

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по программам развития
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
к.т.н., доцент



Хробостов А.Е.

«30» сентября 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева" (ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева) на диссертационную работу Осокина Владимира Леонидовича **«Надёжность и эффективность функционирования систем электроснабжения предприятий АПК»**, представленную к защите в диссертационный совет 72.016.02 на базе ГБОУ ВО НГИЭУ на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.2. – электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

На отзыв ведущей организации представлены материалы:

- диссертация общим объемом 486 стр., состоящая из введения, семи глав, заключения, библиографического списка из 296 наименований, семи приложений. Основной текст диссертационной работы изложен на 419 стр.;
- автореферат диссертации объемом 38 стр., где дана общая характеристика работы, приведены основные результаты и выводы.

Представленные материалы в полной мере раскрывают суть диссертации и дают возможность оценить и квалифицировать ее с точки зрения научной и практической значимости на соответствие требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

1. Актуальность темы исследований

Актуальность темы диссертации обусловлена непрерывным прогнозированием, проектированием, развитием и эксплуатацией систем электроснабжения (СЭС) предприятий АПК, обеспечением их требуемым уровнем надежности электроснабжения.

Как правило, управленческие решения по реконструкции и развитию СЭС предприятий АПК принимаются и реализуются в условиях недостаточной или полного отсутствия необходимой для этого информации.

С учетом стратегии нашей страны на цифровизацию, внедрение распределенных энергетических ресурсов (РЭР), в том числе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также систем накопления электроэнергии (СНЭЭ) требуется совершенствование методической базы, способов оценки, повышения надежности и эффективности функционирования СЭС предприятий АПК. Поэтому тема диссертационного исследования Осокина В.Л., целью которой 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 электроэнергетическим системам (ЭЭС), несомненно является актуальной.

2. Новизна исследований и полученных результатов

Цель и задачи диссертации полностью сформулированы и определяют структуру работы. Для достижения цели исследования предлагается решить задачи, постановка которых определяется на основе анализа особенностей СЭС предприятий АПК, разработки новых методов оценки, а также повышения надежности и эффективности электроснабжения.

Научная новизна заключается в разработке и модернизации математических моделей, методов расчета и методик повышения эффективности и надежности функционирования СЭС предприятий АПК, в частности:

- применении современных методов исследования больших технических систем для повышения эффективности функционирования СЭС;
- разработке моделей оценки последствий управления электропотреблением и уточнённой модели функциональных связей потенциально опасных объектов СЭС и потребителей;
- формировании теоретико-множественного представления сложности к современным СЭС предприятий АПК при решении задач оценки их надёжности и эффективности;
- в определении условий функционирования СЭС в экстремальных режимах и разработке требований по обеспечению устойчивого функционирования предприятий АПК;
- выработке и исследовании рекомендаций по определению работоспособности СЭС, включая перекрывающиеся зоны распределенной генерации, с оценкой их надёжности и эффективности.

3. Теоретическая и практическая значимость и реализация результатов

Разработанная на основе теоретико-множественного представления сложности больших технических систем методика описания современных СЭС предприятий АПК позволяет достоверно представлять СЭС как сложные динамические системы за счет учета множества самых нежелательных исходов внезапного, планового, полного, частичного нарушений электроснабжения исследуемого объекта, стоимостных и временных ограничений.

Применение введенных показателей надежности, таких как гибкость, безопасность, живучесть, управляемость, устойчивоспособность, экономичность и др., позволяет повысить эффективность производства продукции АПК, что приведет к снижению суммарных затрат.

Предложенная методика оценки надежности в экстремальных ситуациях СЭС позволяет учитывать факторы, обусловленные развитием и эксплуатацией РЭР, и свидетельствует об усложнении всех операций управления СЭС предприятий АПК. Методика оценки надёжности и результаты расчетов позволяют определить рациональный состав оборудования РЭР, что ведет к снижению потерь АПК и обеспечению требуемых показателей надежности СЭС за счет координации оперативно-диспетчерского управления и учета интересов всех владельцев генерирующих установок.

