

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.017.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ СИСТЕМ
ЭНЕРГЕТИКИ ИМ. Л.А. МЕЛЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.01.2020 г. № 4

О присуждении Суслову Константину Витальевичу, гражданину
Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация **“Модели и методы комплексного обоснования
развития изолированных систем электроснабжения”** по специальности
05.14.02 – “Электрические станции и электроэнергетические системы”
принята к защите 17 октября 2019 г. (протокол заседания № 13)
диссертационным советом Д 003.017.01, созданным на базе Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Институт систем
энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии
наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130, создан приказом Минобрнауки
России №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель **Сулов Константин Витальевич**, 1970 года рождения. В 1992
году окончил Иркутский политехнический институт по специальности
“Электропривод и автоматизация промышленных установок”. Диссертацию
на соискание ученой степени кандидата технических наук “Исследование
механизма флотационного разделения минеральных частиц в колонных
аппаратах с нисходящим пульпо-воздушным потоком” по специальности
05.15.08. – “Обогащение полезных ископаемых” защитил в 1998 году в

диссертационном совете Д 063.71.01, созданном на базе Иркутского государственного технического университета.

Работает заведующим кафедрой электроснабжения и электротехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Иркутский национальный исследовательский технический университет”, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре электроснабжения и электротехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Иркутский национальный исследовательский технический университет”.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук Воропай Николай Иванович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, – научный руководитель института.

Официальные оппоненты:

Паздерин Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования “Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина”, кафедра автоматизированных электрических систем, заведующий кафедрой;

Пантелеев Василий Иванович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования “Сибирский федеральный университет”, кафедра “Электротехнические комплексы и системы”, заведующий кафедрой;

Папков Борис Васильевич, доктор технических наук, профессор, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Нижегородский государственный инженерно-экономический

университет”, кафедра “Электрификация и автоматизация”, профессор, **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования “Петербургский энергетический институт повышения квалификации”, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой “Диагностика и управление техническим состоянием энергетического оборудования”, доктором технических наук, профессором Таджибаевым Алексеем Ибрагимовичем, утвержденном ректором Федерального государственного автономного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования “Петербургский энергетический институт повышения квалификации” доктором технических наук, профессором Назарычевым Александром Николаевичем, подчеркнула научную новизну исследований, соответствие содержания диссертации паспорту специальности, личный вклад автора, достоверность результатов, отметила участие диссертанта в международных и российских конференциях, наличие статей, входящих в текущий перечень ВАК и наличие публикаций, проиндексированных наукометрическими базами в Scopus и Web of Science. Отмечается, что автореферат и текст диссертации хорошо структурированы, обладают логичностью изложения и внутренним единством. По объему, оформлению и структуре диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук. Сделано заключение, что диссертационная работа Суслова Константина Витальевича "Модели и методы комплексного обоснования развития изолированных систем электроснабжения" отвечает всем требованиям и критериям действующего Постановления Правительства РФ N 842 от 24.09.2013 г. "О порядке присуждения ученых степеней", которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Также диссертация удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 "Положения о

присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства РФ N 842 от 24.09.2013 г. с изменениями, внесенными 01.10.2018 г., предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Автор диссертации, Суслов Константин Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.02 – "Электрические станции и электроэнергетические системы".

Заключение ведущей организации содержит следующие замечания:

1. Автором предлагается использовать предложенную методологию обоснования развития для изолированных систем электроснабжения, расположенных в суровых климатических условиях. В работе не сказано, возможно ли ее применение для изолированных систем с иными климатическими условиями, и в чем будут состоять особенности ее применения именно для иных условий.

2. Не совсем корректно ограничивать рассматриваемый период развития изолированной системы сроком в 10 лет.

3. Представляется неудачным термин: продолжительность периода функционирования генератора в год (стр. 80).

4. В главе 8 автором предлагается математическая модель динамической нелинейной системы типа "вход-выход" в виде полинома Вольтерра N -ой степени. Не совсем понятно, в чем преимущество данной модели в сравнении с системой дифференциальных уравнений ветроустановок.

