

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.09.2026 № 9

О присуждении Емельянову Евгению Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Гибридный электротехнический комплекс с дизель- и ветроэлектрическими установками для автономного электроснабжения поселения» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите 14.07.2026, протокол заседания № 3, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм, с изменениями от 31.08.2023 №1193 адм, от 30.07.2024 №1212 адм, от 01.07.2026 № 732 адм.

Соискатель, Емельянов Евгений Александрович, 23 января 1998 года рождения, в 2022 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

С 01.10.2022 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре электроэнергетики и электромеханики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Бельский Алексей Анатольевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра электроэнергетики и электромеханики, доцент кафедры.

Официальные оппоненты:

Тягунов Михаил Георгиевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии, профессор кафедры;

Доброскок Никита Александрович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра систем автоматического управления, заведующий кафедрой; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»**, г. Омск, в своем положительном отзыве, подписанном Татевасяном Андреем Александровичем, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры «Электрическая техника», Лысенко Олегом Александровичем, кандидатом технических наук, доцентом, исполняющим обязанности заведующего той же кафедрой, и, утвержденном Ложниковым Павлом Сергеевичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной и инновационной деятельности, указала, что значимость для науки и практики результатов диссертационного исследования заключается в том, что результаты проведенного исследования могут быть использованы в качестве методических рекомендаций по выбору параметров электротехнических комплексов с ветроэлектрическими установками, а также при проведении технико-экономического обоснования внедрения систем с возобновляемыми источниками энергии для автономного электроснабжения. Результаты диссертации внедрены в инженерно-проектировочную деятельность ООО «Балтэнерготех». Кроме этого, результаты исследования и разработанные математические модели могут быть применены в учебном процессе при изучении дисциплин по электроснабжению в рамках подготовки студентов по направлению 13.03.02 и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

(далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 3,1 печатных листов, в том числе 1,8 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Бельский, А.А. Анализ степени влияния учета характеристик литий-ионных аккумуляторов на оценку жизненного цикла гибридного комплекса с ветроэлектрической установкой / А.А. Бельский, **Е.А. Емельянов** // Горное оборудование и электромеханика. – 2023. – № 3(167). – С. 13-21. – DOI 10.26730/1816-4528-2023-3-13-21. – EDN APNVOM. (ВАК № 985 ред. 22.05.2023).

Соискателем проведен научный обзор источников литературы в области моделирования системы накопления энергии в составе гибридных комплексов с ветроэлектрической установкой, в результате которого установлена необходимость учета максимальных токов заряда и разряда, а также деградации емкости накопителей энергии. Разработана имитационная модель для оценки работы системы накопления энергии. По результатам имитационного моделирования установлено влияние учета указанных параметров на значения отданной энергии системой накопления и расхода дизельного топлива.

2. Бельский, А.А. Модель дизельной электростанции при оценке жизненного цикла автономного гибридного ветроэлектрического комплекса / А.А. Бельский, **Е.А. Емельянов** // Горное оборудование и электромеханика. – 2023. – № 6(170). – С. 10-16. – DOI 10.26730/1816-4528-2023-6-10-16. – EDN DUZAPU. (ВАК № 993 ред. 24.10.2023).

Соискателем проведен анализ существующих подходов к расчету расхода дизельного топлива дизель-генераторных установок в составе автономных гибридных ветроэлектрических комплексов, в результате которого установлено, что в большинстве работ не учитывается влияние номинальной мощности дизель-генераторных установок на удельный расход топлива. Предложена авторская модель расчета расхода дизельного топлива с учетом паспортных данных дизель-генераторных установок и их текущей загрузки в составе дизельной электростанции.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Бельский, А.А. Оценка показателей автономного электротехнического комплекса с дизельными и ветроэлектрическими установками / А.А. Бельский, **Е.А. Емельянов** // Горный журнал. – 2025. – № 9. – С. 37-44. DOI: 10.17580/gzh.2025.09.04. ВАК-МБД (CA(pt), GeoRef, Scopus) № 568 ред. 31.12.2023.

