



**Акционерное общество «Росатом
Возобновляемая энергия»
(АО «Росатом Возобновляемая энергия»)**

По месту требования

ул. Щипок, д. 18, стр. 2, Москва, 115093
Телефон (495) 286-52-00
E-mail: info@rosatom-renewables.ru
ОКПО 19472121, ОГРН 1177746952888
ИНН 9701087623, КПП 770501001

№ _____
На № _____ от 16.01.2026

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации КОСЬМИНОЙ Евгении Владимировны
на тему «Интеллектуальное управление устройствами FACTS для повышения гибкости
распределительных электрических сетей с высокой долей ветроэнергетических установок»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.3. Электроэнергетика

Тема диссертации соответствует современным тенденциям развития электроэнергетики, связанным с интеграцией возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности ветроэнергетических установок (ВЭУ). Рост доли ВИЭ создает значительные вызовы для устойчивости и гибкости распределительных сетей, что требует разработки новых методов управления. Применение устройств FACTS (гибкой системы передачи переменного тока) в сочетании с интеллектуальными алгоритмами, включая обучение с подкреплением, является перспективным направлением для повышения надежности и эффективности сетей. Работа носит ярко выраженный прикладной характер и соответствует приоритетам развития энергетической отрасли.

В диссертации получены следующие значимые научные результаты:

1. Обоснована необходимость применения устройств FACTS с системами автоматического управления (САУ) на уровне первичных распределительных сетей с высокой долей ВИЭ.
2. Разработан модифицированный алгоритм метода прямого-обратного хода (backward/forward), адаптированный для анализа режимов слабозамкнутых сетей с учетом нелинейных нагрузок и управляющих устройств (FACTS, ВЭУ, СНЭЭ).
3. Предложена методика количественной оценки гибкости напряжения на основе комплекса показателей (индекс гибкости, среднее и максимальное отклонения), позволяющая объективно сравнивать стратегии управления.
4. Разработана самообучающаяся САУ для устройств FACTS на основе алгоритма проксимальной оптимизации стратегий, обеспечивающая адаптивное регулирование напряжения в условиях стохастической генерации.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методов моделирования и управления распределительными сетями с ВИЭ, а также в создании критериев оценки их гибкости.

Результаты диссертации имеют высокую практическую значимость. Разработанное программное обеспечение на Python с использованием библиотек pandapower, gym и stable-

baselines позволяет моделировать и оптимизировать режимы работы сетей с FACTS и ВИЭ. Методика количественной оценки гибкости напряжения может быть использована при проектировании и модернизации распределительных сетей. Важно отметить, что предложенные алгоритмы управления прошли апробацию на тестовых схемах и показали эффективность в сравнении с традиционными методами (РПН, конденсаторные батареи), а результаты работы внедрены в учебный процесс и используются в производственной деятельности (ООО «Смарт Грид»).

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Структура логична, изложение последовательное, материал хорошо иллюстрирован графиками, таблицами и схемами. Объем работы (162 страницы) соответствует требованиям, предъявляемым к работам подобного рода. Список литературы включает 149 источников, в том числе современные зарубежные и отечественные исследования.

Вместе с тем, к работе имеется ряд замечаний:

1. В работе представлено сравнение методов RL (DDPG, PPO, SAC, A2C) для задачи стабилизации обратного маятника, однако хотелось бы видеть более подробный анализ их применимости именно к управлению FACTS в реальных сетях с учетом коммуникационных задержек и ограничений аппаратной реализации.

2. Возможно, стоило бы добавить раздел, посвященный экономической эффективности внедрения предлагаемых решений, хотя это не являлось основной целью исследования.

Несмотря на обозначенные замечания, диссертация Косьминой Евгении Владимировны представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком теоретическом и методическом уровне. Полученные результаты обладают научной новизной, практической значимостью и соответствуют критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор демонстрирует глубокое понимание проблематики, владение современными методами моделирования и машинного обучения, а также способность к самостоятельной научной работе.

По своему теоретическому уровню и практическому значению диссертационная работа соответствует всем требованиям к кандидатским диссертациям и критериям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013. № 842, а ее автор КОСЬМИНА Евгения Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

Кандидат технических наук,
Руководитель направления
отдела нормативно-технического регулирования



Сигитов Олег Юрьевич