Соискатель имеет 305 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 65 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 60 работ. 22 работы опубликованы в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК, 38 - в изданиях индексируемых наукометрическими базами Scopus и Web of Science (в том числе 2 переводные статьи из изданий, рекомендованных ВАК), 5 коллективных монографиях, получены 8 свидетельств о государственной регистрации

программ для ЭВМ и 1 патент на полезную модель. Вклад диссертанта в подготовку статей оценивается как основной. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Заимствования, не отмеченные ссылками, отсутствуют.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Степанов, В.С. Возможности регулирования режима собственного электропотребления промышленного предприятия и технико-экономические предпосылки их реализации / В.С. Степанов, **К.В. Суслов**, Е.В. Козлова // Промышленная энергетика. - 2013. - № 6. - С.2-9.
2. Воропай, Н.И. Модель режимной надежности “активных” распределительных электрических сетей / Н.И. Воропай, З.А. Стычински, И.Н. Шушпанов, Ч.Ш. Фам, **К.В. Суслов** // Известия Российской академии наук. Энергетика. - 2013. - № 6. - С.70-79.
3. Воропай, Н.И. Оптимизация суточных графиков нагрузки активных потребителей / Н.И. Воропай, З.А. Стычински, Е.В. Козлова, В.С. Степанов, **К.В. Суслов** // Известия Российской академии наук. Энергетика. - 2014. - № 1. - С.84-90.
4. Сокольникова, Т.В. Определение оптимальных параметров накопителя для интеграции возобновляемых источников энергии в изолированных энергосистемах с активными потребителями / Т.В. Сокольникова, **К.В. Суслов**, П. Ломбарди // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2015. - № 10. - С.206-211.
5. Солодуша, С.В. Построение интегральной модели на примере динамики ветроэнергетической установки / С.В. Солодуша, Д.О. Герасимов, **К.В. Суслов** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. - 2015. - Т. 8. - № 4. - С.40-49.
6. Герасимов, Д.О. Разработка алгоритма функционирования системы управления ветроэнергетическими установками / Д.О. Герасимов,

С.В. Солодуша, **К.В. Суслов** // Известия Российской академии наук. Энергетика. - 2016. - № 6. - С.68-78.

7. Lombardi, P. Isolated power system in Russia: A chance for renewable energies? / P. Lombardi, T. Sokolnikova, **K. Suslov**, N. Voropai, Z.A. Styczynski // Renewable Energy. – May 2016. - Vol. 90. – P.532–541.

8. **Суслов К.В.** Развитие систем электроснабжения изолированных территорий России с использованием возобновляемых источников энергии / **К.В. Суслов** // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2017. - Т. 21. - № 5 (124). - С.131-142.

9. **Суслов, К.В.** Современные подходы к оценке качества электрической энергии / **К.В. Суслов**, Н.Н. Солонина, Д.О. Герасимов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. - 2017. - Т. 19. - № 7-8. - С.85-93.

10. Воропай, Н.И. Задачи обоснования развития “активных” систем электроснабжения / Н.И. Воропай, **К.В. Суслов** // Промышленная энергетика. – 2018 - №1 – С.2-6.

На диссертацию и автореферат поступило 17 отзывов, 16 отзывов положительные, в них отмечают актуальность работы, ее практическую значимость, научную новизну. Один отзыв отрицательный.

