© А.В. Пичуев, А.В. Ляхомский, 2016

УДК 622.862.
7.012.3

А.В. Пичуев, А.В. Ляхомский

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Проблема электробезопасности на горных предприятиях является актуальным направлением научных исследований. Для решения вопросов обеспечения безопасной эксплуатации электроустановок предложено применение системного подхода, который заключается в научном обосновании, разработке и практической реализации системы управления электробезопасностью. В статье приведены принципы, основные положения системного анализа электробезопасности на горных предприятиях. Приведена структурная схема взаимосвязи между элементами системы «человек-электроустановка-окружающая среда».

Ключевые слова: электробезопасность, электротравматизм на горных предприятиях, системный анализ электробезопасности, управление электробезопасностью.

Введение

Научные исследования в области анализа электротравматизма, разработка и внедрение новых более эффективных способов и средств защиты персонала от поражения электрическим током показывают, что решение проблемы обеспечения электробезопасности на горных предприятиях должно осуществляться на основе системного анализа и разработке системы управления электробезопасностью (СУЭБ).

Предметом системного анализа электробезопасности является установление структурных связей между элементами исследуемой СУЭБ.

Проблема электробезопасности относится к классу слабо структурированных (ill-structured), или смешанных проблем, содержащих как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют случайный (вероятностный) характер [1, 2].

Развитие современных информационных технологий позволяет существенно расширить спектр решаемых в рамках рассматриваемой проблемы задач, обеспечить их комплексный анализ и реализацию полученных результатов научных исследований.

Целью исследований в области электробезопасности является выбор определенной альтернативы между обеспечением непрерывности производственного процесса и достижением требуемого уровня электробезопасной эксплуатации, с последующей разработкой и внедрением инновационных технологий в области управления электробезопасностью [3].

Для общего решения проблемы электробезопасности целесообразно использовать методологию системного анализа или системы поддержки принятия решений (ССП).

Эксплуатация электрооборудования персоналом связана с риском электропоражения, который значительно возрастает при непосредственном ведении ремонтных, профилактических и пусконаладочных работ со снятием напряжения вблизи от токоведущих частей или без снятия напряжения электроустановок электротехническим персоналом, а также с вероятностью электротравматизма среди технического персонала, не связанного напрямую с эксплуатацией электроустановок. Поэтому основной целью является снижение электротравматизма во всех сферах производственной деятельности.

Основные критерии электробезопасности регламентированы действующими Правилами и Специальными стандартами [4]. При этом электробезопасность может оцениваться по дополнительным показателям, характеризующим снижение электротравматизма в процессе эксплуатации горно-шахтного электрооборудования. Такими показателями являются статистические оценки аварийности электроустановок, надежности работы электрооборудования и сетей и т.д.

Принятый в рамках разрабатываемой СУЭБ комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение электробезопасности, имеет превентивный характер, должен являться дополнением к нормативному регламенту ведения работ в электроустановках и не должен вступать в противоречие с действующими нормативно-правовыми актами по надзору и контролю за безопасностью ведения горных работ. Функционирование СУЭБ должно быть согласовано с энергетическими службами, осуществляющими непосредственную эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электроустановок и санкционировано соответствующими службами Госэнергонадзора.

Непосредственную подготовку решения по использованию в эксплуатационной практике СУЭБ осуществляет служба главного механика (энергетика) предприятия. При этом выполняется технико-экономическое обоснование необходимости внед-

рения технических средств контроля, эффективных средств защитного отключения, информационно-аналитической системы управления базой данных по электробезопасности, подготовки квалифицированных специалистов и обучения технического персонала по обслуживанию систем защиты.

Подготовленная нормативно-техническая документация утверждается руководством предприятия в лице главного инженера и генерального директора.

Управление ходом реализации решения о внедрении СУЭБ в производство осуществляется в соответствии с утвержденной программой поэтапно под руководством ответственного производителя работ (главного энергетика).

Эффективность решения проблемы обеспечения электробезопасности на предприятии определяется в процессе непосредственной эксплуатации по критериям, заложенным в основу функционирования СУЭБ, в соответствии с действующим нормативно-правовыми документами РФ.

