

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Филимоновой Александры Александровны  
«Методы многоуровневого планирования и управления  
электропотреблением металлургического предприятия», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Материал автореферата диссертационной работы Филимоновой А.А. ориентирован на решение актуальной и практически значимой задачи сокращения затрат металлургического предприятия на электрическую энергию за счет повышения эффективности планирования и управления электропотреблением.

Для решения поставленной задачи автор провел анализ задач и проблем планирования и управления электропотреблением технологических процессов металлургического производства, определяющих качество принимаемых решений в многоуровневой структуре предприятия с учетом введения почасового планирования. Выявлены межуровневые противоречия.

Большой практический интерес представляет метод краткосрочного планирования электропотребления на уровне подразделений. Для оценки экономической эффективности почасовых расписаний потребления электрической энергии введен новый показатель – индекс снижения стоимости потребления электроэнергии. Представлена многоуровневая расчетная схема планирования электропотребления, включающая в себя две ступени планирования: месячное и почасовое планирование.

На основе представленных методик разработано алгоритмическое и программное обеспечение нормирования и оптимального прогноза объемов потребления электрической энергии подразделениями ОАО «ММК» и комбинатом в целом. Разработанное методическое и программное обеспечение используется при решении задач планирования и контроля электропотребления промышленной площадки ОАО «ММК».

Методические разработки автора достаточно корректны и подтверждаются результатами экспериментальных исследований на реальных данных.

Автореферат содержит достаточное количество исходных данных, имеет грамотное изложение, написан технически квалифицированно.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на 6 международных научно-технических конференциях и опубликованы в 20 печатных изданиях, включая 7 статей в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ.

Все выше изложенное подтверждает новизну, научную и практическую значимость представленных материалов.

В качестве недостатков работы можно отметить следующее:

1. Из работы непонятно, каким образом осуществляются учет активной и реактивной составляющих электрической энергии.

2. Из текста автореферата неясно, каков в стоимостных показателях экономический эффект от внедрения результатов работы.

Отмеченные недостатки не снижают теоретической и практической ценности работы. Диссертационная работа Филимоновой А.А. «Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия» выполнена на современном научном уровне, и отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой «Электропривод и  
автоматизация промышленных  
установок» ФГБОУ ВО  
«Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический  
университет»

г. Комсомольск-на-Амуре  Соловьев Вячеслав Алексеевич

18 января 2017 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет»

681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27,  
тел. (4217) 53-60-09, e-mail: [eparu@knastu.ru](mailto:eparu@knastu.ru), <http://knastu.ru>

18 января 2017 г.

Против включения моих персональных данных в документы, связанные  
с рассмотрением диссертации Филимоновой А.А., не возражаю.

Подпись Соловьева Вячеслава Алексеевича заверяю

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «КНАГТУ»



Б.В. Шишкин

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ  
« 18 » 01 2017 г.  
начальник отдела кадров



В диссертационный совет  
Д 212.298.05  
при ФГАОУ ВО «ЮЖНО-УРАЛЬСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ»  
grigorevma@susu.ac.ru

на автореферат диссертационной работы Филимоновой А.А. на тему:  
«Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением  
металлургического предприятия», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Затраты на электроэнергию представляют собой одну из крупнейших составляющих постоянных затрат промышленных предприятий. В составе себестоимости продукции металлургических предприятий далеко не последнюю роль играют затраты на электроэнергию, поэтому экономия электроэнергии на предприятии приводит к снижению себестоимости выпускаемой продукции и к росту конкурентоспособности компании.

Диссертационное исследование посвящено вопросам минимизации затрат на потребление электроэнергии, что определяет его актуальность. Автором предлагается многоуровневый подход к решению данной задачи.

В работе выявлены межуровневые противоречия, возникающие при планировании и управлении электропотреблением в сложной многоуровневой структуре предприятия, в том числе с учетом почасового планирования. Автором предложен метод разрешения указанных противоречий. С этой целью вводится индекс снижения стоимости, позволяющий проводить экономическую оценку локальных графиков электропотребления.

В работе приведено описание и основные функции программного обеспечения, которое в настоящее время используется при решении задач планирования и контроля электропотребления на ОАО «ММК».

