

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Иванина Олега Александровича

«Оптимизация энергетических комплексов малой распределенной энергетики»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

Тема диссертационного исследования Иванина О.А., безусловно, актуальна: необходимость развития малой распределенной энергетики обозначена в энергетической стратегии России до 2035 г. В частности, в разделе 3.4 (электроэнергетическая и теплоэнергетическая отрасли) в числе основных подходов к решению отраслевых задач указано «стимулирование потребителей к развитию локальных и интегрируемых в ЕЭС распределенных источников энергоснабжения..., формирование с их участием локальных интеллектуальных энергосистем с автоматизированными торговыми площадками».

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, и приложения. Работа изложена на 125 страницах, содержит 41 рисунок, 8 таблиц. Список литературы включает 85 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, обозначены цель и задачи работы, указана научная новизна, значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту, а также краткая структура работы.

В первой главе приводится краткое описание истории развития отечественной энергетики, обозначены причины, обуславливающие наметившийся в последние десятилетия тренд на развитие распределенной генерации. Приводится описание различных типов генерирующих установок и аккумуляторов, которые могут входить в состав энергетических комплексов малой энергетики. Приводится анализ публикаций, посвященных проблеме оптимизации энергетических комплексов. На основании изложенной информации делаются выводы об актуальности темы исследования, отсутствии универсальных решений решаемой в диссертационной работе оптимизационной задачи. В конце главы формулируются задачи исследования.

Во второй главе приводится описание обобщенной математической модели энергетического комплекса, обоснован выбор метода оптимизации. Изложены правила составления системы уравнений, описывающих оптимизационную задачу, и правила записи целевой функции. Приведено описание программы, реализующей предлагаемый алгоритм оптимизации и результаты двух расчетов энергетических комплексов, работающих на коммунально-бытовых потребителей.

В третьей главе обозначена проблема моделирования графиков электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей. Показано, что в условиях недостатка информации о потребителе, целесообразно использовать для решения этой задачи искусственные нейронные сети. Предложена структура нейронных сетей для моделирования электрических нагрузок сельских населенных пунктов и многоквартирных домов. Приведены результаты моделирования нагрузок, демонстрирующие удовлетворительную сходимость с контрольными графиками.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям на стенде, моделирующем энергетический комплекс. Приводится описание стенда, а также программы мониторинга параметров работы энергетического комплекса. Изложены результаты испытаний газопоршневой мини-ТЭЦ и вертикального бака-аккумулятора тепла. Представлена зонная модель бака-аккумулятора, верифицированная по результатам испытаний, которая может в дальнейшем быть использована при математическом моделировании аналогичных установок, либо при разработке системы автоматизированного управления ими. Представлены результаты математического и стендового моделирования суточного энергоснабжения коммунального и промышленного потребителей. Величины экономических затрат и объемы потребления топлива, полученные в результате эксперимента, незначительно отличаются от затрат, полученных расчетным путем, что подтверждает правильность допущений и зависимостей, использованных автором при разработке математической модели энергетического комплекса.

В заключении перечислены основные результаты, полученные по итогам диссертационного исследования.

Содержание работы полностью соответствует паспорту специальности 05.14.01 ВАК (Энергетические системы и комплексы) как по формуле (...на основе системного подхода, совершенствуются существующие энергетические системы, прорабатываются перспективные структуры энергетических систем и комплексов...), так и по области исследований (пункт 3: использование на этапе проектирования и в период эксплуатации методов математического моделирования с целью исследования и оптимизации структуры и параметров энергетических систем и комплексов и происходящих в системах энергетических процессов).

По итогам работы автором получены следующие научные результаты:

1. Выполнен анализ роли малой распределенной энергетики в российской энергетической отрасли, обоснована необходимость разработки методов

оптимизации энергетических комплексов с целью повышения их энергетической эффективности.

2. Разработана обобщенная математическая модель энергетического комплекса и метод оптимизации схем и режимов работы энергетических комплексов с произвольным составом оборудования на базе симплексного метода.
3. Разработан алгоритм моделирования краткосрочных электрических нагрузок коммунальных потребителей на базе искусственных нейронных сетей.
4. Разработана и верифицирована зонная модель вертикального жидкостного бака-аккумулятора тепла.
5. Проведены экспериментальные исследования стендовой модели энергетического комплекса, по результатам которых верифицировались разработанные математические модели и программы.

По материалам работы автором опубликовано 7 статей в рецензируемых изданиях, причем 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК, из них 2 – в изданиях, индексируемых в базе Web of science.

Научная новизна работы

Разработана методика оптимизации схем и режимов работы энергетических комплексов малой распределенной энергетики. В основе оптимизационных расчетов – симплекс-метод. Преимущество методики перед другими решениями данной задачи, представленными в отечественных и зарубежных публикациях – относительная универсальность предлагаемого решения и возможность оптимизации когенерационных систем. Выбранный автором симплекс-метод позволяет в перспективе оптимизировать не только когенерационные, но и тригенерационные энергетические и энерготехнологические комплексы.

Разработан алгоритм моделирования электрических нагрузок сельских населенных пунктов и жилых зданий с применением аппарата искусственных нейронных сетей. Новизна подхода заключается в выборе исходных данных таким образом, чтобы получить график нагрузки можно было бы даже в условиях недостаточной информации о потребителе.

Практическая значимость работы

Разработанная методика оптимизации схем и режимов работы энергетических комплексов малой распределенной энергетики может быть использована при проектировании энергетических комплексов, в том числе гибридных, когенерационных, тригенерационных. Методика может быть применена для выбора оптимального варианта

модернизации и при оценке потенциала повышения энергетической эффективности уже функционирующих энергетических комплексов.

Научные результаты, полученные в работе, могут быть использованы в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», в ООО «ЭнергоЦентрПроект» и других проектных организациях.

Перечень замечаний по работе

1. В работе отсутствует сравнение результатов проведенных расчетов с какими-либо аналогичными.
2. Наличие только двух тестовых расчетов не позволяет в полной мере оценить все возможности предлагаемой методики.
3. При моделировании нагрузок потребителей по 4 характерным дням, из годового графика нагрузок выпадают периоды экстремальных климатических условий, и полученная в результате оптимизации схема энергоснабжения не будет рассчитана на соответствующие этим условиям нагрузки.
4. Выборку исходных данных для обучения нейронных сетей нельзя назвать достаточной, кроме того, в случае с сельскими населенными пунктами, использовались графики нагрузок населенных пунктов, расположенных только в Якутии и Камчатском крае.
5. Не понятно, были ли использованы при разработке методики оптимизации результаты экспериментальных исследований, описанные в четвертой главе.

Следует отметить, что перечисленные замечания по существу работы не обесценивают научные результаты, полученные Иваниным О.А., а сама диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую паспорту специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

Автореферат отражает основное содержание диссертации и отвечает требованиям ВАК РФ.

Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Иванин Олег Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01. - «Энергетические системы и комплексы».

Отзыв составлен официальным оппонентом, заведующим кафедрой
Промышленных теплоэнергетических систем ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» к.т.н., доцентом
Яворовским Юрием Викторовичем.

Зав. каф. Промышленных теплоэнергетических
систем ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

к.т.н.

111250, г. Москва, Красноказарменная улица, 14

+7 (495) 362-75-53, y1000@list.ru



Яворовский Ю.В.

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

к.т.н.

111250, г. Москва, Красноказарменная улица, 14

+7 495 362-79-52, KuzovleyIV@mpei.ru



Кузовлев И.В.

20.09.2018

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" 111250, г. Москва,
Красноказарменная улица, 14, +7 (495) 362-75-60, universe@mpei.ac.ru