

## АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD)  
по специальности: 6D071800 – «Электроэнергетика»

**Паршина Галина Ивановна**

### **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДОБЫЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Диссертационная работа посвящена проблеме минимизации рисков принятия не корректных решений при расчете схем электроснабжения добычных участков угольных шахт.

**Актуальность работы.** Эксплуатация электротехнического оборудования может быть причиной аварий, происходящих на шахтах угольных бассейнов, поэтому от качественного и надежного функционирования электротехнических комплексов зависит безопасность и эффективность работы добычных участков угольных шахт. На угольных шахтах РК в период 2000-2018 произошли электротехнические, технологические и организационно-методологические изменения, связанные с внедрением прогрессивных технологий, техники, новых правил безопасности и изменения статуса предприятий.

Специфика эксплуатации электротехнических комплексов угольных шахт, и прежде всего зависимость схем электроснабжения и электропотребления от подвижного характера горных работ, требует от специалиста отдела главного энергетика качественных знаний и опыта при расчете схем электроснабжения добычного участка с учетом взаимовлияющими факторов.

В ВУЗах Республики Казахстан по действующему классификатору специальностей бакалавриата и магистратуры нет специальности ориентированной на электротехнические проблемы горных предприятий. Поэтому существует необходимость создания как автоматизированной системы для проведения качественных расчетов и документирования схем электроснабжения добычных участков угольных шахт, так и системы повышения уровня квалификации работников электротехнических служб.

**Объектом исследования** в работе являются электротехнические комплексы добычных участков угольных шахт.

**Предметом исследования** является система и обслуживание электроснабжения добычных участков угольных шахт.

**Целью исследования** является создание методологической и алгоритмической базы для обеспечения расчета схем электроснабжения электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт в соответствии с регламентирующими документами и создания технологии

обучения и контроля знаний специалистов отдела главного энергетика угольных шахт.

**Идея работы** заключается в создании триединой системы включающей: автоматизированную подсистему расчета схем электроснабжения добычных участков, регламентированных правилами безопасности угольных шахт; тестовую дистанционную систему обучения, обеспечивающую необходимый уровень знаний персонала электротехнических служб; эвристическую систему оценки знаний персонала электротехнических служб добычных участков угольных шахт.

**Задачи исследования.** В диссертационной работе для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– разработка принципов построения и алгоритмов работы автоматизированной подсистемы расчета схем электроснабжения добычных участков угольных шахт;

– разработка программного обеспечения автоматизированной подсистемы расчета схем электроснабжения добычных участков угольных шахт;

– разработка принципов построения, алгоритмов работы автоматизированной системы обучения и оценки знаний персонала электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт;

– исследование влияния уровня знаний персонала электротехнических служб отделов главных энергетиков угольных шахт на качество расчетов схем электроснабжения добычных участков.

**Методы исследования, обоснованность и достоверность результатов.**

Достоверность теоретических исследований и предлагаемых технических решений по созданию методологической и алгоритмической базы для обеспечения качества расчета систем электроснабжения электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт, подтверждается использованием фундаментальных законов электротехники, применением апробированных методов теории вероятности, методов обработки экспериментальных данных, теории интеллектуальных систем управления, методов алгоритмизации и программирования.

Достоверность разработанных алгоритмов и методов, предлагаемых в работе, обоснованность выводов и рекомендаций базируется на теоретических основах проектирования систем электроснабжения угольных шахт и подтверждена существующими методиками практических расчетов добычных участков шахт УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

Работа выполнялась в рамках государственного гранта МОН РК. НИР № Гос. регистрации 0112РК02313, инв. № 0214РК01043 «Исследование и разработка иерархических информационно-управляющих технологий оптимизации функционирования теплоснабжающих комплексов мегаполисов». Научный руководитель д.т.н., профессор Фешин Б.Н. Заключительный отчет, г. Караганда, 2014 г., 254 с.

### **Научные положения, выносимые на защиту:**

- безопасность эксплуатации добычных участков угольных шахт зависит от качества и своевременности изменения состояния систем (схем) электроснабжения;

- надежность и качество эксплуатации электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт достигается путем системного решения триединой задачи:

- триединая система обеспечивает вероятность повышения качества расчета схем электроснабжения,

- достижение необходимого уровня знаний персонала электротехнических служб возможно путем обучения в среде триединой системы,

- квалифицированная оценка профильной подготовки персонала электротехнических служб шахт достигается путем тестовой оценки знаний.

**Научная новизна исследований и полученных результатов.** Новыми научными результатами являются:

- принципы построения единого интегрированного комплекса (триединой системы) обеспечивающего качество и надежность расчета схем электроснабжения добычных участков угольных шахт;

- единая интегрированная база данных, объединяющая компоненты системы электроснабжения добычных участков угольных шахт, службы главного энергетика УШ, учебные центры и контрольные комиссии угольных департаментов;

- структура, алгоритмы работы триединой системы и программные компоненты;

- методика эвристической оценки знаний персонала электротехнических служб угольных шахт.

**Объем и структура работы.** Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, 3 приложений. Содержит 152 страницы машинописного текста, 46 рисунков, 66 формул, 11 таблиц, список использованных источников, включающий 165 наименования.

**Содержание работы.** Во введении приводится обоснование актуальности решаемой в диссертационной работе научно-прикладной проблеме. Сформулированы цели, задачи, научная новизна, практическая значимость работы, научные положения, выносимые на защиту. Приводятся сведения по используемым методам исследования, апробации и внедрению результатов работы, структуре и объёму диссертации.

В первой главе проведен анализ регламентирующих документов по эксплуатации электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт, основных характеристик и режимов работы электротехнических комплексов, структуры построения систем контроля и управления электротехническими комплексами; доказана необходимость создания единого интегрированного комплекса для оптимизации режимов эксплуатации электротехнических комплексов добычных участков угольных

шахт; предложена структура построения триединой системы включающая: автоматизированную систему расчета схем электроснабжения добычных участков; тестовую дистанционную систему обучения; эвристическую систему оценки знаний.

Во второй главе на основе проведенного анализа теоретических основ проектирования систем электроснабжения добычных участков угольных шахт и методик практических расчетов, применяемых на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау», разработаны основа базы знаний единой интегрированной системы, алгоритмы расчета схем электроснабжения добычных участков угольных шахт. На основе анализа характеристик параметров алгоритмов расчета схем электроснабжения дана оценка вероятности принятия к технической реализации неверных расчетов схем электроснабжения добычных участков. Доказана необходимость создания автоматизированной системы расчета схем электроснабжения для снижения общего риска до доли физических лиц. Приводятся материалы по разработке автоматизированной системы расчетов схем электроснабжения (АС РСЭС) добычных участков угольных шахт, в том числе: принципы построения АС РСЭС, анализ информационных потоков АС РСЭС, описывается процесс разработки алгоритмического, программного обеспечения и базы данных.