Соискателем проведено имитационное моделирование автономного электротехнического комплекса с дизельными и ветроэлектрическими установками с учетом отказов генерирующего оборудования и компонентов распределительного устройства. По результатам моделирования определено влияние схемы распределительного устройства и распределения потребителей по категориям надежности электроснабжения на количество недоотпуска электроэнергии, расхода топлива и моточасов дизель-генераторных установок. Оценена эффективность от внедрения ветроэлектрических установок для автономного электроснабжения. Установлены зависимости показателей комплекса от установленной мощности ветроэлектрических установок и схемы распределительного устройства. Полученные результаты позволили обосновать выбор рациональной схемы распределительного устройства с учетом надежности и экономической эффективности электроснабжения.

4. Бельский, А.А. Оптимизация параметров автономного ветродизельного комплекса, эксплуатируемого на горных территориях / А.А. Бельский, **Е.А. Емельянов** // Устойчивое развитие горных территорий. – 2026. – Т. 18, № 1 (67). – С. 69–80. DOI: 10.21177/1998-4502-2026-18-1-69-80. ВАК-МБД (Scopus) № 1139 ред. 31.12.2023

Соискателем проведено моделирование отказов оборудования автономного ветродизельного комплекса методом Монте-Карло для различных значений максимального тока разряда и емкости системы накопления энергии. Рассмотрены два режима работы системы накопления энергии: режим резервирования и снижения доли дизельной генерации в общем энергобалансе комплекса. Соискателем установлены предельные значения ёмкости и максимального тока разряда системы накопления энергии, при достижении которых наблюдается выход показателей недоотпуска энергии и расхода топлива и моточасов дизель-генераторных установок и на плато. Проведена оценка влияния остаточного уровня заряда системы накопления энергии на недоотпуск электроэнергии и суммарные экономические расходы. Определены области экономически эффективных значений параметров системы накопления энергии для каждого из рассмотренных режимов ее работы. Полученные результаты позволяют обосновать выбор емкости, максимального тока разряда и минимального

уровня заряда системы накопления энергии.

Публикации в прочих изданиях:

5. **Емельянов, Е.А.** Сравнение подходов в оценке расхода топлива при моделировании работы дизельной электростанции в составе автономного гибридного комплекса / **Е.А. Емельянов** // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции в рамках Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации, Кемерово, 06-08 декабря 2023 года. – Кемерово: КузГТУ, 2024. – С. 135.1-135.5.

Соискателем выполнен анализ паспортных характеристик дизель-генераторных установок номинальной мощностью от 100 до 400 кВт и установлены зависимости удельного расхода дизельного топлива от загрузки и номинальной мощности агрегата. На основе паспортных данных с применением линейной аппроксимации получены индивидуальные расходные характеристики рассматриваемых дизель-генераторных установок и проведено их сравнение с унифицированной моделью расчета расхода топлива. Установлено, что применение усредненной зависимости может приводить к расхождению результатов оценки расхода топлива от –18 до 5 % в зависимости от состава станции.

6. **Емельянов, Е.А.** Анализ графика электрических нагрузок поселения с автономным электроснабжением / **Е.А. Емельянов, А.А. Бельский** // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы V международной научно-практической on-line конференции, Казань, 15 мая 2025 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 101-105. – EDN KSZDTI.

Соискателем проведен анализ данных записей журнала загрузки дизельной электростанции, по результатам которого методом линейной интерполяции получен годовой график электрической нагрузки поселения с автономным электроснабжением. Проведены расчеты, на основе которых определено влияние увеличения установленной мощности ветроэлектрических установок на значения загрузки дизельной электростанции.

7. **Емельянов, Е.А.** Оценка влияния вращающегося резерва на показатели автономного ветродизельного комплекса / **Е.А. Емельянов** // Актуальные вопросы науки 2025: сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 ноября 2025 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – Часть 1. - С. 49-51. – EDN QILRQN.

Соискателем разработана модель автономного ветродизельного

комплекса, учитывающая отказы и восстановления основного оборудования. Методом Монте-Карло проведено сравнительное моделирование двух вариантов работы комплекса: без применения вращающегося резерва и с дополнительным дизель-генераторным агрегатом, готовым принять нагрузку при отказе работающего оборудования. Выполнена экономическая оценка и определены условия, при которых применение вращающегося резерва является экономически целесообразным с учетом установленной мощности ветроэлектрических установок и удельных затрат на недоотпуск электроэнергии.

Патенты свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611997 Российская Федерация. Программа для оценки жизненного цикла гибридного комплекса с ветроэлектрической установкой. Заявка № 2023610557: заявл. 18.01.2023: опубл. 26.01.2023; А.А. Бельский, **Е.А. Емельянов**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 596 КБ.

