

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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.09.2023 № 9

О присуждении Старшей Валерии Владимировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Депарафинизация нефтяных скважин на основе применения электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите 25.07.2023, протокол заседания № 7, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» 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.

Соискатель, Старшая Валерия Владимировна, 6 марта 1996 года рождения, в 2019 г. с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

В период подготовки диссертации с 1 октября 2019 г. по настоящее время, соискатель является аспирантом очной формы обучения кафедры общей электротехники в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре общей электротехники в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, **Шклярский Ярослав Элиевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра общей электротехники, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Семыкина Ирина Юрьевна – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», учебно-научный центр информационных технологий обучения, директор центра;

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, доцент кафедры;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Зверевым Сергеем Геннадьевичем, кандидатом технических наук, доцентом, директором Высшей школы электроэнергетических систем, Фроловым Владимиром Яковлевичем, доктором технических наук, профессором, профессором Высшей школы электроэнергетических систем, Люлиной Марией Александровной, старшим преподавателем Высшей школы электроэнергетических систем, секретарем заседания и утвержденном Нелобом Владимиром Александровичем, проректором по научной работе,

указала, что практическая значимость диссертации заключается в разработке методических рекомендаций по выбору состава электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой и параметров односторонних фотоэлектрических панелей при проведении технико-экономического обоснования внедрения автономной системы электротермического прогрева нефтяных скважин. Полученные результаты внедрены в производственный процесс научно-технического центра тонкопленочных технологий ООО «НТЦ ТПТ». Полученные результаты диссертационной работы могут быть использованы в качестве теоретического руководства или экспериментальной базы при проектировании новых или модернизации существующих автономных электротехнических комплексов с фотоэлектрической установкой.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 22 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 22 работы, 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 6 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 2 патента.

Общий объем – 15,1 печатных листов, в том числе 10,8 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:

1. Бельский А.А. Моделирование электротехнического комплекса с питанием от ветро- и фотоэлектрической установки/ А.А. Бельский, А.В. Коптева, В.С. Добуш, **В.В. Старшая** // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2020. – №2, с. 538-543. (ВАК, № 1056 ред.28.02.2020).

Соискателем проведено имитационное моделирование электротехнического комплекса с солнечными батареями. Обоснована актуальность темы диссертации, проведен сбор и анализ данных, получена научная новизна, которая отражена в статье. Получены следующие результаты: созданы компьютерные модели электротехнических комплексов с питанием от фотоэлектрических установок с подтвержденными параметрами; получены энергетические характеристики электротехнического комплекса на основе солнечных батарей при отсутствии контроллера МРРТ и его наличии при различных сопротивлениях нагрузки.

2. Бельский А.А. Анализ параметров фотоэлектрических панелей российского производства / А.А. Бельский, Я.Э. Шклярский, **В.В. Старшая** // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2020. – №12, – с. 379-390. (ВАК, № 1095 ред.25.12.2020).

Соискателем произведен анализ фотоэлектрических панелей (ФЭП) российского производства с целью выявления медианных значений различных параметров ФЭП. Полученные результаты применены в диссертации при моделировании режимов работы фотоэлектрических станций (ФЭС) в среде Matlab Simulink. В ходе исследования соискателем проанализированы следующие параметры ФЭП: КПД, температурный коэффициент мощности, температурный коэффициент тока короткого замыкания и напряжения холостого хода, удельная площадь, удельная масса, количество ячеек, рабочая температура и срок службы. Выявлены отечественные ФЭП с наилучшими номинальными (паспортными) параметрами с точки зрения эффективности их работы. Получено свидетельство о регистрации БД.

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

3. Belsky A.A. Analysis of specifications of solar photovoltaic panels. / A.A. Belsky, D.Y. Glukhanich, M.J. Carrizosa, **V.V. Starshaia** // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2022. – Vol. 159. – 112239. doi 10.1016/j.rser.2022.112239

Бельский А.А. Анализ характеристик солнечных фотоэлектрических панелей. / А.А. Бельский, Д.Ю. Глуханич, М.Дж. Карризола, **В.В. Старшая** // *Обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики.* – 2022. – Том. 159. – 112239. doi 10.1016/j.rser.2022.112239.

Соискателем доказана возможность использования фотоэлектрических электростанций и необходимость повышения доли солнечной энергетики. Полученные корреляционные зависимости параметров ФЭП позволили выбрать основной источник электроснабжения электротехнического комплекса и провести имитационное моделирование режимов работы комплекса для депарафинизации нефти. Соискателем на основании представленных в статье данных доказано первое научное положение.

