

Основные положения диссертационной работы изложены в 69 научных трудах, среди них 3 монографии и 21 работа в изданиях из Перечня ВАК, в том числе 4 публикации в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Scinse. Получено 8 патентов на изобретения. Публикации в достаточной мере отражают основные результаты приведённых в диссертации исследований.

8. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Содержание автореферата в достаточной мере отражает основные положения, идеи и выводы диссертационной работы. Материалы автореферата дают полное представление о научных результатах, полученных в ходе исследования.

9. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Личный вклад соискателя Осокина В.Л. в разработку научной проблемы состоит в постановке цели и задач исследования, проведении теоретических исследований, разработке и обосновании критериев, методик, обработке полученных результатов, обобщении, научном обосновании и формулировании выводов и рекомендаций, апробации результатов исследований, подготовке публикаций по выполненной работе, написании диссертации.

Личное участие автора подтверждено опубликованными работами, свидетельствами о результатах интеллектуальной деятельности, патентами и апробациями на научных конференциях.

10. Отсутствие в диссертации использования заимствованного материала без ссылок на автора и источник заимствования, результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок соавторов

В диссертации заимствованного материала без ссылок на автора и источник заимствования, результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок соавторов, по мнению оппонента, не содержится.

11. Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа и автореферат Осокина В.Л. соответствуют требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 года.

12. По материалам диссертации имеются замечания:

1. Формулировки не всегда удачны. Например, цель работы сложно воспринимается, неясен конечный намеченный результат. В цели указано «Разработка новых, развитие и реализация существующих методических рекомендаций, инженерных решений, принципов обеспечения и повышения надёжности СЭС АПК...» в определённых условиях. Ставится ли цель повышения надёжности, эффективности, не ясно. В поставленных задачах не всё из указанного в цели прослеживается, например, не ставятся задачи разработки рекомендаций, инженерных решений, принципов. Но есть, например, задачи исследовать возможность..., расширить номенклатуру..., что в цели не прописано.

2. Пункты новизны требуют пояснений. Так, указано: «в уточнении постановки задач принятия решений по обеспечению эффективного функционирования СЭС, базирующихся на современных методах исследования больших технических систем». К чему относится «базирующихся на современных методах исследования больших технических систем»? В другом пункте новизны указано «в выработке критериев требований потребителей к СЭС, обеспечивающих их функционирование в экстремальных режимах». Что понимается под критериями требований потребителей к СЭС? Имеются в виду критерии к требованиям? Требования к СЭС можно выразить как критерии СЭС. Получается, вырабатываются критерии к критериям? Пункт новизны «в рекомендациях по определению работоспособности СЭС, включая перекрывающиеся зоны РГ, с оценкой их надёжности и эффективности». С оценкой надёжности и эффективности чего? РГ? СЭС? Перекрывающихся зон?

3. Пункт 6 положений, выносимых на защиту: «Методика управления надёжностью электроснабжения АПК на основе технико-экономической оценки последствий плановых и внезапных, полных и частичных нарушений электроснабжения, а также оценки последствий изменения режимов электропотребления, позволяющая разрабатывать модели выбора оптимального тарифа и мер для снижения стоимости потребленной электроэнергии». Не ясно как реализуется управление надёжностью за счёт оценки последствий нарушений электроснабжения и мер для снижения стоимости потребленной электроэнергии? Без технических решений?

4. Используются разные обозначения величин при использовании одинаковых терминов. Например, s – сложность системы и S – сложность системы (автореферат, стр. 9). Следует пояснять особенности применения, или конкретизировать термины и обозначения. В то же время используются одинаковые обозначения для разных величин, так α – степень централизации (стр. 55 диссертации), α – относительное число реализованных связей (стр. 56 диссертации), α – вероятность отказа (стр. 145 диссертации). Это затрудняет понимание работы.