Соискателем разработана математическая модель оценки жизненного цикла гибридного электротехнического комплекса с ветроэлектрической установкой. В модели реализованы расчет генерации ветроэлектрической установки по данным о скорости ветра, определение времени работы и расхода топлива дизель-генераторных установок, а также расчет количества технических обслуживаний, капитальных ремонтов и замен оборудования дизельной электростанции и системы накопления энергии. Разработаны алгоритмы определения капитальных, эксплуатационных и совокупных затрат за весь период эксплуатации комплекса, позволяющие сравнивать варианты его состава и параметров на стадии проектирования.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618725 Российская Федерация. Программа для оптимизации состава и оценки жизненного цикла дизельной электростанции. Заявка № 2024617353: заявл. 08.04.2024: опубл. 16.04.2024; А.А. Бельский, **Е.А. Емельянов**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 450 КБ.

Соискателем уточнена математическая модель функционирования дизельной электростанции с учетом состава и номинальной мощности отдельных дизель-генераторных установок. Разработаны алгоритмы

формирования возможных вариантов состава станции, распределения нагрузки между агрегатами с учетом их мощности и необходимости работы в режиме холостого хода для поддержания заданной готовности оборудования. Реализован расчет расхода топлива, продолжительности работы и повторяемости загрузки каждой дизель-генераторной установки по часам, что позволяет сравнивать варианты состава дизельной электростанции и выбирать наиболее рациональный по расходу топлива и износу оборудования

Апробация работы проведена на 4 научно-практических конференциях международного и всероссийского уровня:

– VIII Международная научно-практическая конференция «Энергетика и энергосбережение: теория и практика» (06-08 декабря 2024 года, г. Кемерово).

– V Международная научно-практическая конференция «Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты» (15 мая 2025 года, г. Казань).

– Научно-практическая технологическая конференция «Energynet.Unicon 2025» (16 июня 2025 года, г. Казань).

– XI Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы науки 2025» (25 ноября 2025 года, г. Пенза).

В диссертации Емельянова Евгения Александровича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от: генерального директора ООО «СТАРСИСТ+», к.т.н. **П.И. Першина**; профессора Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», д.т.н., профессора **Б.В. Луктина**; профессора Высшей школы электроэнергетических систем ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», д.т.н., доцента **А.Н. Беляева**; профессора кафедры «Горная электромеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д.т.н., профессора **Д.И. Шишлянникова**; заведующего кафедрой «Метрология и взаимозаменяемость» ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», д.т.н., доцента **А.С. Комшина**; заведующего кафедрой электротехники и электропривода ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», к.т.н., доцента **Р.А.-М. Магомадова**; профессора Департамента энергетических

систем ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», д.т.н., доцента **Н.В. Силина**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечены актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, их обоснованность и достоверность, однако высказаны следующие замечания и вопросы:

1. Часовой шаг имитационной модели обоснован задачами долгосрочного технико-экономического анализа, однако он снижает точность учета процессов пуска дизель-генераторных установок и кратковременного дефицита мощности. Следовало четче обозначить границы применимости часового интервала моделирования (**к.т.н. П.И. Першин**);

2. Необходимо пояснить, чем обусловлен выбор конкретных схем низковольтного распределительного устройства, рассматриваемых в автореферате (**к.т.н. П.И. Першин**);

3. Моделирование работы гибридного электротехнического комплекса выполняется с часовым шагом на интервале 20 лет. За этот период производятся не только техническое обслуживание дизель-генераторных установок, но также капитальный ремонт и замена оборудования после истечения срока его службы; кроме того, графики электрической нагрузки могут существенно изменяться. Если двадцатилетний период используется только для определения энергетических характеристик ветра, то приведенная формулировка периода моделирования является некорректной (**д.т.н. Б.В. Луктин**);

4. В таблице 3 значение показателя «Моточасы» приведено как сумма моточасов восьми дизель-генераторных установок. Более информативным было бы показать экономически обоснованный срок службы каждой дизель-генераторной установки с учетом выработки ветровой энергии (**д.т.н. Б.В. Луктин**);

5. В автореферате отсутствует таблица 2, на которую приведена ссылка в тексте (**д.т.н. Б.В. Луктин**);