В третьей главе, на основе анализа современных веб-ориентированных технологий обучения и опыта дистанционного обучения технических специалистов, разработаны принципы построения подсистем «Обучение» и «Оценка знаний» сотрудников отдела главного энергетика. Доказано, что для улучшения качества подготовки технических специалистов, принимающих ответственные решения и несущих юридическую ответственность, эффективно применять веб-ориентированные интеллектуальные экспертные системы и тренажеры.

В четвертой главе разработаны подсистемы «Обучение» и «Оценка знаний» персонала инженерных служб электротехнических комплексов угольных шахт. Предлагается методика эвристической оценки знаний персонала электротехнических служб угольных шахт, приводятся результаты исследования функции знаний в системе оценки компетентности сотрудников электротехнических служб угольных шахт, разработаны принципы построения тренажера энергетика и алгоритм решения триединой задачи.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации по диссертационной работе.

**Результаты работы.** Предложена структура триединой интегрированной системы, включающая: автоматизированную систему расчета схем электроснабжения добычных участков, дистанционную систему обучения, эвристическую систему оценки знаний.

Разработана система автоматизированного расчета схем электроснабжения добычных участков угольных шахт, являющееся основой подсистемы «Проектирование». Система автоматизированного расчета

построена на базе авторского программного обеспечения, и включает в себя программные аналоги, систему хранения, поиска и обновления информационных характеристик электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт.

Предложены принципы построения подсистемы «Обучение» для технических специалистов, принимающих ответственные решения и несущих юридическую ответственность. Подсистема построена на базе веб-ориентированной экспертной системы обучения и специализированного тренажера.

Предложены принципы построения подсистемы «Оценка знаний».

По результатам проведенных исследований функции знаний в системе оценки компетентности сотрудников электротехнических служб угольных шахт для подсистемы «Оценки знаний», предложены алгоритмы формирования общей оценки качества знаний на основании сложности вопросов и времени прохождения тестов.

Предложены принципы построения интегрированной базы знаний триединой системы и тренажера энергетика. База знаний и тренажер энергетика являются связующими звеньями системы.

**Область применения.** Угольное предприятие с подземной добычей.

**Экономическая эффективность и значимость работы.** Исследовано влияние уровня знаний персонала электротехнических служб отделов главных энергетиков угольных шахт на качество расчетов схем электроснабжения добычных участков. Разработана триединая система, включающая автоматизированную подсистему расчета схем электроснабжения добычных участков угольных шахт, подсистемы экспертной подготовки и эвристической оценки знаний персонала электротехнических служб угольных шахт, и обеспечивающая надежность работы систем электроснабжения добычных участков угольных шахт, выполнение добычных работ в соответствии с регламентирующими документами, получение требуемого количества полезного ископаемого.

**Личный вклад соискателя** заключается в выполнении исследований влияния уровня знаний персонала электротехнических служб отделов главных энергетиков угольных шахт на качество расчетов схем электроснабжения добычных участков; разработке принципов построения, алгоритмов работы и программных компонентов триединой системы; подготовке публикаций по результатам проведенной работы.

**Апробация результатов диссертации и публикации.** Основные положения диссертационной работы докладывались, обсуждалось и получили одобрение:

- на научных семинарах КарГТУ;
- на научно-техническом семинаре кафедры «Системы приводов, мехатроника и робототехника» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург, Россия, протокол № 5 от 10.05.2018 г.)

– на 9 международных конференциях, в том числе 6 зарубежных, из них 2 входят в индексируемую базу данных Scopus:

1. Feshin B., Parshin G., System of Providing of Effective Using of Electrotechnical Complexes of Mining Department of Mines // 22nd World Mining Congress & EXPO 11-16. – Istanbul, 2011. – Vol. 3. – P. 441-448;

2. Фешин Б.Н., Паршина Г.И. Система оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб угольных шахт // Труды Междунар. науч.-метод. конф. «Университет ШОС – новые горизонты дистанционного образования: опыт, практика, перспективы развития». – Караганда: КЭУ, 2013. – С. 42-44;

3. Паршина Г.И. Эвристические системы обучения и контроля знаний персонала электромеханических служб теплоснабжающих комплексов мегаполисов (ТКМ) // Труды VI Междунар. науч.-техн. конф. «Электромеханические преобразователи энергии». – Томск: ТПУ, 2013. – С. 307-313;

4. Паршина Г.И. Разработка автоматизированной системы обучения и контроля знаний сотрудников электротехнических служб // Труды Междунар. конф. «Информатизация инженерного образования (Инфорино 2014)». – М.: МЭИ, 2014. – С. 451-454;

5. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Структура информационного обеспечения автоматизированной системы расчета электроснабжения добычных участков угольных шахт. // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», Сагиновские чтения № 7. – Караганда: КарГТУ, 2015. – Ч. 1. – С. 352-354;

6. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка основных принципов построения тренажера энергетиков // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», Сагиновские чтения № 8. – Караганда: КарГТУ, 2016. – Ч. 4 – С. 309-311;

7. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Принципы построения тренажера энергетиков добычных участков угольных шахт // Труды VI Междунар. науч.-техн. интернет-конф. молодых ученых «Автоматизация, мехатроника, информационные технологии». – Омск.: ОмГТУ, 2016. – С. 222-226;

8. Parshina G.I., Feshin B.N., Breido I.V. Developing principles of building the simulator for energy worker and technology for coal mine electrical service staff training // Proceedings of the 27th DAAAM International Symposium. – Vienna: DAAAM International, 2016. – P. 595-599;

9. Parshina G., Feshin B. The system for designing stope face power supply and coal mine electrical services staff knowledge control // 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. – Chelyabinsk, 2016. – P. 1-4.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Карагандинского государственного технического университета, а также прошли апробацию на шахтах Угольного Департамента АО «АрселорМиттал Темиртау».