1. От **Федотова Александра Ивановича**, доктора технических наук, профессора, ведущего научного сотрудника Инжинирингового центра Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “**Казанский государственный энергетический университет**”. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. При использовании в качестве источников мощности газопоршневых энергоустановок для промышленного электроснабжения применение накопителей обязательно в силу высокой чувствительности энергоустановок к набросам и сбросам нагрузки. В автореферате не выделен этот момент: как решается вопрос выбора мощности накопителей для динамических (неаварийных) режимов по условиям выдерживания нормативных показателей качества

электроэнергии?; 2. На рисунках 6 - 9 автореферата приведены варианты схем активной распределительной сети. Их отличия между собой заключаются в реализации взаимного резервирования. Из постановки задачи не ясно: количество источников генерации и их размещение заранее заданы, после чего уже схемным резервированием распределительной сети решается проблема надежности? Или же они могут изменяться в зависимости от оптимальных затрат на обеспечение надежности, что подразумевает и изменение схем? Т.е. могут ли на схемах рисунков 6 - 9 появиться дополнительные источники мощности в рамках используемой методологии?; 3. На странице 23 автореферата написано, что “предложена схема интеллектуального счетчика”. Далее из текста не понятно, имеется ли в виду аппаратная реализация собственно в счетчиках новых функций, использующих параметры режима удаленных точек сети, или же используются уже существующие интеллектуальные счетчики и соответствующие измерения в разных узлах сети после их пересылки подвергаются обработке централизованно?

2. От **Грачёвой Елены Ивановны**, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры Электроснабжение промышленных предприятий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “**Казанский государственный энергетический университет**”. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. В таблице 1 требует пояснения значение времени восстановления с учетом режимов для 4 варианта - 1, 10225 с, которое оказалось втрое больше значений времени для других вариантов; 2. В таблице 3 величина граничного ущерба для вариантов 2 - 1 равна -162,93 руб/кВт·ч. Целесообразно ли сравнение таких вариантов?

3. От **Клюева Романа Владимировича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой “Электроснабжение промышленных предприятий” Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “**Северо-Кавказский**

горно-металлургический институт (государственный технологический университет)”. Отзыв содержит замечания: 1. В автореферате следовало более подробно остановиться на общей схеме использования идеологии метода декомпозиции Бендерса (рис.2, стр. 13); 2. Интересным представляется использование полученных автором результатов при анализе различных возобновляемых источников электроэнергии помимо ветрогенератора (стр. 27).

4. От Славинского Александра Зиновьевича, доктора технических наук, генерального директора ООО “Завод “Изолятор”. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. В автореферате диссертации недостаточно подробно изложена методика использования идеологии метода декомпозиции Бендерса; 2. Возможно ли использование источников распределенной генерации при применении методики оценки и обеспечения надежности в схемах, представленных на рисунках 6-9 автореферата?

5. От Лукутина Бориса Владимировича, профессора, доктора технических наук, профессора Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики Национального исследовательского Томского политехнического университета. Отзыв содержит замечание: Из автореферата не ясно, возможно ли применение методики, предложенной автором, для различных изолированных территорий, в том числе расположенных не только в суровых климатических условиях.

6. От Фёдорова Владимира Кузьмича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры “Электроснабжение промышленных предприятий” Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Омский государственный технический университет” и Рысева Павла Валерьевича, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры “Электроснабжение промышленных предприятий” Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования “**Омский государственный технический университет**”. Отзыв содержит замечания: 1. В автореферате большое внимание уделено источникам генерации на базе возобновляемых источников энергии. Однако, в нефтегазодобывающей отрасли очень популярно использование газотурбинных установок (которые достаточно часто являются изолированными системами электроснабжения). Оценивал ли автор в рамках своей работы применение газотурбинных установок как источника питания для изолированных систем электроснабжения?; 2. Из представленных алгоритмов неясно, как в них учитываются трудно формализуемые параметры, такие как: пожелания заказчика по параметрам и набору электрооборудования, климатические и геологические условия, удалённость размещения возобновляемых источников энергии от мест производства электроэнергии; 3. Из текста автореферата не следует ответ на вопрос, какой максимальный порядок математических моделей ЭЭС с ВИЭ можно исследовать по предложенной автором методике; 4. По тексту автореферата достаточно часто встречаются ссылки на методы, разработанные другими авторами. Поэтому достаточно трудно отделить результаты автора от результатов других исследователей, что затрудняет оценку результатов автора.

