

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.017.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ ИМ. Л.А.
МЕЛЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ
ОРГАНИЗАЦИЙ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.05.2017 г. № 10

О присуждении Драчеву Павлу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методики обоснования перспективного развития системообразующей электрической сети» по специальности 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы принята к защите 3 марта 2017 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 003.017.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130, создан приказом Минобрнауки России №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Драчев Павел Сергеевич 1987 года рождения. В 2009 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный технический университет» по специальности «Электроснабжение промышленных предприятий», в 2012 г. окончил очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций. Работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт систем энергетики им. Л.А.

Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена в отделе электроэнергетических систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Научный руководитель – доктор технических наук, Труфанов Виктор Васильевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, отдел электроэнергетических систем, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Самородов Герман Иванович, доктор технических наук, профессор, филиал ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» – Сибирский научно-исследовательский институт энергетики (СибНИИЭ), отдел новых технологий, научный руководитель отдела;

Суслов Константин Витальевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра «Электроснабжение и электротехника» Института энергетики, профессор кафедры, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, в своем положительном отзыве, подписанном Тихомировым Владимиром Александровичем, кандидатом технических наук, кафедра «Электроэнергетика транспорта», заведующим кафедрой, и утвержденном Каргапольцевым Сергеем Константиновичем, доктором технических наук, профессором, первым проректором Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», указала, что диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на актуальную тему. Диссертация соответствует требованиям и критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 8; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук – 2. Вклад диссертанта в подготовку статей оценивается как весомый. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах. Общий объем публикаций составляет 5,87 печатных листов. Наиболее значимые работы:

1. Драчев П.С. Рыночная модель развития основной электрической сети // Вестник ИрГТУ. – 2013. – №1. – С. 125-134.
2. Усов И.Ю., Драчев П.С., Гущина А.С. Задачи и методы обоснования инвестиционных решений в электроэнергетике // Вестник ИрГТУ. – 2014. – №7. – С. 128-136.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов:

1. От профессора кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск), д.т.н., Русиной Анастасии Георгиевны. Отзыв содержит 4 замечания:

- 1) Критерий максимума благосостояния, использованный в работе, носит субъективный характер;
- 2) На стр. 8 автореферата указано, что автором «...используются

эффективные методы оптимизации...». Однако в дальнейшем тексте упоминается только метод «ветвей и границ» (стр. 22). Обоснование эффективности выбранного метода не приводится;

3) Что подразумевает автор под «режимами ЭЭС», говоря о необходимых исходных данных для разработанной методики (первый абзац, стр. 11 автореферата)?

4) В автореферате приведен пример расчета для ЕНЭС России. Под межсистемной связью (стр. 20 автореферата) понимается некоторый эквивалент ЛЭП. Учитывается ли в модели связь двух узлов по ЛЭП с разными классами напряжения? Как это обстоятельство может повлиять на получаемое решение?

2. От заместителя генерального директора по производству энергии, главного инженера ПАО «Иркутскэнерго» (г. Иркутск), Новикова Евгения Анатольевича. Отзыв содержит 1 замечание: В практической задаче по развитию Единой национальной электрической сети России (глава 3) исследуемая расчетная схема не учитывает электрические связи внутри районных энергосистем, которые в свою очередь моделируются агрегированно в виде нагрузочного и/или генерирующего узла. При данном подходе значительно сокращается потенциальное множество решений по развитию электроэнергетических систем субъектов.

3. От заведующего отделом №60 ФГБУН Институт Физико-Технических Проблем Севера им. В.П. Ларионова (г. Якутск), д.т.н., Петрова Николая Александровича. Отзыв содержит 3 замечания:

1) В практическом примере не рассматриваются такие субъекты, как Республика Саха (Якутия), Магаданская область и Чукотский автономный округ, энергоузлы которых составляют изолированные системы ОЭС Дальнего Востока. В условиях инфраструктурных ограничений данных территорий, решение задач развития магистральных электрических сетей имеет большое значение;

2) Есть ли возможность применения данной методики для

генерирующих источников на основе возобновляемых источников энергии?

3) Не представлена информация о программном комплексе, его интерфейс, данные разработчика и прочее.