Реализованный анализ возможностей производственных систем и предложенная методика прогнозирования их технического состояния позволяют обеспечить гарантированную надежность плановых и договорных показателей их функционирования, а рациональный выбор режима работы технологических установок обеспечивает рациональное решение задач управления электропотреблением и энергосбережения.

Обоснованы методы формализованного представления производственных систем предприятий АПК, а также экономико-математических моделей анализа последствий нарушений функционирования потребителей при отказах в СЭС. Отмечено, что при управлении электропотреблением его возможности определяются соотношением количества и (или) мощности активных и защитных элементов потребителей, используемых для управления электропотреблением; количеством элементов, ответственных за сбор и обработку исходной информации; связями элементов ПС и систем контроля и управления.

Доказано, что при отсутствии (малом объёме) статистической информации о последствиях нарушений нормального режима электроснабжения предприятий АПК необходимо наряду с экспертными методами использовать уточняющие процедуры, основанные на информации лиц, принимающих решение, и байесовском подходе. Помимо того, обстоятельства могут оказаться чрезвычайно неблагоприятными, а защитой могут быть только механизмы страхования.

4. Обоснованность и достоверность результатов научных исследований

Достоверность и обоснованность научных результатов диссертации обеспечена системной проработкой проблемы, корректностью поставленных задач и математических моделей их решения, соответствием законам электротехники, соответствием теоретическим положениям и результатам внедрения. Теоретические положения и практические выводы подтверждаются сходимостью с общей теорией систем, результатами эксперимента и исследованиями других авторов. Эффективность работы подтверждена актами внедрения.

5. Апробация и публикации результатов диссертационной работы

Основные положения диссертации, а также отдельные ее части и результаты исследований докладывались и обсуждались на 16 международных и Всероссийских конференциях, а также научных семинарах.

По теме диссертации опубликовано 69 научных работ общим объемом 182,19 п. л., в том числе авторских – 73,37 п. л., из них 3 монографии и 21 работа в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, в том числе 4 публикации в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, получено 8 патентов на изобретения.

6. Анализ содержания диссертации

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 отмечается актуальность рассмотрения проблемы надёжности и эффективности электроснабжения потребителей в условиях усложнения СЭС, систем управления элементами и режимами потребления электроэнергии, а также реструктуризации больших технических систем.

Развитие понятия надёжности электроснабжения предприятий АПК связано с: необходимостью учёта детерминированных и вероятностных показателей наступления полного или частичного нарушения электроснабжения; отсутствие объективной классификации опасных и вредных факторов природного, техногенного и внутреннего характера, влияющих на состояние СЭС; отсутствие детерминированных, вероятностных и даже нечётких знаний об опасностях и их последствиях; неполнота качественного и множественно-параметрического описания событий «безопасность – опасность».

С использованием теоретико-множественного подхода показано, что электротехнический комплекс ЭЭС–СЭС–потребитель представляет собой сложную

развивающуюся динамическую систему, обладающую свойствами, отсутствующими у элементов и связей их образующих.

Во второй главе обосновывается необходимость расширения надёжных свойств интеллектуальных систем электроснабжения потребителей АПК.

Доказано, что наиболее полно надёжность электротехнического комплекса характеризуется потоками отказов элементов в сочетании с функциями распределения глубины и длительности отключения (ограничения) потребителей и ущерба. Поскольку не существует единства мнений об универсальной системе показателей надёжности СЭС, исследована система множеств понятий надёжности. Результаты аналитического обзора зарубежных показателей надёжности при управлении режимами электроснабжения АПК показали, что рассматривать их без учёта числовых характеристик статистических распределений недостаточно.

Обосновано, что при оценке показателей надёжности необходимо учитывать концептуальные понятия: множественность, взаимосвязь причин и следствий, изменчивость, случайность, условность моделей, влияние человеческого фактора.