4. Shabalov M.Y. The influence of technological changes in energy efficiency on the deterioration of infrastructure in the fuel and energy complex. / Shabalov, M.Y., Zhukovskiy, Y.L., Buldysko, A.D., Gil, B., **Starshaia, V.V.** // *Energy Reports.* – 2021. – Vol. 7. – pp. 2664–2680. doi 10.1016/j.egyr.2021.05.001

Шабалов М.Ю. Влияние технологических изменений в энергоэффективности на износ инфраструктуры ТЭК. / Шабалов М.Ю., Жуковский Ю.Л., Бульдиско А.Д., Гиль Б., **Старшая В.В.** // *Энергетические отчеты.* – 2021. – Том. 7. – С. 2664–2680. doi 10.1016/j.egyr.2021.05.001

Соискателем проведена оценка влияния глобальных вызовов топливно-энергетического комплекса на износ энергетической инфраструктуры. Обоснована возможность внедрения возобновляемых источников энергии для снижения темпов роста старения энергетической инфраструктуры, повышения ее надежности и безопасности. Произведено моделирование внедрения возобновляемых источников энергии и рассчитана их степень влияния на ТЭК РФ. Предложены меры по объединению ВИЭ с другими технологическими блоками, в том числе с нефтегазовой отраслью. Проведенное исследование позволяет доказать актуальность диссертации и сформировать методологию проводимого исследования.

5. Zhukovskiy Y.L. Fossil energy in the framework of sustainable development: Analysis of prospects and development of forecast scenarios. / Zhukovskiy, Y.L., Batueva, D.E., Buldysko, A.D., Gil, B., **Starshaia, V.V.** // *Energies*. – 2021. – 14(17). – 5268. doi 10.3390/en14175268.

Жуковский Ю.Л. Ископаемая энергия в рамках устойчивого развития: анализ перспектив и разработка прогнозных сценариев. / Жуковский Ю.Л., Батуева Д.Е., Бульдыско А.Д., Гиль Б., **Старшая В.В.** // *Энергии*. – 2021. – 14(17). – 5268. doi 10.3390/en14175268.

Соискателем проведен сбор данных, анализ теоретических и экспериментальных исследований, доказана необходимость интеграции ископаемой энергетики и ВИЭ как неотъемлемой части современной энергетики. Доказана необходимость расширения децентрализованной энергетики. Соискателем доказана возможность внедрения ВИЭ. Это повысит производительность за счет оптимизации режимов работы автономных электротехнических комплексов. Еще одним из эффектов является возможность регулировать уровень выбросов, что поможет улучшить экологическую ситуацию. Решения помогут оптимизировать сочетание возобновляемой и ископаемой энергии, поскольку их совместное использование необходимо в ближайшем будущем.

6. Shklyarskiy Y.E. Autonomous complex for electro-thermal heating of oil wells fed by a photovoltaic installation. / Shklyarskiy, Y.E., **Starshaya, V.V.** // *E3S Web of Conferences*. – 2021. – Vol. 266. – 04006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126604006>

Шклярский Я.Э. Автономный комплекс электротермического обогрева нефтяных скважин с питанием от фотоэлектрической установки. / Шклярский Я.Э., **Старшая В.В.** // *Сеть конференций E3S*. – 2021. – Том. 266. – 04006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126604006>.

Соискателем полностью самостоятельно проведено исследование по обоснованию состава и параметров автономного электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой. Представлено доказательство

первого научного положения. Проведено математическое и имитационно моделирование. Представлены результаты диссертационного исследования.

7. Kopteva A.V. Improving the efficiency of petroleum transport systems by operative monitoring of oil flows and detection of illegal incuts. / Kopteva A.V., **Starshaya V.V.**, Malarev V.I., Koptev V.Y. // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources. – 2020, Vol. 1. – pp. 406–415. <https://doi.org/10.1201/9781003014577>

Коптева А.В. Повышение эффективности систем транспортировки нефти за счет оперативного мониторинга потоков нефти и выявления незаконных проникновений. / Коптева А.В., **Старшая В.В.**, Маларев В.И., Коптев В.Ю. // Актуальные вопросы рационального использования природных ресурсов. – 2020, Том. 1. – С. 406–415. <https://doi.org/10.1201/9781003014577>

Соискателем проведено математическое и имитационное моделирование, проведены теоретические исследования, представлены результаты, доказана необходимость предотвращения образования парафиновых отложений в нефти.