По материалам диссертационной работы получено 1 свидетельство об интеллектуальной собственности № 919 от 29.06.2018 ИС 008727 и опубликовано 24 печатные работы, в том числе:

– 1 монография «Обеспечение эффективной эксплуатации электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт»;

– 2 статьи в зарубежном научном журнале с не нулевым импакт-фактором, входящим в индексируемую базу данных Scopus:

1. Parshina G.I., Feshin B.N., Lucas W.A. The integrated development system of breakage faces power supply, training and knowledge assessment of staff of coal mines electromechanical services // EAI Endorsed Transactions on Energy Web and Information Technologies. – 2017. – Vol. 4, Iss. 12. – P. 1-9;

2. Breido, B. Feshin, G. Parshina, L. Lyubchenko, R. Markvardt, A. Sichkarenko. The training technologies by specialty «Automation and control» within the program «Synergy» // EAI Endorsed Transactions on Energy Web and Information Technologies. – 2018. – Vol. 5, Iss. 19. – P. 1-11;

– 12 статей в журналах, определенных списком Комитета по контролю в сфере образования и науки РК:

1. Паршина Г.И. Опыт внедрения системы для дистанционного образования MOODLE // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2004. – Вып. 4 (17). – С. 13-15;

2. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Структура экспертных систем оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий // Труды университета 2009. – Караганда: КарГТУ, 2009. – Вып. 4. – С. 88-90;

3. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Критерии оценки качества знаний персонала инженерных служб электротехнических комплексов горно-рудных предприятий // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 2. – С. 95-100;

4. Паршина Г.И. Автоматизированные системы расчета электроснабжения добычных участков как основа безопасности жизнедеятельности угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 3. – С. 89-93;

5. Паршина Г.И. Алгоритмы и принципы построения автоматизированной системы поддержки работоспособности электротехнических комплексов очистных участков угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 4. – С. 61-63;

6. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Алгоритмы оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 4. – С. 76-78;

7. Паршина Г.И., Брейдо И.В., Фешин Б.Н., Крицкий А.Б. Автоматизированная система повышения эффективности эксплуатации

электротехнических комплексов промышленных предприятий средствами дистанционного обучения персонала // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2011. – Вып. №1. – С. 78-81;

8. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка автоматизированной системы обучения и оценки знаний сотрудников электротехнических комплексов угольных шахт // Труды университета 2012. – Ч. 1. – Караганда: КарГТУ, 2012. – Вып. 4. – С. 80-85;

9. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка автоматизированной системы обучения и оценки знаний сотрудников электротехнических комплексов угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2013. – Ч. 2, Вып. 3. – С. 100-104;

10. Паршина Г.И. Разработка автоматизированной системы обучения и оценки знаний сотрудников электротехнических комплексов угольных шахт (часть 3) // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2013. – Вып. 4. – С. 86-89;

11. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка структуры базы данных автоматизированной системы расчета электроснабжения добычных участков угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2015. – Вып. 4. – С. 76-81;

12. Parshina G.I. Feshin, B.N., Gumagulov K.K. Assessment of energy saving probability in coal mine breakage faces // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 4. – С. 116-119.



## Паршина Галина Ивановнаның

### **6D071800 «Электр энергетика» мамандығы бойынша философиядокторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған «Көмір шахталарының тау – кең участкілерінің электр техникалық кешендерімен пайдалану режимдерің оңтайландыру» АҢДАТПАСЫ**

Диссертациялық жұмыскөмір шахталарының кен орындарының электрмен жабдықтаусхемаларын есептеу кезінде дұрыс емес шешімдерді қабылдау тәуекелдерін азайту проблемасына арналған.

**Жұмыстың өзектілігі.** Көмір бассейн шахталарында кездесетін электр техникалық жабдықтарды пайдалану авариялар тудыруы мүмкін, сондықтан көмір шахталарының кен орындарының қауіпсіздігі мен тиімділігі электр техникалық кешендердің сапалы және сенімді жұмыс істеуіне байланысты болады. ҚР көмір шахталарында 2000-2018 жылдар аралығында озық технологияларды, техникаларды, жаңа қауіпсіздік ережелерін және кәсіпорындардың мәртебесін өзгертуге байланысты электртехникалық, технологиялық және ұйымдастыру-әдістемелік өзгерістері болды.

Көмір шахталарының электртехникалық кешендерін пайдалану ерекшеліктері, және ең алдымен, тау-кен жұмысының жылжымалы сипатынан электрмен жабдықтау мен энергияны тұтыну схемаларының тәуелділігі бас энергетика бөлімінің мамандарынан жоғары білімді және өзара әсер ететін факторларды ескере отырып, тау-кен учаскесінің электрмен жабдықтау схемаларын есептеуде тәжірибені талап етеді.

Қазақстан Республикасының ЖОО-да бакалавриат және магистратура мамандықтары бойынша ағымдағы жіктеуіште тау-кен кәсіпорындарының электртехника проблемаларына бейімделгенмамандық жоқ.Сондықтан, жоғары сапалы есептеулерді жүргізу мен көмір шахталарының тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау схемаларын құжаттау үшін автоматтандырылған жүйе құру қажет, сонымен қатар электртехникалық қызметтер жұмыскерлерінің біліктілік деңгейін көтеру жүйесі қажет.

**Жұмыстың зерттеу объектісі** көмір шахталарының өндіру учаскелерінің электртехникалық кешендері болып табылады.

**Зерттеудің пәні**көмір шахталарының өндіру учаскелерін электрмен жабдықтау жүйесімен қамтамасыз ету.

**Зерттеудің мақсаты** көмір шахталарының бас энергетика бөлімінің білікті мамандарының білімін бақылау және оқыту технологияларын құру және регламенттелген құжаттарға сәйкес көмір шахталарының өндіру учаскелерінің электртехникалықкешендерін электрмен жабдықау схемаларын есептеуді қамтамасыз ету үшін методологиялық және алгоритмдік базаны құру болып табылады.

**Жұмыстың мақсаты** үш бірлікті жүйені құру, ол келесіден тұрады:көмір шахталарының қауіпсіздігі ережелерімен реттелетін кен орындарының

электрмен жабдықтау сұлбалардың есептеудің автоматтандырылған шағын жүйесінен; электр техникалық қызметтердің персоналының қажетті білім деңгейін қамтамасыз ететін тестілі қашықтықтан оқыту жүйесінен; көмір шахталарының кен орындарының электртехникалық қызметтері персоналының білімдерін бағалаудың эвристикалық жүйесінен.