Автореферат отражает основное содержание диссертации, написан технически и литературно грамотным языком. Однако, в процессе ознакомления с текстом автореферата возникают следующие замечания и вопросы:

1. Рассматриваются ли в работе показатели качества электрической энергии при решении задач планирования и управления электропотреблением?
2. Чем обосновано при идентификации характеристик удельного электропотребления использование зависимости экспоненциального вида?
3. Желательно по разработанным методикам и программным продуктам на момент защиты диссертационной работы иметь свидетельства об регистрации

программ для ЭВМ от Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Отмеченные недостатки имеют частный характер и не уменьшают достоинств диссертационной работы, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Александра Александровна Филимонова, заслуживает присуждения ученой степени кандидата экономических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Федоров Олег Васильевич, профессор,  
докт. техн. наук, профессор кафедры  
«Управление инновационной деятельностью»  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»



Федоров О.В.

Адрес:  
603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24  
e-mail: fov52@nm.ru, fov52@mail.ru

« 16 » января 2017 г.

603950, ГСП-41,  
г. Нижний Новгород,  
ул. Минина, 24  
Тел.: 8 (831) 4-362-362  
e-mail: ineu@nntu.nnov.ru



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Филимоновой Александры Александровны** на тему:  
**«Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия»**  
по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Диссертационная работа Филимоновой Александры Александровны «Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия» имеет целью решение проблемы снижения затрат на электроэнергию для крупных промышленных предприятий с многоуровневой организационной структурой.

Актуальность работы обусловлена наличием в структуре крупных предприятий межуровневых противоречий при оценке объемов потребления электроэнергии, что обуславливает неэффективность почасового планирования электропотребления. Неравномерность графиков электропотребления при этом приводит к повышению издержек на покупку электроэнергии.

Диссертационная работа содержит исследование процесса краткосрочного планирования электропотребления на уровне подразделений. Для оценки качества планирования графиков электропотребления введен новый интегральный показатель – индекс снижения стоимости потребления электроэнергии. На основании разработанной методики был оптимизирован график электропотребления электросталеплавильного цеха.

В работе произведен анализ схем управления электропотреблением металлургического предприятия и предложен вариант многоуровневой схемы планирования потребления электроэнергии, учитывающий несогласованность верхних и нижних уровней управления потреблением ресурсов, а также недостоверность и неполноту исходных данных.

В рамках реализации предложенных решений было разработано программное обеспечение, позволяющее оптимизировать прогноз объемов потребления электрической энергии металлургического комбината (ОАО «ММК»). Технологический эффект внедрения состоит в снижении общей ошибки прогнозирования электропотребления на величину не менее 0,5% для предприятия в целом, и на уровне отдельных подразделений 8,2%.

Основные положения диссертационной работы прошли апробацию на множестве общероссийских и международных научно-технических конференциях. По результатам опубликовано 20 печатных работ, из них 7 в

рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК и 3 в журналах, входящих в систему цитирования Scopus.

По работе имеется замечание.

Из автореферата не ясен экономический эффект от внедрения предложенной многоуровневой схемы планирования электропотребления.

Тем не менее, указанное замечание не снижает ценности полученных результатов.

Работа выполнена на высоком научном уровне. Достоверность полученных результатов подтверждена результатами внедрения на действующем предприятии.

Диссертация Филимоновой Александры Александровны «Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия» представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, отвечающую требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки России, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Зав. кафедрой  
электроэнергетических систем  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
к.т.н.



Солопов Роман Вячеславович

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске  
214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1  
+7 (4812) 65-14-61, mail@sbmpei.ru



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Филимоновой Александры Александровны** «**Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Энергосбережение и повышение эффективности использования энергии на предприятиях промышленности в условиях сложности её получения и нанесения ущерба окружающей природной среде ставят эту проблему в разряд актуальнейших задач современной действительности. Решение задачи учёта влияния многоуровневой организационной структуры предприятия на принятие решений планирования и управления энергопотреблением при осуществлении технологических процессов имеет важное прикладное значение. Использование методологии принятия решений в сложных многоуровневых системах технологических процессов предприятия особенно актуально на практике в связи с необходимостью введения более гибкого почасового планирования потребления электроэнергии, что отражено в цели диссертационной работы.

В диссертации на основе анализа известных задач и проблем планирования и управления электропотреблением технологических процессов металлургического производства, автор предложила использовать новый метод многоуровневого прогнозирования электропотребления, с учётом несогласованности представления динамики потребления электроэнергии на верхнем уровне и динамики электропотребления на нижних уровнях при почасовом планировании; разработала методику почасового нормирования и прогноза потребления электроэнергии сложных производственно-технологических комплексов для минимизации расхода энергии с учётом интегральной оценки эффективности графиков потребления электроэнергии на уровне подразделений и цехов. Автором для разрешения межуровневых противоречий планирования и управления процессом электропотребления в многоуровневой структуре предприятия предложено использовать индекс снижения стоимости потребления электроэнергии с целью объективного контроля и повышения качества локального планирования графиков электропотребления на участках производства.