7. От **Гольдштейна Валерия Геннадьевича**, профессора кафедры “Автоматизированные электроэнергетические системы”, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “**Самарский государственный технический университет**”, доктора технических наук, профессора, **Кубарькова Юрия Петровича**, профессора кафедры “Электрические станции”, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “**Самарский государственный технический университет**”, доктора технических наук, доцента. Отзыв содержит замечания: 1. На стр. 26, 70 и др. (здесь и далее по тексту диссертации) названы возможные источники электроэнергии изолированных ЭС. Констатируя трудности доставки

топлива в районы дислокации таких ЭС, автор практически не рассматривает перспективные газотурбинные и газопоршневые установки (ГТУ, ГПУ), ограничиваясь краткой информацией об их структурных схемах (стр.187, 188, рис. 6.12, 6.13). При наличии значительных запасов газа в названных районах ГТУ и ГПУ представляют наибольший интерес с точки зрения очевидной конкурентной возможности их использования вместо дизельных генераторов; 2. Автор в качестве критерия оптимизации записывает на стр. 80 - 83 диссертационной работы громоздкие выражения 2.1, 2.2 и, особенно, 2.4 для “ ... итоговой целевой функции развития изолированной системы электроснабжения ... “. Эти выражения представляют собой расширенные до отдельных деталей варианты известного в проектировании электрических сетей и систем функционала приведенных затрат (ФПЗ), только с другой системой обозначений и другой организацией расчета многокомпонентных ЭС, которые отличаются от того, к чему привыкли наши специалисты. Не умаляя значения принципов оптимизации, предложенных М. Шахидепуром [271 – ссылка по библиографическому списку диссертации] и названных автором “основополагающими” (1 абзац раздела 2.2, стр. 80), можно констатировать, что они, по существу, являются научно-практическим применением идеи минимизации ФПЗ; 3. Рекомендации о емкости накопителей на стр. 115 - 116 и рис. 3.3 диссертации сформированы для частной изолированной системы, но претендуют на ее определение в общем виде.

8. От **Беляева Андрея Николаевича**, профессора высшей школы электроэнергетических систем Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования **“Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого”**, доктора технических наук. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. Идеология создания активных распределительных сетей предполагает, что небольшие источники распределенной генерации, особенно возобновляемые, для повышения надежности электроснабжения могут располагаться в непосредственной

близости от потребителя, например, на шинах П 14 (рис. 6-9, стр. 18). Как изменится представленная в работе методология в этом случае?; 2. Специфика горно-обогатительного комбината, который используется в работе в качестве тестового примера, предполагает наличие мощной двигательной нагрузки с возможными проблемами ее опрокидывания, лавины напряжения и т. п. Каким образом представлена нагрузка в динамической модели изолированной СЭС, показанной на рис. 14 (стр. 25)?; 3. На стр. 27 упоминается возможность разработки системы управления для обеспечения необходимого уровня напряжения и частоты в энергосистеме. Каким образом она может быть реализована в активной изолированной СЭС?

9. От **Рахманова Наримана Рахмановича**, главного научного сотрудника отдела “Режимы и проблемы управления энергосистем” **Азербайджанского Научно-Исследовательского и Проектно-Изыскательского Института Энергетики**, Заслуженного энергетика, Заслуженного деятеля науки Азербайджана, доктора технических наук, профессора. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. В реальных условиях выработка мощности ветро и солнечными PV установками, а также мощность нагрузки системы РГ имеют стохастический характер. В связи с этим возникает вопрос: каким образом достигается выполнение условия равенства в ограничении (5)? Кроме того, учет случайного характера изменчивости $P_{\text{нагр}}(t)$, $P_{\text{вг}}(t)$, $P_{\text{фэ}}(t)$ (1) позволит установить вероятностную оценку превышения мощности $[P_{\text{нагр}}(t) + P_{\text{вг}}(t) + P_{\text{фэ}}(t)]$ мощности минимальной нагрузки; 2. Насколько возможна техническая реализация предложенной динамической модели ветроустановки для регулирования напряжения и частоты в РГ с ветроустановками.

