



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

03.06.2022

№ 9-0133/1

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Санкт-Петербургский  
горный университет»  
профессор, д.э.н.



Н.В. Пашкевич

«03» июня 2022 г.

**О Т З Ы В**

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на диссертационную работу Воронина Вячеслава Андреевича по теме: «Повышение эффективности компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

На отзыв предоставлена рукопись диссертационной работы полным объёмом 194 страницы машинописного текста, состоящая из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы из 114 наименований, 86 рисунков, 23 таблиц и 4 приложений. Автореферат диссертации представлен на 24 страницах.

**1. Актуальность темы диссертационного исследования**

Согласно Программе развития угольной промышленности России на период до 2035 года повышение конкурентоспособности российских угольных компаний будет осуществляться за счет технологического развития

угольной промышленности: модернизации и технического перевооружения; внедрения угольными компаниями высокоэффективных технологий угледобычи; внедрения цифровых технологий в процессах добычи и переработки угля. В соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р крупные инвестиции направлены на создание комплекса технологий, повышающих эффективность угледобычи и углепереработки.

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о высокой актуальности и значимости исследований, направленных на повышение эффективности работы предприятий угольной промышленности.

В настоящей диссертационной работе Ворониным В.А. рассмотрено повышение эффективности компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт за счет использования автоматических ступенчатых конденсаторных установок рудничного исполнения при учете динамических режимов работы горно-шахтного оборудования, особенностей технологического процесса угледобычи и горно-геологических условий. Решение поставленных задач настоящего исследования направлено на повышение точности выбора параметров конденсаторных установок и увеличение эффективности компенсации реактивной мощности, что обеспечит рост энергетической эффективности работы угольных шахт.

Исходя из этого, разработка подходов к выбору рациональной мощности, числа ступеней, количества и мест размещения конденсаторных установок на стадиях проектирования и эксплуатации систем электроснабжения выемочных участков угольных шахт является важной прикладной задачей, а тема работы В.А. Воронина является актуальной.

## **2. Содержание диссертационной работы**

Диссертационная работа изложена на 194 страницы машинописного текста, состоящая из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы из 114 наименований, 86 рисунков, 23 таблиц и 4 приложений.

**Во введение** обоснована актуальность темы исследований, определена цель и задачи работы, сформулированы научная новизна, практическая значимость и научные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** выполнен анализ состояния проблемы компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт, проведен статистический анализ потребления активной и реактивной мощности горным оборудованием выемочного участка, обоснована необходимость разработки подходов к выбору параметров УКРВ на основе использования методов имитационного моделирования.

**Вторая глава** посвящена разработке комплексной имитационной модели системы электроснабжения выемочного участка, электроприводов горно-шахтного оборудования и контроллера для автоматической

ступенчатой конденсаторной установки, предназначенной для исследования характера изменения потребляемой реактивной мощности в динамических режимах работы горно-шахтного оборудования и для оценки эффективности работы управляемых устройств компенсации реактивной мощности.

**Третья глава** посвящена разработке подходов для выбора мощности, числа ступеней, количества и мест размещения УКРВ в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт, а также исследованию факторов, влияющих на выбор данных параметров, выполнен сравнительный анализ различных методов оптимизации и сформулирована целевая функция.

**В четвертой главе** приводятся результаты апробации и оценки эффективности предложенных подходов выбора параметров УКРВ, предложены практические рекомендации по применению полученных результатов.

**В заключении** изложены основные результаты исследований и перспективы их дальнейшего развития.

### **3. Основные научные результаты и их значимость**

Научная новизна работы заключается в следующем:

– сформирован типовой сценарий рабочей смены выемочного участка на основании статистического анализа массивов измерений электрических и технологических параметров выемочного участка с очистным комбайном Eickhoff SL 900;

– разработана компьютерная имитационная модель системы электроснабжения выемочного участка угольной шахты, которая может быть использована для моделирования реактивного электропотребления электроприводов горных машин выемочного участка при учете особенностей технологического процесса и горно-геологических условий;

– предложены подходы к выбору параметров автоматических ступенчатых УКРВ на основе использования методов оптимизации и имитационного моделирования, отличающиеся от существующих тем, что учитывают особенности технологического процесса выемочного участка и неравномерный характер электрических нагрузок горных машин.

Практическая ценность работы заключается в том, что были сформулированы подходы к выбору рациональной мощности, числа ступеней, количества и мест размещения УКРВ в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт.

