


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и трансферу

ФГАОУ ВО НИ ТПУ, д.ф.-м.н.

 Суких Леонид Григорьевич

« 4 » июля 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертацию Назарова Мусо Холмуродовича «Оптимизация и планирование режимов автономной энергетической системы на основе возобновляемых и альтернативных источников энергии (на примере системы Памира)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время правительство Республики Таджикистан предложило перспективный путь развития электрификации отдаленных районов, сущность которого состоит в широком использовании региональных возобновляемых источников энергии в виде малых гидроэлектростанций и альтернативных источников энергии на основе ветровой и солнечной энергии, расположенных главным образом в высокогорных областях страны. В свете этого в представленной работе выбрана автономная электроэнергетическая система

Памира, при этом она имеет возможность дополнительного экспорта электроэнергии в соседнюю страну. Поставлена задача комплексного рассмотрения трех стадий использования энергии, а именно: генерация, передача и распределения электрической энергии. Главную роль, при этом, в осуществлении планов играет предпочтение источникам малой распределённой генерации как приоритетному стратегическому направлению развития электроэнергетики высокогорных районов Таджикистана.

2. Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы:

- пункт 6 – «Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике»;
- пункт 8 – «Разработка методов статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике»;
- пункт 13 – «Разработка методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике».

3. Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, включающего в себя 102 библиографических ссылок и 2 приложений. Общий объем работы составляет 195 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы работы, объект и предмет исследований, изложены цель и задачи работы, научная новизна, практическая значимость и реализация работы, основные положения, выносимые на защиту, достоверность и апробация диссертационной работы.

В первой главе в соответствии с мировым трендом развития электроэнергетики рассмотрено состояние и перспективы использования

альтернативных и возобновляемых источников энергии на территории Республики Таджикистана.

Во второй глава автор рассматривает вопрос разработки метода прогнозирования скорости ветрового потока и солнечной инсоляции. Предложенный метод основан на рекуррентных нейронных сетях с обратной связью в виде коэффициента обратного распространения. Прогнозирование скорости ветрового потока и солнечной инсоляции выполняется для всех сезонов года отдельно. Рассмотрена две математических моделей прогнозирования, а именно: для многолетней непрерывной выборке и для отдельных выборочных часов на суточном интервале.

В третьей главе проведено исследование режимов альтернативных источников энергии от ветровой и солнечной фотоэлектрической электростанций. Далее дана потенциальная оценка максимальной активной мощности, которую можно получить на основе альтернативных источников энергии. При этом показано условия, когда солнечный трек будет отслеживаться полностью с помощью автоматических устройств и условия, когда угол наклона панели будет фиксирован в зависимости от сезона года.

Четвертой глава посвящена исследованию сезонных режимов электропотребления в автономной энергосистеме. Основное внимание уделено зимнему режиму, так как в данном случае автономная энергосистема является энергодефицитной. Предложено оптимальное планирование электропотребления для каждого потребителя на суточном интервале времени, основанное на методе линейного программирования и правилах продукции. Отличительной чертой рещения задачи является учет накопителя энергии.

Также дан анализ установившихся режимов энергосистемы. Показана целесообразность перехода на единое напряжение 20 кВ в конструктивном исполнении самонесущих изолированных проводов, что позволяет кардинально снизить суммарные потери активной и реактивной мощности.

В пятой главе представлена технико-экономическая оценка использования альтернативных источников энергии. Каждому отдельному электропотребителю

предоставлена возможность повышать свою энергоэффективность путем минимизации финансовых затрат в зависимости от той или иной доли использования возобновляемых и альтернативных источников энергии.

В заключении автором сформулированы основные результаты работы. Показано, что поставленные задачи, позволяющие достичь цели выполненного исследования – решены.

В приложениях приведены свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин (приложение А) и три акта о внедрении результатов работы (приложение Б).

4. Научная новизна и значимость результатов диссертационной работы

1. Обоснована необходимость прогнозирования ветровой и солнечной энергии с помощью искусственной нейронной сети и структурно-параметрической оптимизации модели для достижения наибольшей точности.

2. Выдвинута и проверена новая в данной предметной области гипотеза об использовании для краткосрочного прогнозирования данных не всего временного ряда, а только отобранных часов суток.