– **Зерттеудің мақсаттары.** Диссертациялық жұмыста мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

– көмір шахталарының тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеудің автоматтандырылған шағын жүйесінің жұмыс істеу алгоритмдері мен құру принциптері жасалды;

– көмір шахталарының тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеудің автоматтандырылған шағын жүйесінің бағдарламалық қамтылуы құрылды;

– көмір шахталарының тау-кен учаскелерінің электр техникалық кешендерінің кадрларының білімі мен біліктілігін бағалаудың автоматтандырылған жұмыс істеу алгоритмдері мен құру принциптері жасалды;

– тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеу сапасына көмір шахталарының бас энергетиктерінің бөлімшелерінің электрлік қызмет көрсету персоналының білім деңгейінің әсерлері зерттелді.

#### **Зерттеу әдістері, нәтижелердің дәлелділігі мен сенімділігі.**

Теориялық зерттеулердің сенімділігі және ұсынылып отырған көмір шахталарының тау-кен учаскелерінің электр жүйелерінің электрмен жабдықтау жүйелерін есептеудің сапасын қамтамасыз ету үшін әдістемелік және алгоритмдік базаны құрудың техникалық шешімдерінің сенімділігі электр техниканың фундаменталды заңдарын пайдалана отырып, ықтималдық теориясының дәлелденген әдістерімен, эксперименттік деректерді өңдеу әдістерімен, интеллектуалдық басқару жүйелерінің теориясымен, алгоритмдеу және бағдарламалау әдістерімен расталады.

Жұмыста ұсынылып отырған құрылған алгоритмдер мен әдістердің сенімділігі, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі көмір шахталары үшін электрмен жабдықтау жүйелерінің жобалаудың теориялық негіздеріне негізделген және «АрселорМиттал Теміртау» КД АҚ тау-кен кен орындарының бөлімдеріндегі бар практикалық есептер мен әдістерімен расталады.

Жұмыс ҚР БҒМ № 0112РК02313 мемлекеттік тіркеу нөмірі және № 0214РК01043 инв. нөмірі бар «Мегаполистердің жылумен қамту кешендерінің жұмыс істеуін оңтайландыру үшін иерархиялық ақпараттық-басқару технологияларын зерттеу және құру» атты мемлекеттік грант шеңберінде орындалды. Ғылыми жетекшісі т.ғ.д., профессор Фешин Б.Н. Қорытынды есептеме, Қарағанды қ., 2014ж., 254 б.

#### **Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер**

– көміршахталарының тау-кенучаскелерін пайдалану қауіпсіздігі электрмен жабдықтау жүйелерінің (сұлбаларының) жағдайының уақытылы өзгеруімен сапасына байланысты;

– көміршахталарының тау-кенучаскелерінің электрлік жүйелерінің жұмысының сенімділігі мен сапасы үш бірлікті жүйелі шешу жолымен жүзеге асырылады;

– үш бірлікті жүйесі электрмен жабдықтау сұлбаларының сапасын жақсарту мүмкіндігін береді;

– электр техникалық қызметтердің персоналының біліктілік деңгейіне қол жеткізу үш бірлікті жүйенің негізінде оқыту арқылы мүмкін болады.

– шахталардың электрлік қызмет көрсету персоналдын профилді дайындығының білікті бағалауы білімді тестілеуден өткізу арқылы жүзеге асырылады.

**Зерттеудің және алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы.** Жаңа ғылыми нәтижелерге келесілер жатады:

– көмір шахталарының тау-кен учаскелері үшін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеу сапасы мен сенімділігін қамтамасыз ететін біртұтас біріктірілген кешенді (үш бірлікті жүйе) құру принциптері;

– көмір шахталарының тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау жүйесінің компоненттерін, УШ бас энергетик қызметтерін, оқу орталықтары мен көмір департаментінің бақылау комиссияларын біріктіретін бірыңғай интеграциялық деректер базасы;

– үш бірлікті жүйенің жұмыс істеу алгоритмдері, құрылымы және бағдарламалық компоненттері;

– көмір шахталарының электр техникалық қызметтері персоналының білімдерін эвристикалық бағалау әдістемесі.

**Жұмыстың көлемі мен құрылымы.** Жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, 3 қосымшаларынан тұрады. Онда 152 баспа беті, 46 сурет, 66 формула, 11 кесте, 165 атау бар пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар.

**Жұмыстың мазмұны.** Кіріспеде диссертацияда шешілетін ғылыми-қолданбалы мәселелердің өзектілігі негізделген. Қорғауға шығырылатын жұмыстың мақсаттары, міндеттері, ғылыми жаңалығы, жұмыстың практикалық маңыздылығы, ғылыми ережелері қалыптастырылып құрылған. Қолданыстағы зерттеу әдістері туралы, жұмыс нәтижелерін тестілеу және жүзеге асыру туралы, диссертация құрылымы мен көлемі туралы мәліметтер келтірілген.

Бірінші тарауда көмір шахталарының тау-кен учаскелерінің электр жүйелерін пайдалану бойынша нормативтік құжаттардың, электр техникалық кешендердің жұмыс істеу режимдері мен негізгі сипаттамалардың, электр техникалық кешендерді басқару және бақылау жүйесінің құрылымының талдауы өткізілді; көмір шахталарының тау-кен учаскелерінің электр жүйелері жұмысын оңтайландыру үшін бірыңғай интергалды кешенді құру қажеттілігі дәлелделді; тау-кен учаскелері үшін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептейтін автоматтандырылған

жүйесінен; тестілік қашықтықтан оқыту жүйесінен; білімді бағалайтын эвристикалық жүйесінен тұратын үш берлікті жүйенің құру құрылымы ұсынылған;

Екінші тарауда «АрселорМиттал Теміртау» АҚ шахталарында қолданылатын көмір шахталарының тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау жүйелерін жобалаудың теориялық негіздері мен тәжірибелік есептеулер әдістерін талдау негізінде, бірыңғай интегралдық жүйенің білім базасы, көмір шахталарын өндіруге электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеу алгоритмдері жасалды. Энергиямен жабдықтау сұлбаларын есептеу алгоритмдерінің параметрлерінің сипаттамаларын талдау негізінде, тау-кен учаскелерінің электрмен жабдықтау сұлбаларын қате есептеу кезінде оның техникалық іске асыру мүмкіндігінің ықтималды бағасы берілді. Жеке тұлғалардың үлесіне дейінгі жалпы тәуекелді азайту үшін энергиямен жабдықтау сұлбаларын есептейтін автоматтандырылған жүйесін құру қажеттілігі дәлелденді. Көмір шахталарының тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептейтін автоматтандырылған жүйесін (ЭЖСЕ АЖ) жасау бойынша материалдары ұсынылады, сонын ішінде, ЭЖСЕ АЖ жасау принциптері, ЭЖСЕ АЖ ақпараттық ағындарының талдауы, алгоритмдік, бағдарламалық қамту мен деректер қорларын жасау процестері сипатталған.