8. Koptev V.Y. Information Support for the Process of Multiphase Flows Transportation Based on the Introduction of a Radioisotope Non-Separation Hydrocarbon Measuring System. / Koptev V.Y., Kopteva A.V., **Starshaya V.V.** // EIConRus 2020. – 2020. – pp. 674–679. – 9039314. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039314

Коптев В.Ю. Информационное обеспечение процесса транспортировки многофазных потоков на основе внедрения радиоизотопной неразделительной системы измерения углеводородов. / Коптев В.Ю., Коптева А.В., **Старшая В.В.** // ЭИКонРус 2020. – 2020. – С. 674–679. – 9039314. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039314

Соискателем проведено экспериментальное моделирование, рассмотрены существующие методы детектирования толщины образования парафиновых отложений при транспортировке, проведены теоретические исследования, представлены результаты, доказана необходимость предотвращения образования парафиновых отложений в нефти.

Публикации в прочих изданиях:

9. Жуковский Ю.Л. Энергосбережение и энергоэффективность. Цифровая энергетика. Учебное пособие/ Ю.Л. Жуковский, А.А. Бельский, **В.В. Старшая** // СПб.: ЛЕМА, 2019.

Соискателем подготовлены разделы по повышению энергоэффективности обеспечения энергоэффективности автономных объектов топливно-энергетического сектора, подготовлен раздел «технологии распределенной генерации» на основании проведенных исследований в рамках диссертации, представлены материалы о возможностях внедрения возобновляемой энергетики.

10. Шклярский Я.Э. Автономный комплекс электропрогрева нефтяных скважин с использованием возобновляемых источников энергии / Я.Э. Шклярский, А.А. Бельский, **В.В. Старшая** // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. Вып. 1, с.516-520. - 2023. (ВАК, № 1197 ред.08.02.2023).

Соискателем проведено аналитическое исследование существующих возобновляемых источников энергии, оценен уровень генерации электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии в России. Одна из самых крупномасштабных проблем при добыче нефти, которая вызывает серьёзные осложнения в работе нефтепромыслового оборудования и трубопроводных коммуникаций является образование парафиновых отложений (ПО) в нефтяных скважинах. Направлением исследования является предотвращение образования ПО за счет разработки электротехнического комплекса с питанием от возобновляемых источников энергии. Предлагаемая автономная система прогрева скважин позволит повысить эффективность добычи нефти за счет поддержания температуры нефти выше температуры образования парафиновых отложений в течение года за счет использования фотоэлектрической установки.

11. **Старшая В.В.** Анализ параметров российских и зарубежных фотоэлектрических панелей. Актуальные проблемы недропользования. Тезисы докладов XVIII Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых. Санкт-Петербург, 2022. С. 147-149.

Соискателем проведен глобальный анализ 1300 фотоэлектрических монокристаллических, поликристаллических, гетероструктурных и тонкопленочных панелей (ФЭП) российского и зарубежного производства с целью выявления медианных и наилучших значений различных номинальных (паспортных) параметров ФЭП.

12. Шклярский Я.Э. Система электротермического прогрева нефтяных скважин с питанием от фотоэлектрической установки. / Я.Э. Шклярский, А.А. Бельский, **В.В. Старшая** // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021. Сборник тезисов VIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 300-302.

Соискателем обоснована эффективность использования фотоэлектрических установок для электроснабжения источника электротермического прогрева нефтяных скважин с целью уменьшения концентрации парафиновых отложений в нефти.

13. **Старшая В.В.** Предотвращение парафиновых отложений в нефтяных скважинах с использованием возобновляемых источников энергии. / В.В. Старшая // Актуальные проблемы недропользования. Санкт-Петербург, 2021. С. 221-222.

Соискателем проведено обоснование структуры и параметров системы электротермического прогрева с учетом суммарного солнечного излучения, теплоэнергетических характеристик источника электротермического прогрева скважин. Электроэнергетические расчеты были выполнены на основании теории электрических цепей и электрических машин с использованием компьютерного моделирования в системе Matlab Simulink и численного анализа в математическом пакете MathCAD. Также, в ходе исследования был разработан лабораторный имитационный стенд для моделирования работы фотоэлектрической установки с целью верификации параметров компьютерной модели и оценки эффективности работы.

