

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цыбикова Алексея Ринчиновича «Методический подход к построению цифровых двойников энергетических объектов с применением моделей машинного обучения (на примере солнечной электростанции)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В настоящее время во всем мире наблюдается стремительный рост энергопотребления. Традиционная энергетика сталкивается с экономическими, экологическими и инфраструктурными ограничениями. Разработка цифровых двойников энергетических объектов позволяет в реальном времени прогнозировать выработку энергии, предотвращать аварии и максимизировать производительность оборудования без физического вмешательства

Диссертация Цыбикова А.Р. посвящена разработке методического подхода к построению «умных» цифровых двойников энергетических объектов с использованием интеллектуальных технологий. Тематика исследования является междисциплинарной и находится на стыке математического моделирования, искусственного интеллекта и цифровых технологий в энергетике. Востребованность подобных исследований определяется, с одной стороны, необходимостью повышения качества анализа, прогнозирования и поддержки принятия решений, снижения экономических затрат при работе со сложными энергетическими объектами на всех стадиях их жизненного цикла, с другой стороны, актуальность данного исследования диктуется отсутствием системных, научно обоснованных методик построения «умных» цифровых двойников таких объектов.

В автореферате достаточно последовательно изложены цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, основные результаты и элементы научной новизны. Представленные материалы позволяют составить целостное представление о выполненной работе и о вкладе автора в решение поставленной научной задачи.

Научная новизна полученных Цыбиковым А.Р. результатов заключается в разработке комплексного методического подхода к построению цифрового двойника солнечной электростанции (СЭС) и организации взаимодействия его модельных и интеллектуальных компонентов.

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении методической базы построения цифровых двойников сложных объектов на основе интеграции

математических моделей, методов машинного обучения и численного метода ансамблирования моделей с динамическим выбором состояния внешней среды. а также возможностью дальнейшего развития предложенных методов применительно к смежным задачам математического моделирования и интеллектуального анализа данных.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования разработанных подходов и программных решений при исследовании энергетических объектов, программной реализацией научного прототипа умного цифрового двойника СЭС.

К достоинствам исследования следует отнести взаимосвязь теоретической, вычислительной и программной составляющих. Автором не только сформулированы соответствующие подходы и модели, но и показана возможность их использования в рамках программной реализации и вычислительного эксперимента.

Вместе с тем к работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. Для определения состояния внешней среды в работе предусматривается использование как онтологических экспертных правил, так и методов кластеризации. Было бы полезно уточнить, какими критериями следует руководствоваться при выборе одного из этих способов для конкретной практической реализации цифрового двойника.

2. Онтологическая модель используется не только для описания предметной области, но и для поддержки выбора модели прогнозирования. В связи с этим возникает вопрос, каким образом предполагается корректировать правила и пороговые значения состояний внешней среды по мере накопления новых эксплуатационных данных.

Высказанные замечания носят дискуссионный и уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования.

Автореферат в необходимом объеме отражает структуру и основное содержание диссертации. Представленные результаты взаимосвязаны, соответствуют сформулированной цели и позволяют оценить научный вклад выполненного исследования.

По своему содержанию, уровню научной проработки и завершенности диссертация Цыбикова А.Р. является законченной научно-квалификационной работой. Представленные результаты обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью. Работа отвечает критериям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2.

Сведения об авторе отзыва

Ф.И.О.: Загорулько Юрий Алексеевич

Учёная степень: кандидат технических наук по специальности 05.13.11 –
«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и
компьютерных сетей»

Должность: Заведующий лабораторией искусственного интеллекта

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСИ СО РАН),

Почтовый адрес: 630090, Новосибирск, проспект Лаврентьева, 6

Тел.: +79137852655

Тел. раб.: +7 (383)332-83-59

E-mail: zagor@iis.nsk.su

Подпись: _____ Дата: « 5 » октября 2026 г.

Подпись зав. лабораторией ИСИ СО РАН,

к.т.н., Загорулько Ю. А. заверяю

ученый секретарь ИСИ СО РАН _____

ДОЛЖНОСТЬ

ПО

Клеибулов Егор Андреевич
фамилия имя отчество