

## О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Минеева Павла Алексеевича «Повышение эффективности работы турбоустановок электрических станций с использованием искусственных нейронных сетей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки)

Работа выполнена на высоком научном уровне. Автор решает сложную и важную для современной энергетики задачу – повышение энергетической эффективности действующих турбоустановок. Выбор в качестве инструмента искусственных нейронных сетей абсолютно оправдан, так как он позволяет эффективно обрабатывать большие массивы данных, генерируемых промышленными системами, и выявлять нелинейные зависимости, которые трудно или невозможно установить традиционными методами. Работа соответствует паспорту заявленной специальности по всем ключевым пунктам: разработке алгоритмов оптимизации, математическому моделированию и совершенствованию технологий производства энергии.

Тема исследования находится на пересечении двух важных направлений: цифровизации энергетики и повышения ее энергоэффективности. Использование нейронных сетей для оптимизации основного оборудования электростанций, а не только вспомогательных систем, является перспективным и малоизученным направлением, что придает работе большую научную новизну.

Разработана и апробирована высокоточная модель расчёта показателей тепловой экономичности турбоустановок на основе искусственных нейронных сетей. Предложен комплексный алгоритм создания нейросетевых моделей, включающий предварительный факторный и кластерный анализ для оценки значимости параметров. Это повышает качество и интерпретируемость модели. Также разработан и реализован оригинальный алгоритм решения задачи повышения эффективности турбоустановок, позволяющий находить оптимальные режимы работы в реальном времени.

Практическая значимость. Работа имеет ярко выраженную практическую направленность. На ее основе создан программный комплекс, который уже внедрен в учебный процесс ИГЭУ и принят к рассмотрению на Калининской АЭС. Полученные результаты впечатляют: прогнозируемое снижение удельного расхода тепла на 0,63% и увеличение мощности на 2,96 МВт при оптимизации режима одной турбоустановки могут привести к многомиллионному экономическому эффекту в годовом исчислении. Это делает работу ценной для эксплуатационных предприятий.

### Замечание по работе

1. В таблице 1 «Выходные данные факторного анализа», расположенной на странице 9, а также в её продолжении на странице 10, в столбцах «Фактор 1» и «Фактор 6» представлены соответствующие данные. Однако в тексте

отсутствует расшифровка названий этих абстрактных факторов и их физическое значение.

Указанные замечания не снижают значимость выполненной диссертантом работы.

Диссертация соответствует требованиям пп. 9-11,13,14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а также паспорту научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки).

Считаю, что диссертация актуальна, выполнена на высоком научном уровне и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Минеев Павел Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки).

Заведующий кафедрой  
«Автоматизация технологических  
процессов и производств»  
ФГБОУ ВО «КГЭУ»,  
доктор технических наук, профессор

Андрей Владимирович  
Дмитриев

Профессор кафедры «Автоматизация  
Технологических процессов и  
производств»  
ФГБОУ ВО «КГЭУ»,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Николай Дмитриевич  
Якимов

Рабочий адрес: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, В-417.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский государственный энергетический  
университет», кафедра «Автоматизация технологических процессов и  
производств».

Рабочий телефон: (843) 519-42-58

Адрес электронной почты: atpp\_kgeu@mail.ru

Даю согласие на обработку персональных данных

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Подпись: *Дмитриева А.В.*  
Подпись: *Якимов Н.Д.*  
Подпись: *Хадибрахманова О.А.*  
19.11.2015