Предложенные подходы позволяют увеличить точность определения параметров УКРВ и соответственно повысить экономический эффект от компенсации реактивной мощности за счет учета динамического характера электрических нагрузок горных машин, особенностей технологического процесса и горно-геологических условий при выборе параметров УКРВ.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в проектной деятельности при разработке мероприятий по компенсации реактивной мощности.

#### **4. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты исследований позволяют:

- моделировать потребление активной и реактивной мощности в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт в динамических режимах работы, с учетом особенностей технологического процесса угледобычи и горно-геологических условий, что может быть использовано для повышения точности определения расчетных электрических нагрузок выемочных участков;

- повысить точность и обоснованность выбора параметров управляемых устройств компенсации реактивной мощности за счет использования больших массивов измерений при определении их конфигурации;

- повысить экономическую эффективность компенсации реактивной мощности за счет повышения точности определения мощности, числа ступеней, количества и мест размещения УКРВ в системах электроснабжения выемочных участков угольных шахт.

#### **5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, могут быть использованы:

- при разработке учебно-методических материалов по курсам «Электроснабжение опасных производственных объектов» и «Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения»;

- при разработке программно-вычислительных комплексов и SCADA систем для принятия проектных решений по компенсации реактивной мощности;

- при проектировании систем электроснабжения выемочных участков угольных шахт.

#### **6. Публикации**

Общее число публикаций по теме диссертации 18 статей, в том числе 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 9 статей в журналах и трудах научных конференций, индексируемых в международных базах Web of Science, Scopus и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

## 7. Замечания по диссертационной работе

По тексту диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В актуальности темы исследования диссертационной работы имеется следующее словосочетание «механизированный комплекс выемочных участков», следовало бы использовать общепринятые определения: «комплексно-механизированный забой» или «высокопроизводительный выемочный участок».

2. На рис. 57 (стр. 105) показаны возможные места для подключения УКРВ, в число которых входят выводы ВН ПУПП, однако, при апробации предложенных подходов в главе 4 это место подключения УКРВ было исключено из рассмотрения без приведения соответствующих обоснований.

3. В разделе 3.1.2 рассмотрено итерационное моделирование режимов работы выемочного участка при изменении протяженности кабельной линии Л1 от 0,1 до 8 км, однако, выбор обозначенных границ по тексту никак не комментируются.

4. Чем объясняется существенный размах (0,12-0,8 от  $Q_{ном}$ ) изменения реактивной мощности очистного комбайна, в основе привода которого лежит асинхронный двигатель? Вполне возможно имеется ввиду изменение коэффициента мощности.

5. При оценке методов оптимизации был выполнен сравнительный анализ различных методов. По какой причине не рассматривался метод, основанный на обучаемой нейронной сети, который является достаточно эффективным?

## 8. Заключение

Диссертационная работа Воронина В.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой получено решение актуальной задачи разработки подходов к выбору рациональной мощности, числа ступеней, количества и мест размещения УКРМ на стадиях проектирования и эксплуатации систем электроснабжения выемочных участков угольных шахт, имеющей существенное значение для развития угледобывающей промышленности.

Замечания по диссертационной работе не снижают её научной и практической ценности, а свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований и научно-технических разработок в этом актуальном направлении. Диссертационная работа соответствует пунктам 1,2 паспорта специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», а также требованиям Положения Министерства образования и науки РФ о присуждении ученых степеней, а ее автор Воронин Вячеслав Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры общей

электротехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», протокол № 24 , от «03» июня 2022 г. Отзыв составлен по результатам обсуждения диссертации.

Заведующий кафедрой *общей электротехники* федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»  
Доктор технических наук, профессор:

  
Шклярский Ярослав Элиевич

Секретарь заседания  
инженер I категории:

  
Макеева Елена Вадимовна

« 03 » июня 2022 г.

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет»

СПГУ, Горный университет


Почтовый (фактический) адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д. 2

Официальный сайт в сети Интернет: [www.spmi.ru](http://www.spmi.ru)

E-mail: [rectorat@spmi.ru](mailto:rectorat@spmi.ru)

Контактный телефон: +7 (812) 328-82-00; +7 (812) 328-82-81



Сделана по поручению  
Заведующего  
отдела  
производства  Е.Р. Яновицкая  
" 03 " 06 2022 г.