4. От главного инженера по развитию электрических сетей ООО «Премьер-Энерго» (г. Иркутск), Старцева Владимира Николаевича. Отзыв содержит 2 замечания:

1) На блок-схеме методики (стр. 10) недостаточно четко отражены факторы неопределенности (сценарии) и динамики (временные интервалы);

2) В практических исследованиях не рассматриваются вопросы проверки получаемых решений на динамическую и статическую устойчивость, не проводятся расчеты электрических режимов.

5. От заведующего кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск), д.т.н., профессора, Корнилова Геннадия Петровича, а также доцента кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», к.т.н, Малафеева Алексея Вячеславовича. Отзыв содержит 4 замечания:

1) Не понятно, какие значения отраслевых коэффициентов эластичности следует использовать для таких крупных энергоемких потребителей, как предприятия черной и цветной металлургии, которые, вообще говоря, не подходят под определение «обрабатывающие производства» (стр. 20);

2) В автореферате ничего не говорится об особенностях реализации метода ветвей и границ (упомянут на стр. 22) применительно к решаемой задаче, в частности, о формировании функции оценки; на стр. 8 также упоминаются «...эффективные методы оптимизации...», однако, не понятно, какие именно;

3) Некоторые математические модели имеют исключительно

словесное описание (например, математическая модель «узких мест» на стр. 14);

4) Не ясно, почему целевая функция на стр. 15 не включает в себя затраты, связанные с сооружением и расширением системных подстанций с высшим напряжением 500 кВ, 330 кВ и т.д.

6. От заведующего кафедрой «Электроэнергетика и электротехника» ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (г. Владивосток), д.т.н., профессора, Силина Николая Витальевича. Отзыв содержит 3 замечания:

1) Целевая функция (стр. 15, формула 4) состоит из двух основных частей – общественного благосостояния (суммарной прибыли) и приведенных затрат на строительство и функционирование вводимых объектов электрической сети. В настоящее время при технико-экономическом сравнении вариантов вместо приведенных затрат используется критерий дисконтированных затрат;

2) В практических исследованиях не представлены традиционные показатели эффективности инвестиций, такие, как срок окупаемости, индекс прибыльности, внутренняя норма доходности и другие;

3) Из текста автореферата не понятен правовой механизм внедрения разработанной методики для ее использования при формировании государственных программ развития энергетики.

7. От директора по развитию инженерно-консультационной компании ООО «ЭФ-ТЭК», к.т.н., Мельникова Юрия Викторовича. Отзыв содержит 4 замечания:

1) На рисунке 1 (стр. 10) указаны CAPEX и OPEX. В автореферате не указано, что понимается здесь под этими переменными. Если задаются удельные показатели стоимости строительства объектов энергетики, то в автореферате не отражено, в какой степени учитывается методикой зависимость этих показателей от уровня напряжения, региона и других показателей;

2) Сооружение объектов генерации может являться альтернативой сооружению ВЛ для устранения «узких мест» в перетоках. Из автореферата не ясно, почему в предлагаемой автором методике структура объектов генерации является изначально заданной и не подлежит модификации в ходе оптимизационных расчетов;

3) Из автореферата непонятно, как в защищаемой методике учтено влияние реализации рекомендованных оптимизационными расчетами инвестпроектов на величину роста цен на электроэнергию для потребителей (тарифные и ценовые последствия для потребителей). Практика планирования межсистемных ВЛ показывает, что вопрос о тарифных последствиях является определяющим при выборе оптимального варианта (особенно в том случае, если связываются изолированные энергосистемы);

4) Из автореферата непонятно, может ли предлагаемая автором методика решать задачи объединения изолированных энергосистем с различным уровнем цен.

