

## **Отзыв**

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента  
Зацепина Евгения Петровича  
на диссертацию Филимоновой Александры Александровны  
«Методы многоуровневого планирования и управления  
электропотреблением металлургического предприятия», представленную  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

### **1. Актуальность избранной темы**

Металлургический комплекс вносит существенный вклад в экономику Российской Федерации, являясь базовой отраслью народного хозяйства. На долю металлургической промышленности приходится до 5% ВВП. В современных экономических условиях для металлургических предприятий наиболее важным является вопрос их конкурентоспособности. Российский и зарубежный опыт показывает, что наибольший успех в этом возможен при минимизации издержек производства. При этом металлургия является одной из наиболее энергоемких отраслей промышленности. Поэтому вопросы снижения затрат на электрическую энергию на металлургических предприятиях за счет повышения эффективности планирования и управления электропотреблением технологических процессов является важным и актуальным.

Задача эффективного планирования и управления электропотреблением технологических процессов с учетом почасового планирования работ для крупных металлургических предприятий приобрела в настоящее время особую актуальность в связи с тем, что подавляющее большинство таких предприятий, как крупные потребители, являются участниками оптового рынка электрической энергии, подразумевающего на сегодняшний день почасовое планирование электропотребления, от точности которого зависит и цена на электрическую энергию. Сложность решения указанной задачи на металлургическом предприятии состоит в необходимости весьма детализировано учитывать технологические взаимосвязи между отдельными производствами при строгом выполнении контактного графика работ, что при наложении соответствующих ограничений и случайных событий не всегда возможно. Для крупных предприятий с полным технологическим циклом данная задача является чрезвычайно сложной, и на сегодняшний день она решена не в полной мере.

## **2. Структура и содержание диссертационной работы**

Представленная работа содержит на 154 страницы машинописного текста, 29 рисунков, 45 таблиц, 145 наименований цитируемой литературы и приложение.

*Во введении* обоснована актуальности работы, представлены цели и задачи исследования, объект и предмет исследования, научная новизна и практическая значимость диссертации, а также сведения об апробации работы.

*Раздел 1* содержит анализ проблем планирования и управления электропотреблением металлургических предприятий, а также обзор литературных источников, по результатам которого сформулированы цель и задачи исследования.

*Раздел 2* включает описание разработанных методов краткосрочного и среднесрочного планирования, а также многоуровневого прогнозирования электропотребления предприятия. Предложена многоуровневая расчетная схема планирования электропотребления металлургического предприятия.

*Раздел 3* содержит схему организации многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия. Приведено описание алгоритмов решения задачи минимизации общей ошибки прогноза потребления электроэнергии предприятием в целом. Представлены основные характеристики разработанного программного обеспечения нормирования и оптимального прогноза объемов потребления электрической энергии подразделениями ОАО «ММК» и комбинатом в целом.

*Раздел 4* содержит результаты экспериментальных исследований разработанных методов на основе реальных данных по выработке продукции и электропотреблению производственными подразделениями ОАО «ММК». Технологический эффект внедрения на ОАО «ММК» состоит в снижении общей ошибки прогнозирования потребления электроэнергии предприятием в целом на величину не менее 0,5%. Результаты проведения экспериментальных исследований методики краткосрочного планирования электропотребления показали, что повышение точности прогноза при почасовом планировании на уровне отдельных подразделений за 2014 год составило 8,2%.

*Заключение* содержит основные выводы, которые подтверждают успешное решение поставленных автором задач.

*Приложение* включает в себя акт внедрения результатов диссертационной работы.

## **3. Научные результаты работы и их новизна**

1) Предложен новый метод прогнозирования электропотребления на

различных производственных уровнях, отличающийся учетом несогласованности агрегированных представлений динамики потребления электроэнергии на верхнем уровне и высокой степенью детализации представления динамики электропотребления на нижних уровнях при почасовом планировании, позволяющий повысить точность прогноза электропотребления сложных технологических процессов и производств.

2) Разработана методика почасового нормирования и прогнозирования электропотребления для сложных производственных комплексов, основанная на решении задачи минимизации производственных затрат на оплату электрической энергии с учетом интегральной оценки эффективности графиков электропотребления на уровне подразделений предприятия. Разработанная процедура позволяет организовать централизованный контроль, планирование и прогнозирование качества локальных графиков электропотребления для производственных участков.

3) Предложен метод разрешения межуровневых противоречий при планировании и управлении электропотреблением технологических процессов в многоуровневой производственной структуре предприятия, основанный на применении нового, предложенного автором показателя - индекса снижения стоимости потребления электроэнергии, позволяющего оценить оптимальность предложенного графика электропотребления с точки зрения минимизации стоимости переменной части покупки электрической энергии.

#### **4. Основные практические результаты работы**

Значимость результатов работы для практики состоит в разработанном программном обеспечении, использующем предложенный автором метод многоуровневого прогнозирования электропотребления и алгоритмы решения задачи минимизации ошибки прогноза. Предложенное программное обеспечение, основываясь на данных по электропотреблению отдельных производственных участков, позволяет осуществлять прогноз потребления электрической энергии при заданных плановых значениях выпуска продукции и установленных значениях базовых технологических факторов, оценивать величину перерасхода потребления энергии и обуславливающие ее причины и определять резервы снижения затрат на потребление электрической энергии. Следует отметить, что разработанное методическое и программное обеспечение внедлено и используется в Технологическом управлении ОАО «ММК» при решении задач нормирования и управления электропотреблением промышленной площадки ОАО «ММК», что подтверждено актом.

