

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента Сосниной Елены Николаевны  
на диссертационную работу и автореферат Иванина Олега Александровича  
«Оптимизация энергетических комплексов малой распределенной энергетики»,  
представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы**

На отзыв представлены научно-квалификационная работа (диссертация) общим объемом 125 страниц машинописного текста и автореферат объемом 23 страницы. Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения, списка литературы и приложения. Основное содержание работы изложено на 123 страницах. Диссертация содержит 41 рисунок и 8 таблиц, библиография к работе представлена 85 источниками. Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Объединенном институте высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН).

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Иванина О.А. посвящена решению актуальной задачи повышения энергоэффективности энергетических комплексов малой энергетики за счет выбора оптимальной конфигурации комплекса и оптимальных режимов работы его оборудования, обеспечивающих минимальные затраты на производство энергии.

Если в энергобалансе страны доля малой распределенной генерации пока относительно мала, то в ряде крупных регионов, находящихся вне зон централизованного энергоснабжения, распределенная генерация преобладает. При этом активно используются комбинации, как традиционных энергоустановок, так и энергоустановок на ВИЭ, различных накопителей энергии. Эффективность таких комплексов во многом зависит от состава оборудования и согласованности оптимальных нагрузок комплекса с реальными нагрузками потребителя.

В качестве объекта исследования выбран «малый» энергетический комплекс – объект энергоснабжения с небольшой (до 1 МВт) мощностью генерирующего оборудования, который может эксплуатироваться как автономно, так и в составе распределительных сетей. В реалиях российской энергетики, где решающую роль играют

крупные ТЭЦ, АЭС, ГЭС, такой выбор является оправданным в связи с отмеченным автором диссертации трендом на увеличение доли малой энергетики в общем энергобалансе РФ.

Актуальность темы диссертации также подтверждается интересом отечественных и зарубежных ученых к проблемам распределенной энергетики, предлагающих различные подходы к решению оптимизационных задач.

### **Научная новизна полученных результатов**

Научная новизна диссертации заключается в разработке нового метода оптимизации схем и режимов работы энергетических комплексов распределенной энергетики на базе метода линейного программирования (симплекс-метода). Преимуществом метода перед существующими подходами к решению задачи является возможность применения его для оптимизации энергетических комплексов с варьируемым составом оборудования, который может включать как энергоустановки на углеводородном топливе, так и на возобновляемых источниках энергии, а также аккумулирующие установки. Кроме того, метод позволяет производить расчеты для когенерационных энергетических комплексов, в то время как большинство описываемых методов оптимизации ориентированы исключительно на электроэнергетику.

Разработан алгоритм моделирования электрических нагрузок на базе аппарата нейронных сетей. Данный алгоритм предназначен для прогнозирования краткосрочных нагрузок в условиях недостатка информации о потребителях, что определяет его научную новизну.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** не вызывает сомнений, так как автор использует апробированные методы математического и компьютерного моделирования энергетических систем, апробированные программные средства. Результаты моделирования, выводы и рекомендации основаны на анализе сравнения расчетных данных с результатами экспериментов на испытательном стенде.

## **Практическая значимость полученных результатов**

Представленная диссертационная работа имеет практическую ценность. Разработанная методика оптимизации схем и режимов работы энергетических комплексов может быть использована как при проектировании, так и реконструкции систем энергоснабжения автономных потребителей. Применение оптимизированных схем и режимных карт энергетических комплексов позволяет снизить затраты на энергоснабжение.

Данная методика была использована при выполнении проекта «Разработка и экспериментальная апробация технических решений повышения эффективности газотурбинных установок на основе внутрициклового сжатия топлива» в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы».

## **Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней**

Тема диссертации и ее содержание соответствуют паспорту научной специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы». Диссертационная работа вносит определенный вклад в область знаний, охватываемых данной научной специальностью.

Область исследований соответствует третьему пункту паспорта специальности: «Использование на этапе проектирования и в период эксплуатации методов математического моделирования с целью исследования и оптимизации структуры и параметров энергетических систем и комплексов».

Диссертационная работа обладает научной новизной и возможностью практического применения результатов.

Основные положения диссертационной работы своевременно опубликованы автором, в том числе, в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК (4 публикации). Автором получено 2 свидетельства на программу для ЭВМ. Всего по теме диссертации опубликовано 9 работ.

Автореферат диссертации в достаточной мере раскрывает основное содержание работы.

Отмеченное выше позволяет сделать вывод о том, что диссертация Иванина О.А. полностью отвечает квалификационным признакам и признакам соответствия, которые

установлены Положением о присуждении ученых степеней к кандидатским диссертациям, в том числе п. 9.

### **Замечания по диссертационной работе и автореферату**

В целом работа оформлена аккуратно. Автореферат и диссертация написаны грамотно, принятым техническим языком.

Основные замечания:

1. В тексте диссертации следовало бы дать ссылки на работы отечественных и зарубежных авторов, связанных с темой проводимых исследований.
2. Предлагаемый метод оптимизации не учитывает требования, предъявляемые к надежности энергоснабжения различных потребителей, и, как следствие, необходимость резервирования генерирующих мощностей.
3. При определении коэффициента загруженности (формула 2.3) в числителе указана мощность  $i$ -й установки на  $j$ -м интервале времени. Следует пояснить, какая мощность подразумевается под "текущей". Какое ее значение следует использовать: мгновенное, максимальное, действующее, среднее и т.д.?
4. Согласно формуле (2.4) коэффициент загруженности может быть меньше или равен единице. В случае использования ветроустановок (ВЭУ) фактическая мощность, вырабатываемая ВЭУ, может быть выше номинальной. Таким образом, наиболее эффективный режим работы не будет учтен при оптимизации. То же относится и к дизельным генераторам, которые могут работать с загрузкой выше номинальной.
5. Обучающая выборка для нейронной сети была сформирована из 26 графиков нагрузки, что едва ли может считаться достаточным количеством примеров для обучения нейронной сети.
6. Из текста диссертации неясно, в чем отличие разработанной модели графиков нагрузки от разработок других коллективов на основе нейронных сетей.

## Заключение

На основании анализа представленной диссертации следует отметить актуальность темы, новизну научных результатов, а также практическую значимость работы. Не вызывает сомнений достоверность и обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации. Работа оформлена в соответствии с предъявляемыми к ней требованиями, имеет чёткую последовательность в изложении материала. Диссертация полностью соответствует паспорту научной специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

Считаю, что диссертация Иванина Олега Александровича «Оптимизация энергетических комплексов малой распределенной энергетики» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, позволяющие повысить эффективность энергетических комплексов малой распределенной энергетики, практическое применение которых будет иметь существенное значение для развития электроэнергетической отрасли России.

Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., в том числе п. 9, а ее автор, Иванин Олег Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

Официальный оппонент:  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Электроэнергетика,  
электроснабжение и силовая электроника»  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный  
технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»



Елена Николаевна Соснина

24 сентября 2018 года

603950, ГСП-41, Н.Новгород, ул. Минина, д.24  
НГТУ, кафедра ЭССЭ,  
р.т.: 8(831) 432-91-85; м.т.: 8-909-287-22-90  
e-mail: sosnyna@nntu.ru

Подпись и реквизиты профессора Сосниной Е.Н. подтверждаю:

Ученый секретарь Ученого Совета  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный  
технический университет им. Р.Е. Алексеева»  
+7 (831) 436-23-91, uchsov@nntu.ru



И.Н. Мерзляков