Үшінші тарауда заманауи веб-бағытталған оқыту технологияларын және техникалық мамандарды қашықтықтан оқыту тәжірибесін негізге ала отырып, бас энергетик бөлім қызметкерлері үшін «Оқу» және «Білімді бағалау» шағын жүйелерінің құру принциптері әзірленген. Жауапты шешімдерді қабылдайтын және заңды түрде жауап беретін, техникалық мамандарды даярлау кезінде сапасын жақсарту үшін, веб-бағытталған зияткерлік экспертті жүйелер мен тренажерлерді пайдалану тиімді екені дәлелденді.

Төртінші тарауда көмір шахталарының электр техникалық кешендерінің инженерлік қызметтері персоналының «Оқыту» және «Білімді бағалау» шағын жүйелері әзірленді. Көмір шахталарының электрлік қызметтері персоналдарының эвристикалық білімдерін бағалау әдістемесі ұсынылған, көмір шахталарының электрлік қызметтері персоналдарының құзыреттілігін бағалау жүйесіндегі білім функциясын зерттеудің нәтижелері келтірілген, энергетик тренажерының құру принциптері және үш берлікті мақсаты шешу алгоритмі әзірленді.

Қорытындыда диссертация бойынша негізгі тұжырымдар мен ұсыныстар жасалды.

**Жұмыстың нәтижелері.** Тау-кен учаскелері үшін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептейтін автоматтандырылған жүйесінен; қашықтықтан оқыту жүйесінен; білімді бағалайтын эвристикалық жүйесінен тұратын үш берлікті жүйенің құрылымы ұсынылған.

«Жобалау» шағын жүйенің негізі болып табылатын көмір шахталарында тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептейтін автоматтандырылған жүйе құрылды.

Автоматтандырылған есептеу жүйесі авторлық құқыққа негізделген бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде құрастырылған және көмір шахталарының электр техникалық кешендерінің ақпараттық сипаттамаларын сақтау, іздеу және жаңарту жүйесінен, бағдарламалық аналогтарынан тұрады.

Жауапты шешімдерді қабылдайтын және заңды түрде жауап беретін, техникалық мамандары үшін «Оқыту» шағын жүйесінің жасау принципі ұсынылды. Шағын жүйе веб-бағытталған экспертті оқыту жүйесімен мамандандырылған тренажерлер базасында жасалған.

«Білімді бағалау» шағын жүйесінің жасау принципі ұсынылды.

«Білімді бағалау» шағын жүйесі үшін көмір шахталарының электр техникалық қызметтерінің құзыреттілігін бағалау жүйесіндегі білім функциясын зерттеу нәтижелері бойынша, сұрақтардың күрделілігіне және тест тапсыру уақытына негізделген білім сапасын жалпы бағалауды қалыптастыру үшін ұсынылған алгоритмдер ұсынылды.

Энергетик тренажерінің және біріктірілген білім базасының үш берлікті жүйесін құру принциптері ұсынылған. Білім базасымен энергетик тренажері жүйенің байланыстыру буындары болып келеді.

**Қолдану аймағы.** Жерастылық өндіру бар көмір өндірісі.

**Жұмыстың экономикалық тиімділігі мен маңызы.** Көмір шахталарының бас энергетик бөлімшелерінің электр техникалық қызметтері персоналдарының біліктілік деңгейлері тау-кен учаскелеріне электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеу сапасына тигізетін әсерлері зерттелді. Тау-кен учаскелері үшін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептейтін автоматтандырылған жүйесінен; тестілік қашықтықтан оқыту жүйесінен; білімді бағалайтын эвристикалық жүйесінен тұратын үш берлікті жүйесі жасалды, ол көмір шахталарының кен орындарының электрмен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін, нормативтік құжаттарға сәйкес тау-кен жұмыстарын жүргізуін, қажетті қазба минералдарды алу санын қамтамасыз етеді.

**Ізденушінің жеке қосқан үлесі** көмір шахталарының бас энергетик бөлімшелерінің электр техникалық қызметтері персоналдарының білімі деңгейінің тау-кен учаскелерін электрмен жабдықтау сұлбаларын есептеу кезінде сапасының әсерін зерттеу; үш берлікті жүйесінің құру принциптерін, жұмыс істеу алгоритмдерін және бағдарламалық компоненттерін әзірлеу болып табылды.

**Диссертацияның нәтижелерін және баспаларының апробациясы.** Диссертация жұмысының негізгі ережелері келесі бөлімдерде баяндалды, талқыланды және мақұлданды:

– ҚарМТУ ғылыми-техникалық семинарларында;

– Д.Ф. Устинов атындағы «ВОЕНМЕХ» Балтика мемлекеттік техникалық университетінің «Жетектердің жүйелері, мехатроника және роботты техника» кафедрасының ғылыми-техникалық семинарында (Санкт-Петербург қ., Ресей, 10.05.2018ж. №5 хаттамасы);

– 9халықаралық конференцияларында, соның ішінде 6 шетелдік конференцияларында, оның 2 Scopus индекстелетін деректер базасына кіреді:

1. Feshin B., Parshin G., System of Providing of Effective Using of Electrotechnical Complexes of Mining Department of Mines // 22nd World Mining Congress & EXPO 11-16. – Istanbul, 2011. – Vol. 3. – P. 441-448;

2. Фешин Б.Н., Паршина Г.И. Система оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб угольных шахт // Труды Междунар. науч.-метод. конф. «Университет ШОС – новые горизонты дистанционного образования: опыт, практика, перспективы развития». – Караганда: КЭУ, 2013. – С. 42-44;

3. Паршина Г.И. Эвристические системы обучения и контроля знаний персонала электромеханических служб теплоснабжающих комплексов мегаполисов (ТКМ) // Труды VI Междунар. науч.-техн. конф. «Электромеханические преобразователи энергии». – Томск: ТПУ, 2013. – С. 307-313;

4. Паршина Г.И. Разработка автоматизированной системы обучения и контроля знаний сотрудников электротехнических служб // Труды Междунар. конф. «Информатизация инженерного образования (Инфорино 2014)». – М.: МЭИ, 2014. – С. 451-454;

5. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Структура информационного обеспечения автоматизированной системы расчета электроснабжения добычных участков угольных шахт. // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», Сагиновские чтения № 7. – Караганда: КарГТУ, 2015. – Ч. 1. – С. 352-354;

6. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка основных принципов построения тренажера энергетиков // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», Сагиновские чтения № 8. – Караганда: КарГТУ, 2016. – Ч. 4 – С. 309-311;

7. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Принципы построения тренажера энергетиков добычных участков угольных шахт // Труды VI Междунар. науч.-техн. интернет-конф. молодых ученых «Автоматизация, мехатроника, информационные технологии». – Омск.: ОмГТУ, 2016. – С. 222-226;

8. Parshina G.I., Feshin B.N., Breido I.V. Developing principles of building the simulator for energy worker and technology for coal mine electrical service staff training // Proceedings of the 27th DAAAM International Symposium. – Vienna: DAAAM International, 2016. – P. 595-599;

9. Parshina G., Feshin B. The system for designing stope face power supply and coal mine electrical services staff knowledge control // 2016 2nd International

Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. – Chelyabinsk, 2016. – P. 1-4.