## **5. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность научных результатов подтверждается обоснованностью принятых допущений, корректным использованием математического аппарата, совпадением результатов, полученных на основе предложенных методов, с показателями, полученными в реальных производственных условиях при экспериментальных исследованиях.

Все научные положения обоснованы, полученные результаты диссертационного исследования не противоречат известным научным положениям. Работоспособность предложенных методов, алгоритмов управления и программных средств подтверждена результатами реальной опытно-промышленной эксплуатации на объектах ОАО «ММК».

## **6. Апробация работы и публикации**

Материалы диссертации достаточно полно представлены в работах, опубликованных соискателем. Всего по теме диссертационной работы опубликовано 20 работ, в том числе 7 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 3 статьи – в базе SCOPUS. Научные публикации Филимоновой А. А. соответствуют диссертационной работе и с достаточной полнотой отражают её содержание, основные результаты и выводы.

Результаты работы докладывались и обсуждались на Международной конференции «Устойчивое энергетическое развитие в энергетике и строительстве 2015» (Sustainability in Energy and Buildings, SEB-15), Португалия, г. Лиссабон, 2015 г.; 17-й международной конференции по энергетическому менеджменту (17<sup>th</sup> International Conference on Energy Management), Италия, г. Рим, 2015 г.; Международной научно-практической конференции «Роль технических наук в развитии общества», г. Уфа, 2014 г.; Международной научно-практической конференции «Научные исследования: от теории к практике», г. Чебоксары, 2014 г; XXXII Всероссийской конференции по проблемам наук и технологий, г. Миасс, 2012 г.

## **7. Замечания по диссертации и дискуссионные положения**

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Несмотря на то, что в работе декларирована возможность решения сложной задачи планирования и управления электропотреблением предприятия в целом на основе учета лишь локальных графиков электропотребления,

сами локальные графики электропотребления требуют детального согласования со смежными подразделениями и производствами. Данный вопрос в работе не раскрыт.

2. В качестве ограничений для оптимизации графиков электропотребления на нижних производственных уровнях необходимо использовать не только требование по величине перерывов в работе оборудования, но взаимосвязи функционирования технологических машин.

3. При планировании и управлении электропотреблением не учитываются такие важные факторы как: учет активной и реактивной составляющих мощности и показателей качества электрической энергии.

4. Не указаны временные характеристики планирования для дуговой сталеплавильной печи. Как данные временные характеристики связаны с динамикой циклов выплавки стали дуговых сталеплавильных печей?

5. В обзоре литературы не рассмотрен ряд методов, которые широко используются при планировании и управлении электропотребления, в частности, не рассмотрен метод главных компонент.

6. В алгоритме, представленном на странице 57, рис. 3.4, не читается условие ветвления.

Указанные замечания не снижают высокий научный уровень работы и значимость полученных результатов.

## 8. Заключение

Представленная диссертация Филимоновой А.А. является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей всеми признаками актуальности, новизны и внутреннего единства. Содержание работы Филимоновой А.А. полностью соответствует формуле и п.п. 2, 3 области исследования, приведенной в паспорте специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Цель работы – повышение эффективности многоуровневого планирования и управления электропотреблением технологических процессов металлургического предприятия с учетом почасового планирования работ, сокращение затрат на электрическую энергию как на уровне отдельных подразделений, так и предприятия в целом – реализована в диссертационной работе.

Основные выводы и результаты диссертационной работы соответствуют поставленным задачам исследований и сформулированы автором структурно-содержательно.

Диссертационная работа Филимоновой А.А. написана грамотно и обладает внутренним структурным единством. Стиль изложения последователен

и логичен. Предмет исследований, цели и задачи работы, а также полученные результаты и выводы сформулированы достаточно четко.

Материалы и результаты исследований изложены в объеме, достаточном для понимания, корректно в научном и техническом отношениях. Это позволило автору раскрыть научно-техническую значимость диссертационной работы на необходимом для этого квалификационном уровне. Общее редакционное оформление диссертации замечаний не вызывает.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Диссертационная работа Филимоновой Александры Александровны «Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия» по объему исследований, их глубине, научной и практической значимости удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание учёной степени кандидата наук согласно п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (Постановление правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент – кандидат  
технических наук, доцент, Федеральное  
государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего об-  
разования «Липецкий государственный  
технический университет», доцент  
кафедры электрооборудования,  
г. Липецк.

398600, г. Липецк, ул. Московская,  
д. 30

Тел.: 8 (4742) 32-80-49  
e-mail: [ezats@mail.ru](mailto:ezats@mail.ru)



Зацепин Евгений Петрович

09 января 2017 г.

Подпись Зацепина Е.П., заверяю  
Начальник отдела кадров



Чижова Елена Борисовна