3. Предложены метод и алгоритм оптимального планирования энергопотребления на основе линейного программирования и правил продукции для минимизации финансовых расходов отдельных генерирующих потребителей.

4. Предложена новая радикальная концепция исполнения автономной электрической сети Памира с исключением излишних трансформаций энергии и совпадения основного напряжения 20 кВ сопредельного государства.

5. Практическая значимость и реализация результатов работы

1. Разработана программная реализация предложенного метода и алгоритма оценки погрешности прогноза скорости ветрового потока и солнечной инсоляции “Построение нейросетевых моделей для прогнозирования энергетического потенциала альтернативных источников энергии”.

2. Установлены оптимальные углы наклона по азимуту панелей солнечной фотоэлектрической станции (СФЭС) для каждого из сезонов.

3. Разработан программный продукт “Оптимизация режимов электропотребления автономной электрической системы с распределенной генерации”.

4. Представлены акты внедрения в промышленность в энергетическую компанию ОАО "Памирская Энергетическая Компания", в учебный процесс Новосибирского государственного технического университета и Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими.

6. Апробация и публикация результатов диссертационной работы

Основные материалы и результаты исследований докладывались и обсуждались на всероссийских и международных. По результатам исследований опубликовано 12 печатных работ, в том числе 3 работы в рецензируемых изданиях из перечня, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 4 работы индексированы в наукометрических базах Web of Science и Scopus, 5 работ в прочих изданиях. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание, выводы и результаты диссертационной работы.

7. Замечания по диссертации

1. В работе недостаточно ясно изложен смысл адаптивного метода обучения Adam. В частности, неясно в чем состоит адаптивность метода и что это дает в практическом отношении?

2. Автор подробно исследует прогноз скорости ветра, однако не уделяет внимания прогнозу направления ветрового потока. Это позволило бы повысить результаты прогнозирования и уточнить генерируемую мощность ветростанции.

3. В разделе 3.5 автор обосновывает выбор накопителя энергии, предлагая в качестве такового сверхпроводящий индукционный накопитель с применением

в качестве диэлектрической среды жидкий азот. Однако недостаточно представлены преимущества этих накопителей по сравнению литий-ионных батарей.

4. В диссертации мощность альтернативных источников энергии выбрано достаточно произвольно и не содержит какого-либо обоснования. Такое впечатление, что мощность ветровой, солнечной электростанций и накопителя энергии выбраны достаточно умозрительно.

5. В работе имеются стилистические погрешности и некоторые грамматические ошибки.

8. Общее заключение по работе

Диссертационная работа М.Х. Назарова является законченной научно-исследовательской работой, в которой на основании выполненных автором исследований представлено решение актуальных задач по оптимизации и планированию режимов автономной энергетической системы на основе возобновляемых и альтернативных источников энергии.

Содержание диссертации отражает основные идеи работы и полученные в ней результаты, а также раскрывает ее научную и практическую ценность. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация Назарова Мусо Холмуродовича «Оптимизация и планирование режимов автономной энергетической системы на основе возобновляемых и альтернативных источников энергии (на примере системы Памира)» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложенным в п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 01.10.2018), а автор Назаров Мусо Холмуродович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании электроэнергетической секции научно-технического совета Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ, протокол №14 от 30.06.2022 г.

Председатель ЭЭС НТС ИШЭ
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, профессор
Отделения электроэнергетики и
электротехники Инженерной школы
энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ,
д.т.н., профессор

Василий Яковлевич Ушаков

Доцент Отделения электроэнергетики
и электротехники Инженерной школы
энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ,
к.т.н., доцент

Михаил Владимирович Андреев

Удостоверяю, что подписи представлены работниками ФГАОУ ВО НИ ТПУ
В.Я. Ушаковым и М.В. Андреевым.
Ученый секретарь ФГАОУ ВО НИ

Сведения о ведущей организации:

Полное и сокращенное наименование организации	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ)
Место нахождения	634050, Томская область, г. Томск, пр. Ленина, д. 30
Телефон	+7 (3822) 60-63-33, +7 (3822) 60-64-44
Адрес электронной почты	tpu@tpu.ru
Адрес сайта организации	http://tpu.ru

Отзыв получен 02.09.2022 г. *Савин / Осипов А.И.*
с отзывом ознакомлен 02.09.2022 г. *Гладков / Назаров М.Х.*