7004 Русе, ул. „Студентска“8
www.uni-ruse.bg; secretary@uni-ruse.bg; тел.: 082/888 211; факс: 082/845 708

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Коныровой Мадины Жанатовны на тему:

«Исследование влияния характеристик телетрафика на блокчейн технологий в сетях Smart Grid»

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Представленная диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-технической задачи, связанной с повышением эффективности управления распределенной генерацией электроэнергии в интеллектуальных энергетических системах Smart Grid. В современных условиях развития возобновляемой энергетики и цифровой трансформации энергетического сектора особую значимость приобретают вопросы обеспечения надежного, масштабируемого и безопасного взаимодействия между участниками энергосистемы, а также повышения эффективности распределения энергетических ресурсов.

Актуальность исследования обусловлена возрастающей долей возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе многих стран, включая Республику Казахстан. Использование солнечной и ветровой генерации сопровождается стохастическим характером выработки электроэнергии, что требует применения интеллектуальных методов управления потоками энергии, способных учитывать изменяющиеся режимы работы сети, обеспечивать устойчивость энергосистемы и поддерживать требуемое качество обслуживания потребителей. Дополнительную значимость приобретают вопросы информационной безопасности и доверенного взаимодействия между участниками рынка электроэнергии, что делает перспективным использование технологий распределенного реестра и смарт-контрактов.

В диссертационной работе автором предложен комплексный подход к решению указанных задач на основе интеграции методов теории телетрафика, теории графов и блокчейн-технологий. В отличие от большинства существующих исследований, где данные направления рассматриваются изолированно, в работе предложена единая архитектура интеллектуальной энергосистемы, позволяющая одновременно учитывать характеристики поступающих энергетических запросов, оптимизировать маршруты передачи энергии и обеспечивать верификацию выполняемых операций посредством блокчейн-инфраструктуры.

Научный интерес представляет разработанная автором математическая модель управления потоками энергетических запросов на основе методов теории массового обслуживания. В работе исследованы характеристики функционирования многоканальной системы обслуживания с различными уровнями нагрузки и приоритетов. Получены зависимости вероятности ожидания, времени ожидания и вероятности потерь от интенсивности поступающего потока заявок, что позволяет определять режимы устойчивой работы системы и выявлять критические пороговые значения нагрузки. Полученные результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение для задач управления спросом в интеллектуальных энергосетях.

Существенным достоинством исследования является применение методов теории графов для решения задачи маршрутизации потоков электроэнергии. Автором выполнено моделирование электроэнергетической системы, где в качестве весов графа использованы потери активной мощности в линиях электропередачи, что позволило применять алгоритм Дейкстры для поиска маршрутов с минимальными энергетическими потерями. Такой подход обеспечивает рациональное использование энергетических ресурсов и способствует повышению общей эффективности функционирования энергосистемы.

Особое внимание в работе уделено вопросам цифровой трансформации энергетики. Автором разработана блокчейн-архитектура на основе платформы Ethereum, обеспечивающая прозрачность и достоверность выполнения энергетических транзакций. Использование смарт-контрактов позволяет автоматизировать процессы обмена энергией между участниками системы и исключить необходимость централизованного посредника при выполнении операций. Предложенный механизм блокчейн-верификации обеспечивает дополнительный уровень надежности за счет криптографического подтверждения корректности выбранных маршрутов передачи энергии.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в разработке программно-ориентированного комплекса, реализующего предложенную архитектуру управления энергетическими потоками. В ходе исследования проведена экспериментальная апробация разработанной системы с использованием современных программных средств моделирования и тестовой блокчейн-инфраструктуры. Полученные результаты демонстрируют снижение времени выполнения операций, уменьшение задержек транзакций, сокращение вычислительных затрат и увеличение пропускной способности по сравнению с базовыми подходами. Это подтверждает перспективность предложенных решений для дальнейшего внедрения в интеллектуальных энергетических системах нового поколения.

Следует отметить высокий уровень самостоятельности автора при выполнении исследования. Диссертационная работа характеризуется логичной структурой, последовательным изложением материала и корректным использованием математического аппарата. Автором проведен значительный объем теоретических исследований, разработаны математические модели, реализованы программные средства моделирования и выполнена комплексная экспериментальная оценка предложенных решений. Представленные результаты подтверждаются численными экспериментами и демонстрируют внутреннюю согласованность всех этапов исследования.

К достоинствам работы следует отнести междисциплинарный характер исследования, объединяющий методы энергетики, телекоммуникаций, теории массового обслуживания, теории графов и технологий распределенного реестра. Такой подход соответствует современным тенденциям развития интеллектуальных энергетических систем и позволяет рассматривать исследуемую проблему комплексно.

Несмотря на отмеченные достоинства, отдельные положения работы могли бы быть дополнительно расширены. В частности, представляет интерес дальнейшее исследование вопросов масштабирования предложенной архитектуры на крупные распределенные энергосистемы с большим количеством участников, а также проведение более детального анализа экономической эффективности внедрения разработанного подхода в реальных условиях эксплуатации. Вместе с тем данные замечания не снижают научной и практической ценности проведенного исследования и могут рассматриваться как направления дальнейшего развития работы.

В целом диссертация Коныровой Мадины Жанатовны представляет собой завершенное научное исследование, выполненное на высоком научно-техническом уровне. Полученные результаты обладают научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

Зарубежный научный консультант
Илиев Теодор
PhD, професор,
Русенский университет имени Ангела Кынчева
(г. Русе, Болгария)