С учетом усложнения структуры СЭС предприятий АПК, разных типов и мощности объектов РЭР, в том числе ВИЭ, СНЭЭ выполнено уточнение понятий «маневренность», «мобильность», «гибкость», поскольку задача технологически и экономически оптимального управления РЭР должна реализоваться с учётом маневренности, мобильности, гибкости, компенсации нестабильности с целью обеспечения баланса спроса и выработки электроэнергии.

В третьей главе обсуждаются вопросы минимизации последствий отказов от нарушения работы электротехнических комплексов, включая системы жизнеобеспечения и инфраструктуру, имеющую значение для функционирования предприятий АПК.

В случае редких событий погрешность статистических моделей оценки малых вероятностей резко увеличивается из-за малого количества, неопределённости, недостоверности ретроспективной информации, что не позволяет получить эффективные, несмещённые и состоятельные статистические оценки.

Рассматривается оценка эффективности внедрения современных систем релейной защиты и автоматики с учетом предотвращенных ими ущербов. Предлагается применение теории игр для планирования поэтапной реконструкции релейной защиты при ограниченном бюджете с минимальными рисками.

В четвертой главе исследуются варианты оценки надёжности и эффективности структурных схем систем электроснабжения предприятий АПК при наличии источников распределённой генерации. При этом обсуждаются условия обеспечения работоспособности простейших структур СЭС предприятий АПК, анализируются системы распределённой генерации с перекрывающимися зонами действия, проводится оценка их эффективности, а также рассматриваются иллюстративные примеры

ориентировочной оценки эффективности функционирования систем распределенной генерации.

Пятая глава посвящена системным исследованиям структурных и функциональных связей, интервальных и предельных параметров возможных состояний СЭС и производственной системы. Взаимные интересы энергоснабжающих организаций и производственных систем определяют результирующую эффективность функционирования: для энергоснабжающих организаций, связанную с прибылью от повышения эффективности оборудования и снижения затрат на топливо; для производственных систем, связанную с эффектом сокращения электропотребления.

В зависимости от режима и структуры технологических связей производственных систем выделены два класса: с не изменяющимся после воздействия ЭЭС состоянием режимов и связей; с возможностью изменения состояния после воздействия ЭЭС (исключение, минимизация последствий).

Применение системного подхода для рационального управления электропотреблением означает, что потребитель рассматривается не только во взаимосвязи с СЭС, но как самостоятельная система. Это возможно при чёткой формализации задач управления электропотреблением в нормальных и аварийных режимах с учётом активных элементов, к действиям которых относятся: поддержка технологического процесса производственной системы и его СЭС; изменение состояния технологического процесса производственной системы и его СЭС; оценка ущерба при изменении режима электроснабжения; оценка ущерба при изменении управляющих воздействий и переходе производственной системы в другое состояние; организация управления технологическим процессом, режимом СЭС и оценка последствий.

В шестой главе исследуются технико-экономические вопросы оценки надёжности электроснабжения предприятий АПК.

Обсуждаются технико-экономические аспекты управления надёжностью электроснабжения в современных условиях. В частности, устанавливается, что опасным является не только факт внезапного (преднамеренного) отключения элементов СЭС, а его длительность. Исходя из конкретных условий работы и характера выполняемых функций каждого участка производственной системы определяется предельно допустимая длительность простоя. Если энергоснабжающая организация предлагает потребителю тарифное меню, учитывающее надёжность, то для принятия решений по выбору тарифа ему требуется информация о частоте, длительности отключений объектов производственной системы, отключаемой мощности, вероятности срыва плановых (договорных) обязательств.

Дополнительно в ходе изложения материала главы рассматриваются вопросы организация мониторинга последствий управления надёжностью электроснабжения.