5. В выводе 2 указано: «Применение введенных ПН гибкость, безопасность, живучесть, управляемость, устойчивоспособность, экономичность и др. позволят повысить эффективность производства продукции АПК, что приведёт к снижению суммарных затрат». Как может само по себе введение показателей сократить затраты? И не очень удачный термин «устойчивоспособность». Понятие «устойчивость» и обозначает способность системы быть устойчивой. В работе фактически используется именно формулировка «устойчивость».

6. Имеются редакционные замечания. Рисунок 1.2, стр. 49 диссертации (рисунок 1, стр.9 автореферата) оформлены не вполне корректно. В частности, паразитные каналы показаны дважды в одной и той же зоне (РЗА). Не ясно, зачем они продублированы и с какой ещё зоной имеют связь. То же замечание, в части дублирования, касается и аварийных воздействий. К тому же описание связей не совпадает с изображением на рисунке. Это

затрудняет понимание представленной информации. Формула 1.3, стр. 55 диссертации, требует пояснений. В ней определяемой α_i (степень централизации) зависит само от себя. Не ясно, как возможно воспользоваться на практике данной формулой. Название таблицы 3.3 (стр. 131 диссертации) некорректно. Сопоставление его с содержанием таблицы может дать неверное мнение о том, что химическая, лесная промышленность, машиностроение и ряд других структурно входят в отрасли промышленных производств АПК. Рисунок 5.4 (стр. 218 диссертации) не читается. В двух показанных областях текст не завершён.

7. Выполнена большая работа по адаптации существующих и введению новых понятий в теории надёжности. Следовало бы более чётко сформулировать исследуемые понятия, их количественные и качественные характеристики. Это можно было бы сделать в виде таблицы. Также следовало привести примеры их использования для расчётов ПН конкретных объектов, СЭС. В приведённых в диссертации примерах в основном используются классические понятия ПН.

8. Среди поставленных проблемных вопросов совместного управления ЭЭС и ГУ РГ (стр. 113 диссертации) отмечено возрастание значений токов КЗ в сетях среднего и низкого напряжения при использовании в них ГУ РГ. Однако здесь следовало бы более чётко обозначить проблему. Дело в том, что значение токов КЗ возрастает на одних и снижается на других участках электрической сети ЭЭС в зависимости от расположения ГУ РГ. И это может приводить к неправильной работе РЗА и ПА ЭЭС.

9. На странице 153 диссертации приводятся данные по проценту неправильных действий РЗА на разной элементной базе. Однако источник, из которого взяты данные, имеет датировку 2002 годом. За время с 2002 года происходило совершенствование РЗА на базе микроконтроллеров, микропроцессоров. Поэтому было бы правильнее использовать данные последних лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая объем выполненных исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа Осокина В.Л. представляет собой актуальное, законченное, самостоятельно и на достаточном научном уровне выполненное исследование, направленное на решение научной проблемы адаптации показателей надёжности и принципов управления в СЭС сельских потребителей в условиях усложнения структуры СЭС и включения в неё объектов РГ и СНЭЭ. Предложенные в диссертации решения позволяют заложить научные основы разработки управленческих и технических решений по сокращению ущербов от недоотпуска электроэнергии потребителям, повышению надёжности и энергоэффективности СЭС объектов АПК, устойчивости энергосистемы при аварийных ситуациях. Работа вносит вклад в теорию и практику повышения эффективности систем электроснабжения сельских потребителей.

Поставленные вопросы и замечания не снижают ценности проведенных исследований. Диссертация соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Осокин Владимир Леонидович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент
главный научный сотрудник лаборатории
электроснабжения, электрооборудования
и возобновляемой энергетики
ФГБНУ «Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ»

109428, г. Москва,
1-й Институтский проезд, д. 5.
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ
Телефон: 8 (920) 287-90-24
E-mail: winaleksandr@gmail.com


Виноградов А.В.
02.09.2025 г.
подпись

Подпись, ученую степень и ученое звание
Виноградова Александра Владимировича
удостоверяю:




А.В. Еузии

вх. 15.09.2025 г.