8. От директора ФГБУН Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера КНЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), д.т.н., Чукреева Юрия Яковлевича. Отзыв содержит 3 замечания:

1) Важным при решении задачи обоснования системообразующей сети является вопрос информационного наполнения задачи, особенно в части задания существующих пропускных способностей в модели расчетной схемы ЕЭС России, приведенной на рис. 3 автореферата. Приведенные на стр. 13 способы формирования этой информации не совсем корректны. На протяжении последних лет специалистами АО «СО ЕЭС» совместно с ОАО «НТЦ ЕЭС» (НИИПТ) предпринимались попытки определения подобного рода информации. При этом принимались значительные упрощения и до логического завершения работа до сих пор не доведена. Понятно, что от правильности представления данной информации зависит практически все принимаемые на основе разработанной автором методики решения;

2) Из автореферата не совсем ясно, в чем состоит экспертный анализ полученных решений, приведенный на стр. 22 автореферата? Складывается впечатление, что автор по наличию перегрузок связей, обусловленных различием технико-экономических показателей выработки электроэнергии в узлах ЭЭС, однозначно рекомендует усиление ее пропускной способности. При существующих сегодня удельных стоимостных показателях ввода мощности на электростанциях и строительстве новой ВЛ не факт, что предложенный подход эффективнее ввода нового генерирующего оборудования в узле ЭЭС;

3) Не совсем понятен и корректен п. 3, приведенный на той же стр. 22. Получается, что автор получил тот же сценарий развития, что и предложен в СиПР ЕЭС. Тогда надо было бы представить методику, по которой получали результаты планирования в работе СиПР, и в чем отличие, предлагаемого автором подхода от этой методики. Не понятно, чем обусловлен выбор 2010 г. Почему бы не взять в качестве основы действительно прогнозируемые годы, скажем работы СиПР на 2016-2022 гг.?

9. От профессора кафедры «Электроэнергетика и электротехника» ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет» (г. Псков), к.т.н., Маркевича Анатолия Ивановича. Отзыв содержит 2 замечания:

1) Непонятно выражение – «критерий максимума общественного благосостояния» при развитии системообразующей электрической сети, его суть и объективность;

2) Из реферата не ясно, учитывается ли в математической модели «узких мест» роль АРВ синхронных генераторов.

10. От заведующего кафедрой «Электрические системы» Белорусского национального технического университета (г. Минск, Белоруссия), доктора технических наук, профессора, Фурсанова Михаила Ивановича. Отзыв содержит 5 замечаний:

1) Глава 2 очень расширена – 9,5 страниц автореферата. Не понятно,

исходя из каких аналитических соображений выбирались параметры объектов энергосистем, входящих в состав целевой функции – производителей электроэнергии, потребителей и т.д.;

2) Что означает критерий – максимум суммарного благосостояния сети (стр. 14)?

3) Из каких соображений выбирались функции спроса, режимы и характерные числа внутри сезонов (стр. 20)?

4) Какая аналитика положена в основу сопоставления проведенных верификационных расчетов с отчетными фактическими данными?

5) Как производился экспертный анализ полученных решений (стр. 22)?

Все отзывы положительные, в них отмечена актуальность работы, ее научная новизна и практическая значимость, а также достоверность полученных результатов. Замечания носят рекомендательно-дискуссионный или уточняющий характер и не касаются научной новизны, основных положений, выносимых на защиту, а также теоретической и практической значимости.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов и исследований в области развития электроэнергетических систем, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации и их способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана усовершенствованная методика для обоснования перспективного развития системообразующей электрической сети, базирующаяся на применении критерия, обеспечивающего максимум общественного благосостояния за вычетом приведенных затрат в развитие сети;

- *предложены и программно реализованы* математические модели, позволяющие определять системные эффекты у производителей и потребителей электроэнергии при решении задачи развития сети, ранее не учитываемые в расчетах (ценовая эластичность потребителей, особенности технологических режимов электростанций, потоковые ограничения в зонах свободного перетока), и факторы неопределенности, дискретности, динамики и многорежимности;

- *доказана* целесообразность применения разработанной методики в рамках практических исследований по развитию системообразующей электрической сети на примере Единой национальной электрической сети России;

- *введен* критерий выбора оптимальных решений по развитию системообразующей электрической сети – максимум общественного благосостояния, отражающий прирост суммарной прибыли производителей и потребителей электрической энергии, за вычетом приведенных затрат на реализацию мероприятий по развитию сети.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

- *доказана* необходимость совершенствования существующего методического обеспечения задач перспективного развития системообразующей электрической сети в направлении учета факторов, актуальных в современных условиях (инфраструктурная функция сети, эластичность спроса на электроэнергию), а также разработки математического инструментария, обеспечивающего оптимизационные расчеты;