10. От **Удинцева Дмитрия Николаевича**, доцента кафедры Электроэнергетических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “НИУ “МЭИ”, доктора технических наук, доцента. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. Из текста автореферата не ясно, учитывает ли автор такие особенности работы

традиционных источников электроэнергии (газотурбинных, газопоршневых и дизельных электроагрегатов и электростанций) как допустимые наброс и сброс нагрузки за один шаг, минимальная длительно допустимая нагрузка, максимально допустимая перегрузка?; 2. Механизм реализации активности потребителей в рассматриваемых изолированных системах раскрыт не в достаточном объеме; 3. В восьмой главе оптимизация суточного графика потребления произведена только с использованием разработанных автором методик. Вероятно, что выполнение данной оптимизации комплексно, с использованием других, уже существующих подходов, позволило бы достичь большей глубины регулирования нагрузки.

11. От **Молодюка Виктора Владимировича**, Первого заместителя Председателя Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», действительного члена АЭН РФ, профессора кафедры ТЭВН Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «НИУ «МЭИ», доктора технических наук, профессора. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. Возможно ли использование предлагаемой автором методологии при наличии распределенной генерации в активной распределительной электрической сети?; 2. Возможно ли применение идеологии метода декомпозиции Бендерса в случае, если используются иные источники генерации (не рассмотренные в работе), в том числе и на базе возобновляемых источников энергии?

12. От **Хренникова Александра Юрьевича**, Ученого секретаря НТС – начальника отдела НТИ АО «НТЦ ФСК ЕЭС», доктора технических наук, профессора, действительного члена Академии электротехнических наук РФ. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. В изолированной системе электроснабжения распределительная сеть не является разветвленной, возможности резервирования в ней минимальны, поэтому рассматривать переконфигурирование сети в качестве эффективной меры, в данных условиях, крайне сложно; 2. Рассматривались ли автором детально вопросы динамической устойчивости генерирующих установок при нормативных и

сверхнормативных возмущениях, которые являются наиболее опасными для изолированных систем, так как приводят к погашению всех потребителей?; 3. Каким образом в практической плоскости должна быть реализована активность потребителя в рассматриваемой изолированной системе при наличии у него аварийной или технологической брони?

13. От **Куликова Александра Леонидовича**, профессора кафедры “Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника” Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования **“Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева”**, доктора технических наук, доцента и **Сосниной Елены Николаевны**, профессора кафедры “Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника” Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования **“Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева”**, доктора технических наук, профессора. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. На странице 11 автореферата рассматривается задача многофакторной оптимизации развития активной изолированной системы электроснабжения (по критерию, выражение (1)) и для разделения на подзадачи привлекается метод декомпозиции Бендерса. В целях упрощения решения использовались ли при этом методы снижения размерности оптимизационной задачи с учетом коррелированности отдельных факторов?; 2. На наш взгляд, выбор накопителя электрической энергии, исходя из целевой функции (выражение (4), страница 13), осуществляется несколько упрощенно. Поскольку эти накопители участвуют в формировании параметров режима, в том числе и аварийного, целесообразно было бы учесть динамические показатели накопителей электрической энергии в составе целевой функции; 3. Требуют пояснения отрицательные значения величин граничного ущерба от недоотпуска электроэнергии, приведенные в таблице 3 автореферата.

14. От **Ерохина Петра Михайловича**, доктора технических наук, доцента, Советника директора группы советников АО **“Системный Оператор Единой Энергетической Системы” (АО “СО ЕЭС”)**, г. Москва. Удалённое рабочее место – Филиал АО “СО ЕЭС” ОДУ Урала. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1. Базовая схема на рис. 5 (стр. 17) не отвечает требованиям п.1.2.17-1.2.20 “Правил устройств электроустановок”; 2. Представленные на рис. 6-9 варианты схем (стр. 18) больше напоминают варианты схем электроснабжения сельского хозяйства, для которых характерна большая удаленность потребителей друг от друга и источников питания. Для промышленных предприятий применяются другие схемы; 3. В таблице 1 (стр. 19) автореферата не указаны единицы измерения представленных показателей надежности. Так, непонятно к какому периоду времени относится частота отказов и при каких условиях получается столь небольшое время восстановления; 4. Отсутствует анализ результатов, представленных в таблице 2 (стр. 20). Почему недоотпуск электроэнергии в рассматриваемых вариантах развития увеличивается с ростом капитальных и эксплуатационных затрат, а не наоборот?