6. В формуле (6) коэффициент саморазряда принят равным 3 % в месяц, тогда как интервал имитационного моделирования составляет один час. Переход к часовому интервалу в выражении не показан, что может привести к ошибочному пониманию коэффициента как потери 3 % заряда за час (**д.т.н. А.Н. Беляев**);

7. В таблице 2 параметр «Количество ДГУ» задан диапазоном от 6 до 10 и включен в глобальный анализ чувствительности методом Соболя. При этом в автореферате не указано, каким образом формировались целочисленные значения этого параметра и как такой подход учитывался при определении полного индекса чувствительности STS_T (**д.т.н. А.Н. Беляев**);

8. Местами текст автореферата перегружен аббревиатурами, что затрудняет его восприятие (**д.т.н. А.Н. Беляев**);

9. Имитационное моделирование работы гибридного электротехнического комплекса выполняется с часовым шагом, тогда как в

модели учитываются процессы, длительность которых существенно меньше указанного интервала, в частности пятиминутный пуск резервной дизель-генераторной установки и аварийные режимы с частотой разгрузки. Не сказывается ли выбранный шаг дискретизации на достоверности показателей надежности? (д.т.н. **Д.И. Шишлянников**);

10. Необходимо пояснить, как разработанный адаптивный алгоритм управления минимальным уровнем заряда системы накопления энергии учитывает изменение ее емкости по мере деградации аккумуляторов. Пересчитываются ли параметры алгоритма в процессе эксплуатации или используются фиксированные коэффициенты? (д.т.н. **Д.И. Шишлянников**);

11. Требуется обосновать выбор экспоненциального закона распределения времени восстановления оборудования, поскольку на изолированных труднодоступных территориях сроки ремонта определяются логистикой, сезонностью, погодными условиями и наличием запасных частей (д.т.н. **Д.И. Шишлянников**);

12. При формировании адаптивного закона управления минимальным уровнем заряда используются весовые коэффициенты факторов, определенные перебором квазислучайных последовательностей Соболя. В автореферате не показано взаимное влияние этих факторов и устойчивость найденных коэффициентов к изменению профиля нагрузки, ветрового ресурса и характеристик оборудования. Дополнительный анализ корреляций и переносимости настроек на другой объект повысил бы практическую ценность алгоритма (д.т.н. **А.С. Комшин**);

13. На рисунке 6 автореферата представлены графики показателей гибридного электротехнического комплекса при сравнении схем распределительного устройства. Однако не вполне ясно, по какому принципу определена область минимума нормированной стоимости электроэнергии (д.т.н. **А.С. Комшин**);

14. Целесообразно было бы обосновать достаточность выбранной совокупности критериев LCOE, LOLP и LPSP для комплексной оценки автономной системы (к.т.н. **Р.А.-М. Магомадов**);

15. Необходимо пояснить, на основании чего определены диапазоны значений входных параметров моделирования, приведенные в таблице 2 (к.т.н. **Р.А.-М. Магомадов**);

16. Результаты моделирования и оптимальные параметры комплекса получены применительно к конкретному поселению — поселку Гыда Ямало-Ненецкого автономного округа — с расчетной нагрузкой 1346 кВт. Целесообразно было бы отметить границы применимости полученных зависимостей и возможность их распространения на поселения с иной структурой годового графика нагрузки (к.т.н. **Р.А.-М. Магомадов**);

17. В математической модели все дизель-генераторные установки принимаются одинаковой номинальной мощности. Вместе с тем на автономных электростанциях могут совместно эксплуатироваться агрегаты различной мощности и технического состояния. Насколько принятое

допущение ограничивает применимость полученных результатов при модернизации существующих энергетических комплексов? (д.т.н. **Н.В. Силин**);

18. При проведении имитационного моделирования используется метод Монте-Карло, результаты которого имеют статистическую природу. Вместе с тем в автореферате не приведены основные статистические характеристики выполненных расчетов: объем выборки, дисперсия полученных значений и доверительные интервалы (д.т.н. **Н.В. Силин**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана имитационная компьютерная модель гибридного электротехнического комплекса с дизель-генераторными и ветроэлектрическими установками и системой накопления энергии, учитывающая схемы распределительного устройства, категории надежности электроснабжения потребителей, отказы и восстановления оборудования, режимы работы генерирующих установок и системы накопления энергии;