Жұмыстың нәтижелері Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің оқу процесіне енгізілген, сонымен қоса «АрселорМиттал Темиртау» АҚ Көмір Департаментінің шахтасында апробациясы өткізілді.

Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша зияткерлік меншік сертификаты алынды (№ 919 29.06.2018ж. ИС 008727) және 24 баспа жұмыстары жарияланған, оның ішінде:

– «Обеспечение эффективной эксплуатации электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт» атты 1 монография;

– Scopus индекстелетін деректер базасына кіретін нөлді емес импакт-факторы бар шетелдік ғылыми журналында 2 мақала:

3. Parshina G.I., Feshin B.N., Lucas W.A. The integrated development system of breakage faces power supply, training and knowledge assessment of staff of coal mines electromechanical services // EAI Endorsed Transactions on Energy Web and Information Technologies. – 2017. – Vol. 4, Iss. 12. – P. 1-9;

4. Breido, B. Feshin, G.Parshina, L. Lyubchenko, R. Markvardt, A. Sichkarenko. The training technologies by specialty «Automation and control» within the program «Synergy» // EAI Endorsed Transactions on Energy Web and Information Technologies. – 2018. – Vol. 5, Iss. 19. – P. 1-11;

– Қазақстан Республикасы Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті тізімінде анықталған журналдарына 12 мақала:

13. Паршина Г.И. Опыт внедрения системы для дистанционного образования MOODLE // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2004. – Вып. 4 (17). – С. 13-15;

14. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Структура экспертных систем оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий // Труды университета 2009. – Караганда: КарГТУ, 2009. – Вып. 4. – С. 88-90;

15. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Критерии оценки качества знаний персонала инженерных служб электротехнических комплексов горно-рудных предприятий // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 2. – С. 95-100;

16. Паршина Г.И. Автоматизированные системы расчета электроснабжения добычных участков как основа безопасности жизнедеятельности угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 3. – С. 89-93;

17. Паршина Г.И. Алгоритмы и принципы построения автоматизированной системы поддержки работоспособности электротехнических комплексов очистных участков угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 4. – С. 61-63;

18. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Алгоритмы оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2010. – Вып. 4. – С. 76-78;

19. Паршина Г.И., Брейдо И.В., Фешин Б.Н., Крицкий А.Б. Автоматизированная система повышения эффективности эксплуатации электротехнических комплексов промышленных предприятий средствами дистанционного обучения персонала // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2011. – Вып. №1. – С. 78-81;
20. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка автоматизированной системы обучения и оценки знаний сотрудников электротехнических комплексов угольных шахт // Труды университета 2012. – Ч. 1. – Караганда: КарГТУ, 2012. – Вып. 4. – С. 80-85;
21. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка автоматизированной системы обучения и оценки знаний сотрудников электротехнических комплексов угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2013. – Ч. 2, Вып. 3. – С. 100-104;
22. Паршина Г.И. Разработка автоматизированной системы обучения и оценки знаний сотрудников электротехнических комплексов угольных шахт (часть 3) // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2013. – Вып. 4. – С. 86-89;
23. Паршина Г.И., Фешин Б.Н. Разработка структуры базы данных автоматизированной системы расчета электроснабжения добычных участков угольных шахт // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2015. – Вып. 4. – С. 76-81;
24. Parshina G.I. Feshin, B.N., Gumagulov K.K. Assessment of energy saving probability in coal mine breakage faces // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 4. – С. 116-119.



## ABSTRACT

to the dissertation for the academic degree of Doctor of Philosophy (PhD)  
in specialty 6D071800 – Electric Power Engineering

Parshina Galina Ivanovna

### OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF ELECTRIC COMPLEXES OF UNITS OF COAL MINES

The dissertation deals with the problem of minimizing risks of making wrong decisions when calculating the power supply schemes for mining units of coal mines.

**Relevance of the work.** Operation of electrical equipment is the cause of disasters occurring in the coal mines of the coal basins, therefore, the safety and efficiency of the mining units depends on the high-quality and reliable operation of the electrical engineering complexes. In the coal mines of the Republic of Kazakhstan within the period of 2000-2018 electrical, technological and organizational and methodological changes took place related to the introduction of advanced technologies, equipment, new safety rules and changes in the status of enterprises.

Specifics of the operation of electrical complexes of coal mines, and above all the dependence of power supply and power consumption on the mobile nature of mining operations, requires from the specialist of the department of the chief power engineer to have quality knowledge and experience in calculating power supply schemes for mining units taking into account mutually influencing factors.

At the universities of the Republic of Kazakhstan there is no specialty focused on the electrical problems of mining enterprises in the current classifier of bachelor and master specialties. Therefore, there is a need to develop both an automated system for carrying out high-quality calculations and documenting the power supply schemes for mining areas of coal mines, and a system for raising the level of qualification of electrical service workers.

**The object of study** in the work is electrical systems of mining units of coal mines.

**The subject of study** is the system and maintenance of power supply of mining units of coal mines.

**The purpose of study** is developing a methodological and algorithmic base to ensure the quality of calculating power supply electrical schemes of mining units of coal mines in accordance with the regulatory documents and is developing of technology to control of knowledge of the specialist of the department of the chief power engineer of coal mines.

**The idea of the work** is to develop a triune system including: an automated subsystem for calculating power supply schemes for mining units regulated by the safety rules of coal mines; a test distance learning system that provides the necessary level of knowledge of the personnel of electrical engineering services; a

heuristic system for assessing the knowledge of the personnel of electrical engineering services of mining units of mines.