15. От **Кононова Юрия Григорьевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения инженерного института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования **“Северо-Кавказский федеральный университет”**. Отзыв содержит замечания: 1. В тексте автореферата отсутствует обоснование выбора метода декомпозиции Бендерса, на основании которого автор разработал методические принципы решения задач комплексного развития активных изолированных систем электроснабжения; 2. Из текста автореферата не ясно, чем в блок-схеме на рисунке 1 функционально отличаются друг от друга блоки “Обоснование рациональной конфигурации системы электроснабжения” и “Комплексная оптимизация структуры и параметров системы электроснабжения”; 3. На рисунке 3 (стр. 24) не ясно

присутствие двунаправленной связи между РМУ и шиной нагрузки. Так как РМУ является измерительным комплексом, то связь должна быть однонаправленной от шины к РМУ.

16. От **Ковалева Владимира Захаровича**, доктора технических наук, профессора, профессора института нефти и газа, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “**Югорский государственный университет**”. Отзыв содержит замечания: 1. В реальных условиях для изолированных систем электроснабжения “малой мощности” характерен резкопеременный стохастический характер нагрузки, что требует построения гибридных накопителей энергии. В постановке оптимизационной задачи определения параметров накопителей энергии изолированной СЭС (формула 4, стр.13 и формула 5 стр.14. автореферата), учет указанных обстоятельств не очевиден; 2. Приведенный в автореферате сценарий исследования интеграции выработанной электроэнергии ВИЭ и отсутствия недоотпуска электроэнергии (стр.14-16) не предусматривает, в явном виде, прерывистый режим работы традиционных генераторов, который в ряде случаев дает снижение суммарных затрат (формула 7, стр. 14).

Имеется один отрицательный отзыв от **Степановой Татьяны Борисовны**, доктора технических наук, профессора, пенсионерки.

Отзыв содержит высказывания и замечания: 1. Первый вариант диссертации К.В.Суслов, представленный 2,5 года назад, включал результаты работ, выполненных в Магдебургском университете и переданных на кафедру “Электроснабжения и электротехники” проф. Стычинским; 2. В первом варианте диссертации К.В. Суслова были использованы результаты работ Т.Б.Степановой и В.С.Степанова о потребителях-регуляторах, выполненных в период их работы в ИСЭМ СО РАН; 3. По результатам обсуждения диссертации К.В.Суслова на кафедре “Электроснабжения и электротехники” оформлялись протоколы несуществующих заседаний; 4. К первому положению, выносимому на защиту: “Новая методология

комплексного обоснования комплексного развития активных изолированных систем электроснабжения с использованием усовершенствованных моделей”, предъявляется претензия, что не обоснованы определения “новая” и “комплексная”. Кроме того, автор отзыва считает, что замечания о нечетких формулировках можно предъявить и к другим положениям работы диссертанта; 5. В первой главе при анализе состояния проблемы отмечается многомерность решаемых задач, их многокритериальность, целочисленность и т.д. Для решения задач разработана иерархическая структура исследований и привлечен сложный математический аппарат. В тоже время пример, на котором иллюстрируется применение методики, слишком прост и может быть рассчитан вручную; 6. Учет надежности с привлечением ущерба от недоотпуска энергии представляется автору отзыва ошибочным; 7. Считается ошибочным использование в работе для оценки экономической эффективности годовых приведенных затрат и коэффициента эффективности инвестиций. Эти показатели, по мнению Т.Б.Степановой могут быть использованы только в централизованной экономике; 8. Автор отзыва считает, что решаемая в диссертации проблема не является важной для энергетики России; 9. Делается замечание, что необходимо сравнивать автономную систему энергоснабжения с энергоснабжением от централизованной системы. При этом следует рассматривать систему энергоснабжения, а не электроснабжения. При этом выбор вариантов является проектной, а не научной задачей. В отзыве сделаны следующие выводы: 1. Задача, обозначенная диссертантом как “Модели и методы комплексного обоснования развития изолированных систем электроснабжения”, вообще не является важной государственной задачей. 2. Представленный материал нельзя считать докторской диссертацией, поскольку использованные диссертантом методы и модели разработаны другими авторами, как отечественными, так и зарубежными, и нет ни одной серьезной авторской методики, за исключением попыток увязать их все на основе некоторого мифического ГОКа, для которого якобы проведены