предложен метод снижения значений вероятностей потери электроснабжения и нагрузки, а также нормированной стоимости электроэнергии путем адаптивного изменения минимального уровня заряда системы накопления энергии;

доказана применимость адаптивного алгоритма управления минимальным уровнем заряда системы накопления энергии, позволяющего снизить значения вероятности потери электроснабжения и нагрузки;

введены интегральный управляющий фактор и составляющие его факторы дефицита мощности, изменения и ускорения дефицита, пуска дизель-генераторных установок, резерва мощности и замещения дизельной генерации, позволяющие адаптивно определять минимальный уровень заряда накопителя;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений об выборе параметров и режимов работы оборудования гибридного электротехнического комплекса, применяемого для автономного электроснабжения объектов на изолированных и труднодоступных территориях;

применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** методы имитационного моделирования, метод Монте-Карло, метод

глобальной оценки чувствительности Соболя и многокритериальный анализ вариантов построения гибридного электротехнического комплекса;

изложены принципы моделирования работы оборудования гибридного электротехнического комплекса с учетом отказов оборудования и режимов работы распределительного устройства, а также категорий надежности электроснабжения потребителей;

изучены и определены по результатам исследования методы выбора номинальных параметров оборудования гибридного электротехнического комплекса, применяемого для автономного электроснабжения, а также методы учета отказов рассматриваемого оборудования;

проведена модернизация существующих имитационных моделей работы гибридного электротехнического комплекса с дизельными и ветроэлектрическими установками, а также с системой накопления энергии путем учета схемы низковольтного распределительного устройства, категорий надежности электроснабжения потребителей и логики работы оборудования комплекса в аварийных режимах.

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

разработаны и внедрены в инженерно-проектировочную деятельность ООО «Балтэнерготех» технические предложения и рекомендации по выбору схемы распределительного устройства и номинальных параметров гибридного электротехнического комплекса с дизель- и/или ветроэлектрическими установками, что подтверждается актом внедрения от 10 апреля 2025 г.;

определены области рациональных значений установленной мощности ветроэлектрических установок, емкости, максимального тока разряда и минимального уровня заряда системы накопления энергии, обеспечивающие требуемое соотношение нормированной стоимости электроэнергии и показателей балансовой надежности;

создана система практических рекомендаций по выбору параметров и режимов работы оборудования гибридного электротехнического комплекса, применяемого для автономного электроснабжения потребителей на изолированных и труднодоступных территориях;

представлены рекомендации для проектирования новых или модернизации существующих гибридных электротехнических комплексов с ветроэлектрическими установками и системой накопления энергии, расположенных на изолированных и труднодоступных территориях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты исследования получены с использованием разработанного программного комплекса с применением

лицензионного программного обеспечения, продемонстрирована их воспроизводимость;

теория построена на известных и проверяемых данных, фактах и закономерностях, а также согласуется с опубликованными ранее экспериментальными данными других исследования по теме диссертации;

идея базируется на результатах анализа и обобщения опыта по применению гибридных электротехнических комплексов для автономного электроснабжения объектов располагаемых на изолированных и труднодоступных территориях;

использованы общепринятые методы и подходы к исследованию гибридных электротехнических комплексов с ветроэлектрическими установками, включая методы имитационного моделирования и статистического анализа, метод Монте-Карло, метод глобальной оценки чувствительности Соболя, а также проверку согласованности полученных результатов с теоретическими положениями;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по тематике исследования;

использованы методы сбора, обработки и анализа официальной статистической информации, нормативно-технической документации, технических каталогов компаний-производителей, отчетных данных компаний производителей дизель-генераторных и ветроэлектрических установок.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и формулировании задач диссертационного исследования, выборе методов и методологии исследования; анализе современного состояния автономного электроснабжения потребителей изолированных и труднодоступных территорий; разработке программного комплекса для имитационного моделирования гибридного электротехнического комплекса, учитывающего схемы распределительного устройства, категории надежности электроснабжения потребителей, отказы и восстановления оборудования; формировании годового почасового графика электрической нагрузки поселения; определении зависимости удельного расхода топлива от номинальной мощности и загрузки дизель-генераторных установок; проведении имитационного моделирования и анализе его результатов; определении рациональных параметров основного оборудования гибридного электротехнического комплекса; разработке адаптивного алгоритма управления минимальным уровнем заряда системы накопления энергии;

УСТИНОВ
Денис Анатольевич