**The tasks of the study.** In the dissertation work to achieve the purpose the following tasks were solved:

- developing the principles of constructing and algorithms for operation of the automated subsystem for calculation of power supply schemes for mining units of coal mines;
- developing software for an automated subsystem for calculation of power supply schemes for mining units of coal mines;
- developing the principles of constructing, algorithms for operation of an automated system for training and assessing the knowledge of the personnel of electrical engineering complexes of mining units of coal mines;
- studying the influence of the level of knowledge of the electrical services personnel of the departments of the main power engineers of coal mines on the quality of calculations of power supply schemes for mining units.

**Methods of study, validity and reliability of the results.**

Reliability of theoretical studies and proposed technical solutions to develop a methodological and algorithmic base to ensure the quality of calculation of the power supply systems of electrical systems of mining units in coal mines is confirmed by using the fundamental laws of electrical engineering, proven methods of the probability theory, methods of processing experimental data, the theory of intelligent control systems, algorithms and programming.

Reliability of the developed algorithms and methods proposed in the work, the validity of the conclusions and recommendations are based on the theoretical foundations of the design of power supply systems for coal mines and is confirmed by the existing methods of practical calculations of mining units of the Coal Department of the ArcelorMittal Temirtau JSC.

The work has been carried out within the framework of the state grant of the RK MES RK, R&D state registration No. 0112PK02313, id. No. 0214RK01043 “Studying and developing hierarchical information and control technologies for optimizing heat supply complexes of megacities functioning”. Scientific adviser Doc. Eng., professor Feshin B.N. Final report, Karaganda, 2014, 254 p.

**Scientific statements submitted for the defense:**

- safety of operation of mining units in coal mines depends on the quality and timeliness of changes in the state of power supply systems (schemes);
- reliability and quality of operation of electrical systems of mining units in coal mines is achieved by systematical solving the triune problem:
  - the triune system provides the probability of improving the quality of the calculation of power supply schemes,
  - the achievement of the required level of knowledge of the personnel of electrical engineering services is possible through training in the triune system environment,
  - the qualified assessment of the profile training of personnel of electrical services of mines is achieved through the test assessment of knowledge.

**Scientific novelty of the study and the results obtained.** The new scientific results are the following:

- the principles of building a single integrated complex (a triune system) ensuring the quality and reliability of calculation of power supply schemes for mining units in coal mines;
- a single integrated database that combines the components of the power supply system of mining units of coal mines, the main energy service of the MA, training centers and control commissions of coal departments;
- the structure, algorithms of the triune system and software components;
- the methodology for the heuristic assessment of knowledge of the personnel of electrical engineering services of coal mines.

**The scope and structure of the work.** The work consists of the introduction, four chapters, the conclusion, 3 appendices. It contains 152 typewritten pages, 46 figures, 66 formulas, 11 tables, a list of references including 165 titles.

**The content of the work.** The introduction provides the rationale for the relevance of the scientific and applied problem solved in the dissertation. The purpose, tasks, scientific novelty, practical significance of the work, scientific statements for the defense are formulated. There is provided the information of the methods of research used, testing and implementation of the results of the work, the structure and volume of the dissertation.

In the first chapter the analysis of regulatory documents on the operation of electrical systems of mining units in coal mines, the main characteristics and modes of operation of electrical systems, the structure of building control systems; there is proved the need to develop a single integrated complex to optimize the operation of electrical systems of mining units of coal mines; there is proposed a structure for building a triune system including an automated system for calculating power supply schemes for mining units, a test distance learning system; a heuristic knowledge assessment system.

In the second chapter, based on the analysis of the theoretical foundations of the design of power supply systems for mining units of coal mines and practical calculation methods applied in the mines of the CD ArcelorMittal Temirtau JSC, the knowledge base of a single integrated system, algorithms for calculating power supply schemes for mining coal mines have been developed. Based on the analysis of characteristics of the algorithms parameters for calculation of power supply schemes, an assessment has been made of the probability of incorrect calculation of power supply schemes for mining units being accepted for technical implementation. There has been proved the need to develop an automated system for calculating power supply schemes to reduce the overall risk to the proportion of individuals. The materials on the development of an automated system for calculating power supply schemes (AS CSES) of mining units of coal mines including the principles of building AS CSES, the analysis of information flows of AS CSES, there is described the process of developing algorithmic, software and databases.

In the third chapter, based on the analysis of modern web-based learning technologies and the experience of distance learning of technical specialists, the principles for constructing the “Learning” and “Knowledge Assessment” subsystems of the employees of the chief power engineering department are developed. It has been proven that to improve the quality of training of technical specialists who make responsible decisions and are legally responsible, it is effective to use web-oriented intellectual expert systems and simulators.

In the fourth chapter, the subsystems “Training” and “Knowledge Assessment” of the personnel of the engineering services of electrotechnical complexes of coal mines are developed. The technique of heuristic assessment of knowledge of the staff of electrical services of coal mines is proposed, the results of the study of the function of knowledge in the system for assessing the competence of employees of electrical services of coal mines are given, principles for constructing an energy simulator and an algorithm for solving the triune problem are developed.

In conclusion, the main conclusions and recommendations on the dissertation are formulated.

**The results of the work.** The structure of the triune integrated system is proposed, including: an automated system for calculating power supply schemes for mining units, a distance learning system, a heuristic knowledge assessment system.

A system has been developed for the automated calculation of power supply schemes for mining units in coal mines, which is the basis of the “Design” subsystem. The automated calculation system is built on the basis of copyright software, and includes software analogues, a system for storing, searching and updating informational characteristics of electrical engineering complexes of mining units in coal mines.

The principles of the construction of the subsystem "Education" for technical professionals who make responsible decisions and are legally responsible are proposed. The subsystem is built on the basis of a web-based expert training system and a specialized simulator.

The principles of construction of the subsystem "Knowledge Assessment" are proposed.

According to the results of studies of the function of knowledge in the system for assessing the competence of employees of electrical engineering services of coal mines for the subsystem "Knowledge Assessment", algorithms for the formation of an overall assessment of the quality of knowledge based on the complexity of the questions and the test time are proposed.

The principles of building an integrated knowledge base of the triune system and energy simulator are proposed. Knowledge base and energy simulator are the links of the system.

**Scope of use.** Coal enterprises with underground mining.

**Economic efficiency and significance of the work.** The influence of the level of knowledge of the personnel of electrical services of the departments of the

chief power engineers of coal mines on the quality of calculations of power supply schemes for mining units was investigated. A triune system has been developed that includes an automated subsystem for calculating power supply schemes for mining units of coal mines, a subsystem for expert training and a heuristic assessing the personnel of electrical services of coal mines knowledge, and ensuring reliability of power supply systems for mining units of coal mines, mining operations in accordance with regulatory documents, obtaining the required amount of mineral.