Результаты работы в виде методик и программно-алгоритмического обеспечения используются в технологическом управлении ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» при решении задач нормирования и управления энергопотреблением. Работа прошла достаточную апробацию, результаты ее опубликованы в реферируемых журналах, доложены на научно-технических конференциях. Практическая значимость работы заключается в возможности оценить величину и причины перерасхода электроэнергии в автоматизированном режиме для определения путей её снижения, как на локальном уровне, так и на уровне всего предприятия.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Из автореферата не совсем ясно, в чём суть *системного подхода* управлением электропотреблением на предприятии металлургии (стр.6...8)? Каковы особенности системного подхода в данном исследовании? С другой стороны концепция *процессного подхода* к управлению также подразумевает, что «управлять процессом означает предсказывать и планировать, организовывать, распоряжаться, координировать и контролировать».

2. Какие требования с точки зрения предложенных автором научных и практических рекомендаций должны быть предъявлены к системам оперативно-диспетчерского управления (SCADA) в составе АСУ-ТП и АСУ-П?
3. Как соотносится величина снижения общей ошибки прогнозирования потребления электроэнергии на предприятии на 0,5% при оценке технологического эффекта внедрения результатов работы автора с метрологическими характеристиками информационно-измерительной системы АСУ-ТП и АСУ-П (стр.6)?

Отмеченные замечания не меняют общей положительной оценки диссертационной работы. Основное содержание работы достаточно отражено в автореферате и публикациях. В работе содержится ряд новых, оригинальных перспективных решений для практической реализации, при этом необходимые разработки, исследования и внедрения с новыми полезными научными результатами выполнены, и достоверность их доказана.

В целом, выполненные разработки, исследования и практические результаты Филимоновой А.А. следует квалифицировать как законченное решение актуальной задачи – разработки алгоритмического и программного обеспечения для прогнозирования потребления энергетических ресурсов в условиях заданного плана выпуска продукции металлургического предприятия и установленных значениях базовых технологических факторов. Анализ автореферата, показывает, что представленная к защите работа соответствует всем требованиям п.9...14 «Положения ВАК Российской Федерации о присуждении учёных степеней», а её автор **Филимонова Александра Александровна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Заведующий кафедрой электропривода и электрооборудования  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета,  
почетный работник высшего профессионального  
образования РФ, доктор Ph.D, к.т.н., доцент,  
634050, г. Томск, пр. Ленина,30; ТПУ, ЭНИН  
сот. 89138550804; [dementev@tpu.ru](mailto:dementev@tpu.ru)

 Дементьев Юрий Николаевич

Доцент кафедры электропривода  
и электрооборудования Национального исследовательского  
Томского политехнического университета,  
к.т.н., доцент,  
634050, г. Томск, пр. Ленина,30; ТПУ, ЭНИН  
сот. 89138128813; [kladiev@tpu.ru](mailto:kladiev@tpu.ru)  
19 января 2017 г.

 Кладиев Сергей Николаевич

Подписи Дементьева Ю.Н. и Кладиева С.Н. заверяю:

Ученый секретарь Национального  
исследовательского Томского  
политехнического университета



 О.А. Ананьева

Ученому секретарю диссертационного совета Д 212.298.05 при Южно-Уральском государственном университете (НИУ)  
д.т.н. доценту Григорьеву М.А.  
Россия, 454080, г. Челябинск,  
проспект. Ленина, д. 76.  
e-mail: [grigorevma@susu.ac.ru](mailto:grigorevma@susu.ac.ru).

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Филимоновой Александры Александровны на тему «Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертационная работа Филимоновой Александры Александровны посвящена решению актуальной проблемы энергосбережения на металлургическом предприятии.

Данная работа является дальнейшим развитием направления исследований по энергосбережению в металлургической отрасли, большой вклад в которое внес профессор Никифоров Г.В. Развитие в данной работе заключается в постановке задачи и полученных результатах по созданию единой системы планирования и управления электропотреблением, охватывающей все уровни металлургического предприятия.

Одним из свидетельств достаточно высокого теоретического уровня и глубины проработки положений данной работы является учет возможной некорректности постановки задачи и применение методов регуляризации при минимизации ошибок прогноза потребления электроэнергии. Проблема некорректности постановки задачи при построении энергетических характеристик и моделировании электропотребления была достаточно глубоко раскрыта в работах Авилова-Карнаухова Б.Н. и Зюбровского Л.Г. по экономии электроэнергии на рудообогатительных фабриках (Авилов-Карнаухов Б.Н., Зюбровский Л.Г. Экономия электроэнергии на рудо-обогатительных фабриках. - М.: Недра, 1987. - 160с.). Аналогичные проблемы для металлургического предприятия решены в работе Филимоновой А. А.