- *применительно к проблематике диссертации*, с получением обладающих новизной результатов, результативно использованы основные положения теории и методов системных исследований в энергетике, мировой практический опыт и методические разработки по долгосрочному прогнозированию и проектированию развития электрических сетей, теория и методы математического моделирования и оптимизации;

- *изложены* положения методики, являющейся развитием методов перспективного планирования системообразующей электрической сети в части более детального учета следующих факторов: инфраструктурной роли электрической сети в электроэнергетических рынках, необходимости учета ценовой эластичности потребителя электроэнергии при планировании развития электроэнергетических систем;

- *раскрыты* достоинства и недостатки существующих методов, подходов и математических моделей, используемых при решении задач развития системообразующей электрической сети;

- *изучены* технические факторы, оказывающие влияние на процесс формирования множества вариантов развития системообразующей электрической сети;

- *проведена модернизация* существующих подходов к решению задач развития сети и математических моделей в части учета ценовой эластичности потребителей и технической специфики функционирования электроэнергетических систем.

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

- *разработана* усовершенствованная методика обоснования перспективного развития системообразующей электрической сети с учетом современных особенностей функционирования электроэнергетических систем;

- *определены* перспективы использования разработанной методики при решении задач долгосрочного планирования системообразующей электрической сети на практике и в учебном процессе высших учебных заведений;

- *созданы* математические оптимизационные модели для формирования вариантов развития электрической сети, позволяющие повысить эффективность и обоснованность принимаемых решений в процессе предпроектных исследований;

- *представлены* предложения по дальнейшему совершенствованию разработанной методики обоснования развития системообразующей электрической сети и математических моделей в направлении более детального учета технических условий и факторов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- *для экспериментальных работ* результаты получены с применением программного пакета математического моделирования «GAMS», широко используемого в мире в аналитических, консультационных и инжиниринговых компаниях, научно-исследовательских институтах, университетах и правительстве;

- *теория* опирается на основные положения методологии системных исследований в энергетике, мировой практический опыт и разработки в сфере планирования развития электроэнергетических систем, методы математического моделирования и оптимизации;

- *идея работы базируется* на анализе недостатков существующей методической базы и математического обеспечения задач перспективного развития системообразующей электрической сети;

- *использованы* материалы научно-исследовательских институтов и проектных организаций, официальные данные рейтинговых и информационных агентств, зарубежная и российская научная литература, информация с интернет-ресурсов, включая сайты Роскомстата, Правительства РФ, профильных министерств, организаций и профессиональных сообществ;

- *установлено*, что полученные в диссертации результаты практических исследований согласуются с реальными потребностями электроэнергетической системы России в электросетевом строительстве на долгосрочную перспективу, отраженными в стратегических программах Министерства энергетики Российской Федерации;

- *использованы* современные методики сбора, анализа и систематизации исходной информации, подходы к формированию математических моделей, способы решения потоковых задач, интерпретации и анализа получаемых решений, математические методы нелинейного целочисленного программирования.

Личный вклад соискателя состоит в *непосредственном участии* на всех этапах процесса исследований: постановки целей и задач диссертационной работы; аналитического обзора существующей методической базы по развитию системообразующих электрических сетей в России и за рубежом, разработки предложенных в диссертации методики и математических моделей; получения, анализа и систематизации исходных данных; получения, анализа и обобщения результатов практических исследований; подготовки публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, что подтверждается обоснованностью выводов, логичностью, хорошим стилем изложения, аккуратностью в использовании устоявшихся терминов и понятий, грамотным написанием математических выражений.

Диссертация посвящена решению важной научно-технической проблемы рационального развития системообразующей электрической сети, имеющей существенное значение для электроэнергетической отрасли Российской Федерации.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует требованиям и критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней, установленными «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (в редакции Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 г. №335).

На заседании 23.05.2017 года диссертационный совет принял решение присудить Драчеву Павлу Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 12 человек, «против» – 2 человека, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель

диссертационного совета

Воропай Николай Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Клер Александр Матвеевич

«23» мая 2017 г.