расчеты. Сделано заключение, что Суслову К.В. не следует присуждать ученую степень доктора технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Выбор **официальных оппонентов** и **ведущей организации** обосновывается сферой их научных интересов и исследований в области развития электроэнергетических систем и систем электроснабжения, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации, являющихся безусловными специалистами по теме защищаемой диссертации, и их способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научная концепция решения задач комплексного развития активных изолированных систем электроснабжения, методика определения оптимальной структуры и параметров изолированных систем с применением возобновляемых источников и накопителей электроэнергии с учетом надежности электроснабжения потребителей с применением идеологии метода декомпозиции Бендерса.

предложены оригинальная методика распределенного мониторинга гармонических искажений тока и напряжения и снижения их уровня в активных изолированных системах электроснабжения на базе векторных измерений параметров режима и использования навигационных систем; эффективный методический подход для управления ветроагрегатами в активной изолированной системе электроснабжения на основе принципа управления с прогнозирующей моделью для стабилизации выдаваемой мощности с целью повышения качества электроэнергии по частоте и уровням напряжений в системе.

доказана эффективность и перспективность использования принципов решения задач комплексного развития активных изолированных систем электроснабжения с применением идеологии метода декомпозиции Бендерса

путем разделения комплексной проблемы на ряд иерархически связанных задач;

введены новые понятия и термины: активная изолированная система электроснабжения, идеология метода декомпозиции Бендерса применительно к активным изолированным системам электроснабжения, распределенный мониторинг гармонических искажений тока и напряжения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, позволяющие осуществить обоснование развития активных изолированных систем электроснабжения на базе иерархического подхода и использования комплекса взаимосвязанных моделей выбора решений;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методология системных исследований в энергетике, методы математического моделирования систем электроснабжения, методы математического анализа, методы исследования надежности, комбинаторные методы выбора рациональной конфигурации систем, идеология метода декомпозиции Бендерса, математические модели в виде интегральных полиномов Вольтерра;

изложены положения методологии обоснования развития активных изолированных систем электроснабжения на базе иерархического подхода и использования комплекса взаимосвязанных моделей выбора решений;

раскрыты недостатки существующих методик обоснования развития изолированных систем электроснабжения и выявлена необходимость создания новых методик с учетом установок генерации на базе возобновляемых источников и накопителей электроэнергии;

изучены и проанализированы существующие тенденции и методы обоснования развития изолированных систем электроснабжения и выявлены их недостатки применительно к активным изолированным системам электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии;

проведена модернизация существующих методов и методик обоснования развития изолированных систем электроснабжения, определения оптимального состава генерирующих установок и параметров накопителей электрической энергии, позволяющая использовать их для задач развития активных изолированных систем электроснабжения.