14. Shklyarskiy Y.E. Preventing wax deposition in oil wells using renewable energy sources. / Shklyarskiy Y.E., **Starshaya V.V.** // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources. XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers. Scientific conference abstracts. Санкт-Петербург, 2021. С. 169-171.

Шклярский Я.Э. Предотвращение отложений парафина в нефтяных скважинах с использованием возобновляемых источников энергии. / Шклярский Я.Э., **Старшая В.В.** // Актуальные вопросы рационального использования природных ресурсов. XVII Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых. Тезисы докладов научной конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 169-171.

Соискателем показана возможность использования автономных энергетических комплексов на базе солнечной электростанции для питания электростанций обогрева нефтяных скважин с использованием греющего кабеля. Установлено, что концентрация парафинов в добываемой нефти существенно влияет на требуемую установленную мощность источников энергии.

15. Бельский А.А. Моделирование электротехнических комплексов с питанием от ветро- и фотоэлектрических установок. / Бельский А.А., Добуш В.С., Растворова Ю.В., **Старшая В.В.** // Международный научно-практический форум “Нефтяная столица” Сборник материалов. стр. 239. ISBN 978-5-6044699-1-0

Соискателем сформирована идея, цели и задачи исследования, представлены основные результаты на конференции.

16. Бельский А.А. Электроснабжение станций электропрогрева нефтяных скважин от фото- или ветроэлектрических установок. / Бельский А.А., Добуш В.С., **Старшая В.В.** // Международный научно-практический форум “Нефтяная столица” Сборник материалов. стр. 243. ISBN 978-5-6044699-1-0

Соискателем сформирована идея, цели и задачи исследования, представлены основные результаты на конференции.

17. Бельский А.А. Оценка эмиссии углекислого газа при различных типах термического воздействия на парафиновые отложения в скважинах. / Бельский А.А., Добуш В.С., **Старшая В.В.** // Международный научно-

практический форум “Нефтяная столица” Сборник материалов. стр. 307. ISBN 978-5-6044699-1-0.

Соискателем сформирована идея, цели и задачи исследования, представлены основные результаты на конференции.

18. Бельский А.А. Применение фото- и ветроэлектрических установок для электроснабжения станций электропрогрева нефтяных скважин. / Добуш В.С., **Старшая В.В.** // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых, 2019 ISSN 978-5-6041084-8-2. стр. 210-213.

Соискателем доказана возможность применения фотоэлектрической установки для электроснабжения станций электропрогрева нефтяных скважин с целью предотвращения образования парафиновых отложений в нефтяных скважинах.

19. Коптева А.В. Радиоизотопная система измерения параметров нефтяных потоков и мониторинга АСПО. / Коптева А.В., **Старшая В.В.** // Конференция «Нефть и газ 2016»: Тезис докладов. Том 1. С.456.

Соискателем доказана необходимость предотвращения образования парафиновых отложений в нефти.

20. Коптева А.В. Актуальность совершенствования систем метрологического контроля при транспортировке углеводородов. / Коптева А.В., Семенова А.В., **Старшая В.В.** // Современная наука и практика, 2016, №9 (14).

Соискателем доказана необходимость предотвращения образования парафиновых отложений в нефти.

21. Коптева А.В. Анализ систем контроля отложений при эксплуатации трубопроводного транспорта в РФ. / Коптева А.В., Семенова А.В., **Старшая В.В.** // Современные научные исследования и инновации, 2016, № 4.

Соискателем доказана необходимость предотвращения образования парафиновых отложений в нефти.

22. Коптева А.В. Анализ риска аварий на объектах транспортировки нефти. / Коптева А.В., **Старшая В.В.** // Современные научные исследования и инновации, 2015, № 4.

Соискателем доказана необходимость предотвращения образования парафиновых отложений в нефти.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

23. Свидетельство о государственной регистрации базы данных. База данных фотоэлектрических панелей с номинальной (паспортной) мощностью от 100 Вт. RU 2020620747. заявл. 03.04.2020; опубл: 29.04.2020 / Бельский, А.А., Добуш, В.С., **Старшая, В.В.** // заявитель СПГУ. - 1 с.

Соискателем выполнен сбор базы данных российских и зарубежных фотоэлектрических панелей.

24. Заявка на свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Программа для расчета параметров электротехнического комплекса для прогрева нефтяных скважин с греющим кабелем. №2023663016. заявл.: 23.05.2023 / Шклярский, Я.Э., Бельский, А.А., **Старшая, В.В.** // заявитель СПГУ. - 1 с.