В седьмой главе анализируются особенности и предлагается подход к решению задачи оценки и учёта рисков в электротехнических комплексах. Актуальными сейчас

являются вопросы устойчивости, адаптации к новым условиям, обеспечения перспективной надёжности и безопасности СЭС. В область интересов менеджмента электроэнергетических компаний входят составляющие рискового профиля: реорганизации; неопределенность условий деятельности; нестабильность технологических параметров; частые и существенные изменения «правил игры» на рынках; увеличение рисков при рыночном ценообразовании; снижение качества ремонтов. Интеллектуализация привела к появлению рисков кибератак на системы управления и контроля.

Поэтому в главе обсуждаются вопросы: формирование риска в задачах управления режимами электроснабжения; оценка рисков; управление рисками при обеспечении надёжности и безопасности; раскрываются риски территориальных сетевых организаций; предлагается методика оценки технологического риска.

В заключении сформулированы выводы, которые соответствуют поставленной цели и задачам, решаемым в диссертационной работе.

7. На обсуждение предлагается вынести следующие вопросы и замечания по содержанию диссертационной работы:

1. В главе 2 (стр. 75, 90 диссертации, стр. 11 автореферата) автор справедливо отмечает, что существующие базовые и интегральные показатели надёжности не учитывают характеристики их статистических распределений. Однако для формирования таких статистических распределений требуется достаточно большая выборка данных, которую осуществить в изменяющихся условиях эксплуатации практически невозможно.

Каким образом предлагается формировать указанные вероятностные распределения? Как сопоставлять статистические распределения между собой для оценки трендов надёжности систем электроснабжения, если статистические распределения будут многопараметрическими?

2. Выражение (2.49) диссертации (выражение (7) автореферата) показывает, что решение задач надёжности достигается нахождением результатов в пределах определенного диапазона.

Каким образом выбирать границы этих диапазонов с учетом различных функций распределения случайных событий, наличия их несимметричности и других факторов?

3. Сопоставление вероятностных результатов оценки показателей надёжности возможно и целесообразно в стационарных условиях функционирования систем электроснабжения предприятий АПК. Однако с учетом развития и реконструкции систем электроснабжения требуется указать условия, когда может происходить нарушение стационарности процессов.

Каким образом сопоставлять результаты оценки показателей надёжности на разных этапах развития систем электроснабжения предприятий АПК?

4. В главе 3 (стр. 128, 135 диссертации, стр. 13 автореферата) автор непосредственно связывает энергетическую безопасность предприятий АПК с минимизацией отказов от нарушения работы электротехнических комплексов. Несомненно, минимизация отказов оборудования является важнейшим условием обеспечения энергетической безопасности, однако понятие безопасности является более широким и характеризуется состоянием защищенности от угроз надежному электроснабжению. Под угрозами энергетической безопасности, как правило, понимается совокупность условий и факторов, создающих экстремальные ситуации в системах электроснабжения потребителей.

Например, в условиях существенных отклонений показателей качества электрической энергии от нормативных значений отказов оборудования не происходит, но создаются экстремальные условия, в частности, когда выпуск качественной продукции предприятием АПК невозможен или, когда ресурс работы электроприемников быстро сокращается.

5. В главе 3 (стр. 149 диссертации, стр. 14 автореферата) рассматривается целесообразность мероприятий по повышению объема (модернизации) РЗА. Справедливо отмечается, что выбранному варианту РЗА соответствуют прогнозные ущербы потребителей и сетевой организации. Однако методики оценки указанных ущербов не приводятся. Каким образом, по мнению автора, целесообразно оценивать такие ущербы?

6. На стр. 291, рис.6.1 диссертации (стр. стр. 26, рис.8 автореферата) приведена последовательная технологическая схема производства, включающего накопители. Говорится, что время использования накопителей случайная величина с плотностью вероятностей, соответствующей логарифмически нормальному, равномерному или β – распределению в зависимости от производственного процесса потребителя электроэнергии.