Системный анализ позволил сформулировать основные принципы системного подхода к проблеме научного обоснования СУЭБ.

1. Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества, входящую в состав общей системы охраны труда (СОТ) на горных предприятиях.

2. СУЭБ по своей структуре, внутреннему содержанию и внешним связям обладает всеми признаками многоуровневой системы.

3. СУЭБ включает в себя совокупность элементов системы ЧЭС, определяемых как в рамках внутренних взаимосвязей, так и в реализации внешних связей с подсистемами эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, технического контроллинга и т.д. в общей системе СОТ.

4. В рамках конкретной организационной структуры СУЭБ выполняется не только анализ элементов системы ЧЭС, но и установление взаимосвязи между ними. При этом процесс функционирования СУЭБ в равной степени обусловлен как свойствами ее отдельных элементов, так и свойствами самой структуры управления.

5. Описание отдельных элементов системы ЧЭС и их взаимосвязи в рамках действующей СУЭБ осуществляется множе-

ством моделей: физических, математических, кибернетических, логико-вероятностных, статистических и экономических.

Системный подход к проблеме электробезопасности включает изучение и практическое использование следующих аспектов.

1. Системно-элементный или системно-комплексный аспект предусматривает выявление элементов, составляющих СУЭБ с учетом специфики, организации и управления технологическими процессами в условиях горного производства.

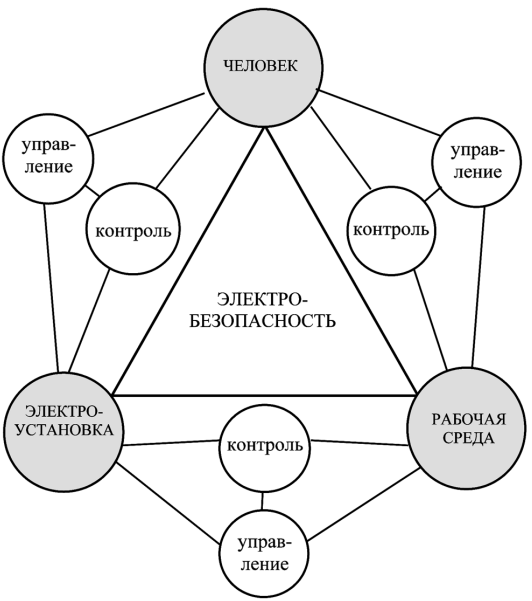
2. Системно-структурный аспект заключается в установлении внутренних связей и зависимостей между элементами СУЭБ, позволяющих идентифицировать внутреннюю организацию исследуемой системы.

3. Системно-функциональный аспект предполагает установление функций, реализуемых каждым элементом СУЭБ.

4. Системно-целевой аспект предполагает определение целевых установок СУЭБ и их взаимной увязки между собой.

5. Системно-ресурсный аспект заключается в определении ресурсов, требующихся для функционирования СУЭБ.

6. Системно-интеграционный аспект состоит в интеграции СУЭБ с систему охраны труда (СОТ).



Структура СУЭБ

В соответствии с вышеизложенными принципами системного подхода структура СУЭБ в общем виде представлена на рисунке.

Система СУЭБ имеет сложную внутреннюю структуру, элементы которой взаимосвязаны как в иерархическом плане, так и на каждом своем уровне.

Действие СУЭБ необходимо рассматривать непосредственно во взаимосвязи с входящее в ее состав подсистемой ЧЭС. Это обусловлено тем фактором, что опасности производственного электротравматизма возникают именно в этой подсистеме, когда имеется непосредственный контакт между человеком и электроустановкой. При этом окружающая среда оказывает свое воздействие как на человека, так и на электроустановку.

Снижение вероятности электротравматизма в специфических условиях эксплуатации электроустановок посредством применения комплекса организационных и технических мероприятий является непосредственной задачей, решаемой в системе управления электробезопасностью.