**Personal contribution of the applicant** is carrying out research on the influence of the level of knowledge of the personnel of electrical services of the departments of the chief power engineers of coal mines on the quality of calculating power supply schemes for mining units; development of principles of constructing, algorithms and software components of the triune system; preparing publications on the results of the work.

**Approbation of the dissertation results and publications.** The main statements of the dissertation were reported, discussed and approved:

- at scientific seminars of KSTU;

- at the scientific and technical seminar of the Department of Drive Systems, Mechatronics and Robotics of Baltic State Technical University "VOENMECH" n.a. D.F. Ustinov (St. Petersburg, Russia, Minutes No. 5 dated 05/10/2018);

- at 9 international conferences including 6 international, of which 2 are included in the Scopus indexed database:

10. Feshin B., Parshina G. System of Providing of Effective Using of Electro-technical Complexes of Mining Department of Mines // 22<sup>nd</sup> World Mining Congress & EXPO 11-16. – Istanbul, 2011. – Vol. 3. – P. 441-448;

2. Feshin B.N., Parshina G.I. The system of assessing the quality of knowledge of employees of electrical services of coal mines // Proceedings of the Intern. scientific method. conf. "SCO University - New Horizons of Distance Education: Experience, Practice, Development Prospects." - Karaganda: KEU, 2013. - P. 42-44;

3. Parshina G.I. Heuristic systems of training and control of knowledge of the staff of electromechanical services of heat supply complexes of megacities (TCM) // Proceedings of the VI Intern. scientific and technical conf. "Electromechanical energy converters". - Tomsk: TPU, 2013. - P. 307-313;

4. Parshina G.I. Development of an automated training system and the control of knowledge of employees of electrical services // Proceedings of the Intern. conf. "Informatization of engineering education (Inforino 2014)". - M.: MEI, 2014. - P. 451-454;

5. Parshina G.I., Feshin B.N. The structure of information support of the automated system for calculating the power supply of mining units of coal mines. // Proceedings of the Intern. scientific-practical conf. "The integration of science, education and production is the basis for the implementation of the Plan of the Nation", Saginov's readings No. 7. - Karaganda: KSTU, 2015. - Part 1. - P. 352-354;

6. Parshina G.I., Feshin B.N. Development of the basic principles of building a power simulator // Proceedings of the Intern. scientific-practical conf. “The integration of science, education and production is the basis for implementation of the Plan of the Nation”, Saginov’s readings No. 8. - Karaganda: KSTU, 2016. - Part 4. - P. 309-311;

7. Parshina G.I., Feshin B.N., Breido I.V. Developing principles of building the simulator for energy worker and technology for coal mine electrical service staff training // Proceedings of the 27<sup>th</sup> DAAAM International Symposium. – Vienna: DAAAM International, 2016. – P. 595-599;

8. Parshina G., Feshin B. The system for designing stope face power supply and coal mine electrical services staff knowledge control, 2016// 2<sup>nd</sup> International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. – Chelyabinsk, 2016. – P. 1-4.

The results of the work were introduced into the educational process of Karaganda State Technical University, as well as were tested in the mines of the Coal Department of ArcelorMittal Temirtau.

Based on the materials of the dissertation, 1 certificate of intellectual property No. 919 dated June 29, 2017, EC 008727 was received and 24 printed works were published including:

- 1 monograph "Ensuring effective operation of electrical systems of mining units of coal mines";

- 2 articles in a foreign scientific journal with a non-zero impact factor included in the Scopus indexed database:

1. Parshina G.I., Feshin B.N., Lucas W.A. It has been noted that it has been able to provide information on how to make it possible. - 2017. - Vol. 4, Iss. 12. - P. 1-9;

2. Breido I.V., Feshin B.N., Parshina G.I., Lyubchenko L., Markvardt R., Sichkarenko A. Training technologies in specialty “Automation and control” within the program “Synergy” // EAI. - 2018. - Vol. 5, iss. 19. - P. 1-11;

- 12 articles in journals identified by the list of the Committee on the Control of Education and Science of the Republic of Kazakhstan:

1. Parshina G.I. Experience of implementing a system for distance education MOODLE // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2004. - Vol. 4 (17). - P. 13-15;

2. Parshina G.I., Feshin B.N. The structure of expert systems for assessing the quality of knowledge of employees of electrical engineering services of mining enterprises // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2009. - Vol. 4. - P. 88-90;

3. Parshina G.I., Feshin B.N. Criteria for assessing the quality of knowledge of the staff of engineering services of electrical engineering complexes of mining enterprises // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2010. - Vol. 2. - P. 95-100;

4. Parshina G.I. Automated systems for calculating the power supply of mining units as the basis for the life safety of coal mines/University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2010. - Vol. 3. - P. 89-93;

5. Parshina G.I. Algorithms and principles of building an automated system to support the performance of electrical systems of coal mine clearing units // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2010. - Vol. 4. - P. 61-63;

6. Parshina G.I., Feshin B.N. Algorithms for assessing the quality of knowledge of employees of electrical services of coal mines // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2010. - Vol. 4. - P. 76-78;

7. Parshina G.I., Breido I.V., Feshin B.N., Kritsky A.B. Automated system for improving the efficiency of operation of electrical systems of industrial enterprises by means of remote training of personnel // University proceedings. - Karaganda: KSTU, 2011. - Vol. 1. - P. 78-81;

8. Parshina G.I., Feshin B.N. Development of an automated system for training and assessing the knowledge of employees of electrical complexes of coal mines // University Proceedings. - Part 1. - Karaganda: KSTU, 2012. - Vol. 4. - P. 80-85;

9. Parshina G.I., Feshin B.N. Development of an automated training system and assessment of employees of electrical systems of coal mines // University Proceedings. - Karaganda: KarSTU, 2013. - Part 2, Vol. 3. - P. 100-104;

10. Parshina G.I. Development of an automated system for training and assessing the knowledge of employees of electrical systems of coal mines (part 3) // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2013. - Vol. 4. - P. 86-89;

11. Parshina G.I., Feshin B.N. Development of the database structure of the automated system for calculating the power supply of mining units of coal mines // University Proceedings. - Karaganda: KSTU, 2015. - Vol. 4. - P. 76-81;

12. Parshina G.I. Feshin, B.N., Gumagulov K.K. Assessment of energy saving probability in coal mine breakage faces //University Proceedings. – Karaganda: KSTU, 2017. – V. 4. – P. 116-119.