Автору следует пояснить, почему выбраны только указанные типы статистических распределений? Могут ли они изменяться в процессе, например, реконструкции производства?

7. В главе 6 на стр. 306 диссертации (стр. 27 автореферата) речь идет о несовершенстве тарифной системы. Справедливо отмечено, что переход из пиковой дневной зоны в другие зоны способствует эффективности электроснабжения. Однако известно, что график нагрузки потребителя отвечает условиям стохастического процесса.

Каким образом следует учесть эти вероятностные условия при формировании тарифного меню? Насколько могут быть велики риски оценки эффективности без учета вероятностных факторов?

8. Почему в главе 7 выбран в качестве критерия максимин Вальда для принятия решений в условиях неопределённости?

Поскольку, говоря об эффективности или риске, целесообразно оценивать эффект на определенном временном интервале, а не при единичных решениях, может было бы

более справедливо применять в качестве критерия, например, минимум среднего риска на этом временном интервале?

Представленные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и ее практической значимости.

8. Заключение

Диссертация Осокина Владимира Леонидовича на тему «Надёжность и эффективность функционирования систем электроснабжения предприятий АПК» является законченной научно-квалификационной работой, в которой с новыми научными и практическими результатами решены актуальные задачи, связанные с повышением надежности и эффективности электроснабжения предприятий АПК.

Все разделы диссертации взаимосвязаны и отвечают поставленной цели. Диссертацию характеризует внутреннее единство по существу представленного материала, хороший уровень изложения и качество оформления. Опубликованные работы, автореферат, а также выступления автора на научных конференциях и семинарах достаточно полно отражают содержание диссертационной работы, ее основные положения и выводы.

Диссертация Осокина В.Л. соответствует паспорту научной специальности 4.3.2. «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса» по следующим пунктам:

П.8. Способы и технические средства передачи и распределения электроэнергии, принципы построения сельских электрических сетей и их компонентов, надежность и качество электроснабжения, средства мониторинга, автоматизации и интеллектуализации электроснабжения.

П.11. Прогноз потребности, развития и состояния энергоресурсов и их потребителей в АПК, мероприятия по их рациональному использованию. Анализ эволюции технических средств и электротехнологий в энергообеспечении АПК. Техноико-экономические основы стандартизации по энергообеспечению объектов АПК и социальной сферы на селе.

П.12. Система эксплуатационного обслуживания сельских электрических сетей и электрооборудования предприятий АПК.

Диссертационная работа полностью отвечает всем требованиям и критериям п. 9 - 14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 11.09.2021), предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

На основании изложенного считаем, что представленную диссертационную работу по уровню научной новизны, значимости теоретических и практических результатов,

разработанных и внедрённых автором, можно квалифицировать как решение крупной научной задачи, имеющей важное хозяйственное значение.

Автор диссертации Осокин Владимир Леонидович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.2. - «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

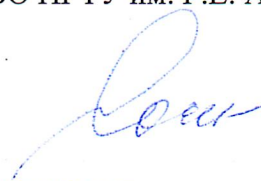
Отзыв на диссертацию Осокина В.Л. на тему «Надёжность и эффективность функционирования систем электроснабжения предприятий АПК» составлен профессором кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, доктором технических наук, профессором Сосниной Еленой Николаевной, обсуждён и одобрен на заседании кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 1 от «02» сентября 2025 г.

Заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, кандидат технических наук, доцент



Севостьянов Александр Александрович

Профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, доктор технических наук, профессор



Соснина Елена Николаевна

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Почтовый адрес: 603155, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

Телефон: +7 (831) 436-23-25; факс: +7 (831) 436-94-75; e-mail: nntu@nntu.ru

web-сайт: <https://www.nntu.ru/>

« 30 » сентября 2025 г.

*Актиски Севостьянов А.А., Сосниной Е.Н. заверено.
Г. диспетчер М.А. Марунов М.А.*



вх. 09.10.2025г.