Значение полученных соискателем результатов исследования **для практики** подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методика повышения надежности распределительной сети и методика регулирования графиков нагрузок потребителей в ОАО “Первая нерудная компания” – филиал Ангасольский щебеночный завод; программные продукты “Программа определения мощностей гармонических составляющих высших порядков в электроэнергетической системе” и “Программа для расчета и управления уровнем гармонических составляющих в питающей электрической сети” в Институте физико-технических проблем Севера им. В.П.Ларионова СО РАН; методы оценки и повышения надежности систем электроснабжения использованы при реконструкции системы электроснабжения драги 250 № 66, расположенной на реке Хомолхо Бодайбинского района Иркутской области и методика регулирования графиков нагрузок в ООО “ИЗТМ-инжиниринг”; методика регулирования графиков нагрузок в ООО “Производственная компания”; методика определения состава генерирующих источников и накопителей электрической энергии в системе электроснабжения предприятия и методы повышения надежности системы электроснабжения посредством ее реконфигурации, оптимизации энергопотребления за счет изменения нагрузки в ООО “Витим-лес”; методы оценки и повышения надежности систем электроснабжения использованы при проектировании системы электроснабжения объекта “Маяк-Норникель” в ООО “Сименс”. Результаты проведенных в диссертационной работе исследований внедрены и используются в учебном процессе в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования “Иркутский национальный исследовательский технический университет”, Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования “Ангарский государственный технический университет” и Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования “Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова”

определены область и перспективы практического применения разработанной методологии, на основании которой производится комплексное обоснование развития активных изолированных систем электроснабжения. Применение разработанных методов, алгоритмов, методик способствует повышению эффективности функционирования изолированных систем электроснабжения;

создана методология решения задач комплексного развития активных изолированных систем электроснабжения с системой практических рекомендаций для решения конкретных задач;

представлены методические рекомендации, которые позволяют решать практические задачи по обоснованию развития активных изолированных систем электроснабжения с обеспечением надежности электроснабжения потребителей, качества электрической энергии и эффективности функционирования систем электроснабжения и потребителей с использованием средств управления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ соответствие результатов базовым законам электротехники, корректность математических моделей, их адекватность для исследуемых процессов, соответствие расчетов параметров режимов работы активных изолированных систем электроснабжения, расчетам, выполненным с использованием других известных программно-вычислительных комплексов;

теория построена на основе метода декомпозиции Бендерса, методики определения оптимальных параметров накопителей электрической энергии,

методов оценки и обеспечения надежности, использования математических моделей в виде интегральных полиномов Вольтерра, методик регулирования графиков нагрузок потребителей;

идея базируется на результатах анализа и обобщения передового опыта и практики развития активных изолированных систем электроснабжения;

использованы литературные данные, информация Интернет-ресурсов и результаты расчетов, полученные по известным программам, реальные графики электрических нагрузок потребителей;

установлено, что полученные автором теоретические результаты и результаты вычислительных экспериментов согласуются с результатами, полученными другими авторами.

использованы методы математического моделирования, методы решения оптимизационных задач, методы теории электрических цепей, тестовые и реальные расчетные схемы.

Личный вклад соискателя в совместных работах состоит в разработке методов и моделей исследования, получении, обработке и обсуждении экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов. Личное участие автора подтверждено опубликованными работами, свидетельствами о результатах интеллектуальной деятельности и апробациями на научных конференциях. Обсуждение и интерпретация полученных результатов проводилась совместно и соавторами публикаций. Положения, выносимые на защиту, результаты, определяющие научную новизну и практическую значимость, выводы диссертационной работы сформулированы автором самостоятельно.

В диссертации решена крупная научная проблема обоснования и развития изолированных систем электроснабжения, имеющая важное значение для энергетики Российской Федерации.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу,

соответствующую требованиям и критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, установленным пп. 9-14 "Положения о присуждении учёных степеней", утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (ред. от 01.10.2018 года).

На заседании 29.01.2020 года диссертационный совет принял решение присудить Суслову Константину Витальевичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них - 6 докторов наук по специальности 05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - 0 человек, проголосовали: за - 14, против - 1, недействительных бюллетеней - 2.

Председатель заседания,

заместитель председателя

диссертационного совета

 Сергей Михайлович Сендеров

Ученый секретарь

диссертационного совета

 Александр Матвеевич Клер



29 января 2020 г.