Представляет практический и теоретический интерес предложение автора ввести новый показатель – индекс снижения стоимости потребления электроэнергии, обеспечивающий контроль и управление качеством планирования графиков электропотребления.

По автореферату имеются следующие замечания.

1. Термин оптимальное прогнозирование (стр. 18). Прогноз может быть точным или неточным, удовлетворять некоторым требованиям или нет.

Судя по тексту, речь идет о прогнозе оптимального почасового графика для конкретной сложившейся ситуации.

- Использовались ли в данной работе элементы теории расписаний? Судя по рис. 2, 4, 5 автореферата, возможно, использовались, но в рубрике «Методы исследований» на стр. 4 указаны лишь методы математической статистики.

Замечания не снижают научную и практическую ценность диссертационной работы, которая является перспективной в плане практического использования и теоретического развития полученных результатов, соответствует паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»; отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (в том числе п.9), которые предъявляются к кандидатским диссертациям.

Филимонова Александра Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Доктор технических наук, профессор  
кафедры «Электроснабжение  
и электропривод» ФГБОУ ВО  
«Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова»

Троицкий Анатолий  
Иванович

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова».

346428, г. Новочеркасск Ростовской области, ул. Просвещения, д. 132.

тел. +7(863) 525-56-50, E-mail: eps@npi-tu.ru

Подпись Троицкого А.И. заверяю.  
Учёный секретарь ЮРГПУ (НПИ)



Н.Н. Холодкова

## Отзыв

на автореферат диссертации «Методы многоуровневого планирования и управления электропотреблением металлургического предприятия», представленной Филимоновой Александрой Александровной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

В условиях рыночной экономики при достаточно высоких ценах на энергоресурсы эффективное управление энергопотреблением является необходимым условием для успешной работы и развития предприятия. Требуется разработка соответствующих методов планирования и управления на различных уровнях иерархической системы электроснабжения крупных производственных объектов. Поэтому тема диссертации Филимоновой А.А. является актуальной и значимой.

Металлургическое предприятие имеет множество подразделений и структур, связанных технологически и организационно, поэтому необходимо согласовывать динамику электропотребления на различных уровнях. В работе разработаны соответствующие методы многоуровневого планирования расходов электроэнергии с оптимизацией производственной загрузки оборудования.

Следует особо выделить следующие результаты диссертационной работы, обладающие научной новизной и практической значимостью:

1) Разработан метод многоуровневого прогнозирования, позволяющий учесть и согласовать детализированные представления динамики потребления электроэнергии на уровне подразделений и обобщить динамику на уровне предприятия в целом. Представленный метод позволяет повысить точность прогноза потребления электрической энергии для крупных производств.

2) Предложена методика почасового нормирования и прогнозирования потребления электроэнергии для крупных металлургических предприятий, основанная на минимизации производственных расходов.

3) Разработан метод разрешения межуровневых противоречий, возникающих при решении задач планирования и управления электропотреблением в многоуровневой структуре предприятия. Автор предложил ввести новый показатель – индекс снижения стоимости потребления электроэнергии. Данный показатель обеспечивает контроль и управление качеством планирования графиков электропотребления.

Практическая ценность работы подтверждена использованием ее результатов в ОАО «ММК».

По автореферату имеются некоторые замечания:

1. На с. 6 указано, что общая ошибка прогнозирования потребления электроэнергии по предприятию снизилась на 0,5 %, однако не указано, какая точность прогноза достигнута и как она оценивалась.

2. Из автореферата неясно, по каким базовым графикам оценивалась динамика изменения индекса снижения стоимости потребления электроэнергии (пример на рис. 6).

Приведенные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы.

В целом работа выполнена на высоком научном уровне и может быть представлена к защите, а ее автор Филимонова А.А. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Доцент кафедры «Электроснабжение  
промышленных предприятий»  
ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский университет «МЭИ»,  
канд. техн. наук, доцент

Матюнина Юлия Валерьевна,  
24 января 2017 г.

Служебный адрес: 111250,  
Россия, г. Москва,  
Красноказарменная улица, д. 14.  
Тел. 8 (495) 362-73-86  
e-mail [MatyuninaYV@mpei.ru](mailto:MatyuninaYV@mpei.ru)

Подпись Матюниной Ю.В. заверяю:

Помощник проректора по научной работе

С.А. Цырук