Соискателем уточнена математическая модель расчета параметров электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой для депарафинизации нефтяных скважин и произведено написание кода.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях:

1. Международная конференция «Менеджмент, экономика, этика, технология 2022» (октябрь 2022 года, г. Санкт-Петербург).
2. Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (июнь 2022 года, г. Санкт-Петербург).
3. Всероссийская конференция «Полезные ископаемые России» (апрель 2022 года, г. Санкт-Петербург).
4. Международная конференция «Менеджмент, экономика, этика, технология 2021», г. Санкт-Петербург, 2021 г.
5. Первая международная конференция «Человек в Арктике», г. Санкт-Петербург, 2021 г.

6. Международная научно–практическая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021» (апрель 2021 года, г. Санкт-Петербург).

7. International Scientific Electric Power Conference ISEPC-2021 (май 2021 года, г. Санкт-Петербург).

8. Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (апрель 2021 года, г. Санкт-Петербург).

9. Международная конференция-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (июнь 2021 года, г. Санкт-Петербург).

10. Международная конференция «IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering» (январь 2020 года, г. Санкт-Петербург).

11. Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Технологии будущего нефтегазодобывающих регионов» (февраль 2020 года, г. Нижневартовск).

12. Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов (апрель 2020 года, г. Санкт-Петербург).

В диссертации Старшей Валерии Владимировны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры «Электропривода» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», к.т.н., доцента **Т.В. Синюковой**; заведующего лабораторией физико-химических свойств полупроводников Физико-Технического Института им. А.Ф. Иоффе РАН д.т.н., профессора **Е.И. Терукова**; начальника управления развития портфеля БРД, Департамента перспективного развития и управления портфелем ПАО «Газпром нефть», к.т.н. **С.В. Самоленкова**; заведующего кафедрой электроники и электротехники ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический

университет», д.т.н., профессора **С.А. Харитонов** и профессора кафедры проектирования технологических машин, д.т.н., доцента **О.В. Носа**; профессора кафедры «Электрическая техника» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», д.т.н., доцента **А.А. Татевосяна**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. В ходе математического моделирования солнечного излучения были использованы метеорологические данные об облачности в течение одного года. Были ли получены результаты для других лет при сравнении существующих методик учета облачности? (**к.т.н. Т.В. Синюкова**);
2. На рисунке 2б представлена аббревиатура УЭЦН, однако в тексте автореферата не представляется ее расшифровка. (**к.т.н. Т.В. Синюкова**);
3. Научной новизной исследования являются выявленные медианные параметры фотоэлектрических панелей для проведения имитационного моделирования, однако из текста автореферата неясно среди каких фотоэлектрических преобразователей были выявлены данные параметры (**д.т.н. Е.И. Теруков**);
4. Требуется добавить пояснение как было получено уравнение (3) для определения стохастического характера солнечного излучения с учетом облачности (**д.т.н. Е.И. Теруков**);
5. В автореферате диссертации не представлен алгоритм управления электротехническим комплексом, который является одним из предметов исследования работы (**к.т.н. С.В. Самоленков**);
6. Из рисунка 8 текста автореферата неясно при каком угле наклона солнечных панелей и условиях освещенности были получены данные результаты моделирования (**к.т.н. С.В. Самоленков**);

7. Как следует из рисунка 10, формально, критерию оптимальности в виде отношения равномерного распределения выработки электрической энергии к временному интервалу отсутствия внепланового простоя нефтяной скважины удовлетворяет не только рекомендуемый в диссертации угол наклона солнечных панелей, равный 60° , но и все численные значения данного параметра, располагающиеся в диапазоне до 70° включительно **(д.т.н. С.А. Харитонов и д.т.н. О.В. Нос)**;
8. Алгоритмы слежения за точкой отбора максимальной мощности подразумевают под собой автоматическую подстройку пространственного положения приемных фотоэлементов, которое может приводить к отклонению от оптимальных условий генерации электрической энергии **(д.т.н. С.А. Харитонов и д.т.н. О.В. Нос)**;
9. В автореферате не описана топология силовой части DC-DC преобразователя, от конкретного вида которой зависит суммарный коэффициент полезного действия всего электротехнического комплекса **(д.т.н. С.А. Харитонов и д.т.н. О.В. Нос)**;
10. В диссертации не представлена оценка влияния деградации солнечных панелей в течение жизненного цикла на объем генерации электроэнергии и её достаточности для работы комплекса **(д.т.н. А.А. Татевосян)**;
11. На стр. 18 в пункте 6 автореферата указано, что проведены экспериментальные исследования. Однако, в тексте автореферата результаты экспериментального исследования не представлены **(д.т.н. А.А. Татевосян)**.
- 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:**

разработан электротехнический комплекс с фотоэлектрической установкой для предотвращения образования парафиновых отложений в насосно-компрессорных трубах нефтяных скважин с учетом периодических режимов работы источника электроснабжения для различных способов добычи нефти; **предложена** методика обоснования структуры и параметров электротехнического комплекса с учётом физико-химических свойств нефти, характеристик эксплуатации нефтяной скважины, вариации солнечного излучения в месте размещения при фонтанном и механизированном способах добычи нефти;

доказана возможность использования электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой для депарафинизации нефтяных скважин в квазипериодическом режиме работы за счет установленных оптимальных параметров комплекса, при которых отсутствует период внепланового простоя нефтяных скважин.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений об области применения возобновляемых источников энергии для электроснабжения потребителей с периодическим потреблением энергии на нефтяных месторождениях, расположенных в труднодоступных условиях эксплуатации;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы численного анализа и сбора больших данных в пакете Excel и MathCad, методы аналитического уравнения тренда, программирование на языке Python, методы математического моделирования;

изложена идея необходимости внедрения фотоэлектрической установки для обеспечения электроснабжением труднодоступные месторождения, включая малые месторождения, удаленные от централизованной энергосистемы, основанная на анализе существующих проблем электроснабжения нефтяных месторождений парафинистой нефти;

раскрыты противоречия, заключающиеся в применении существующих методик учета коэффициента облачности в зависимости от региона;

изучены различные подходы по формированию структуры электротехнического комплекса, содержащего фотоэлектрическую установку, и факторы, определяющие степень влияния параметров эксплуатации нефтяных скважин, учет которых необходим при оценке потребления электроэнергии источником электротермического прогрева;

проведена модернизация существующей математической модели учета стохастического характера солнечного излучения путем адаптации соотношения коэффициента облачности и отношения действительного солнечного излучения к расчётному в исследуемой географической точке.

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

разработаны и внедрены в производственный процесс ООО «Научно-технический центр тонкопленочных технологий» (НТЦ ТПТ) методические рекомендации по выбору состава комплекса с фотоэлектрической установкой и параметров односторонних фотоэлектрических панелей при проведении технико-экономического обоснования внедрения автономной системы электротермического прогрева нефтяных скважин;

определены пределы и перспективы практического использования разрабатываемого комплекса в зависимости от валового и технического потенциала солнечного излучения в регионе, а также концентрации парафиновых отложений в нефтяных скважинах;

определены медианные параметры российских фотоэлектрических панелей являются основой для имитационного моделирования работы электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой;

представлены рекомендации для проектирования новых или модернизации существующих электротехнических комплексов с фотоэлектрической установкой.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, обоснованы калибровки, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях интенсивности солнечного излучения;

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

идея базируется на результатах анализа и обобщения опыта по применению моделей прогнозирования процесса депарафинизации нефтяных скважин с использованием метода электротермического прогрева с питанием от автономных источников электроэнергии;

использованы результаты отечественного и зарубежного опыта применения методов имитационного моделирования выработки электроэнергии фотоэлектрической установкой с учетом периодичности работы;

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

использованы современные методики сбора и обработки экспериментальных данных, полученных в реальных промышленных условиях эксплуатации электротехнического комплекса.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании целей, задач и научных положений. Предложена методика обоснования структуры и выбора параметров электротехнического комплекса с учётом реологических свойств нефти, характеристик эксплуатации нефтяной скважины, вариации солнечного излучения в месте размещения при фонтанном и механизированном способе добычи нефти. Установлены зависимости, позволяющие произвести оптимизацию параметров фотоэлектрической установки для депарафинизации нефтяных скважин. Проведено имитационное и экспериментальное моделирование режимов работы электротехнического комплекса. Доказана эффективность применения электротехнического комплекса с

фотоэлектрической установкой для электротермического прогрева нефтяных скважин.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Старшая Валерия Владимировна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 28 сентября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить **Старшой Валерии Владимировне** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи повышения энергоэффективности работы нефтяных скважин за счет разработки электротехнического комплекса с фотоэлектрической установкой для депарафинизации нефтяных скважин.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Шпенст

Вадим Анатольевич

Устинов

Денис Анатольевич

28.09.2023