Между элементами ЧЭС существует взаимосвязь, определяющая функционирование этой подсистемы. Человек, как субъект, оказывает воздействие на электроустановку посредством задания ей безопасных свойств как на стадии ее проектирования (разработки, создания), так и непосредственно в процессе эксплуатации. Такими свойствами являются: конструктивное исполнение, уровень взрывозащиты, пыле- и влагонепроницаемости, искрозащиты, уровень и класс изоляции и т.д. Все эти свойства и характеристики электроустановок напрямую связаны с условиями эксплуатации, т.е. непосредственно с окружающей средой, специфика которой связана с технологией ведения горных работ.

Человек, осуществляя свою деятельность в системе, выполняет определенные операции, оказывающие управляющее воздействие, как на электроустановку, так и на окружающую среду. Воздействие на электроустановку определяется инструкциями по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию и другими нормативно-техническими и правовыми документами. Воздействие на окружающую среду осуществляется путем создания и поддержания комфортного микроклимата (проветривание горных выработок, регулирование температуры подаваемого в шахту или рабочее помещение воздуха, пылеподавление и т.д.), которые в горнодобывающих отраслях промышленности регламентируются отраслевыми нормами и правилами.

Электроустановка, как объект воздействия со стороны человека, также оказывает на него свое влияние. В процессе эксплуатации происходит старение и износ электрооборудования (снижение сопротивления изоляции, механический износ подвижных частей, их повреждения и т.д.) приводящие к снижению надежности и безопасности. Электроустановка также оказывает воздействие на окружающую среду, т.к. ухудшение защитных характеристик электрооборудования может привести к возникновению аварийной ситуации.

Воздействие окружающей среды в системе ЧЭС также взаимосвязано со спецификой производства, регламентируется действующими нормами и правилами, имеет свои параметры и характеристики. Отрицательное воздействие окружающей среды наиболее сильно проявляется в специфических условиях горного производства.

Таким образом, ЧЭС является сложной структурированной подсистемой взаимосвязанных элементов, взаимодействие которых в производственных условиях регламентируется СУЭБ.

Реализацию способа управления в СУЭБ можно рассматривать как функционирование системы или «системы контроллинга».

Под термином «контроллинг» понимают специально сконструированную на основе интеграции традиционных методов учета, анализа, нормирования, планирования, контроля и управления систему, которая обеспечивает получение, обработку и обобщение информации о деятельности предприятия.

Контроллинг – систематический контроль, проверка, отслеживание хода выполнения поставленных задач с одновременной коррекцией работы на основе соблюдения установленного стандарта и нормативов, постоянного регулирования и мониторинга на базе компьютеризированной системы сбора и обработки информации на предприятии, фирме, как важнейшая задача реального экономического управления, менеджмента [5].

В соответствии с ССБТ [4] под электробезопасностью подразумевается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Применительно к проблеме управления электробезопасностью, контроллинг представляет собой систематический контроль и проверку выполнения организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации элект-

роустановок в соответствии установленными стандартами и нормативами, с одновременной коррекцией работы на основе, постоянного мониторинга на базе компьютеризированной системы сбора и обработки информации с применением средств технической диагностики режимных параметров работы электрооборудования и электрических сетей, а также применением специальных средств защиты от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Садовский В. Н.* Системный подход и общая теория систем: статус, основные проблемы и перспективы развития. – М.: Наука, 1980.

2. *Ракитов А. И.* Философские проблемы науки: Системный подход. – М.: Мысль, 1977. – 270 с.

3. *Сидоров А. И.*, *Петуров В. И.*, *Пичуев А. В.*, *Суворов И. Ф.* Обеспечение электробезопасности в системах электроснабжения. – Чита: ЧитГУ, 2009, – 268 с.

4. *БСЭ.* Новейший энциклопедический словарь. – М.: Изд. ЗАО «Рипол», 2010.

5. *ССБТ. ГОСТ 12.1.038-82.* Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжения и токов через тело человека. – Введ. с измен. № 1, 1987–12. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1996. – 5 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Пичуев Александр Вадимович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: allexstone@mail.ru,
Ляхомский Александр Валентинович – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой, e-mail: mggu.eegp@mail.ru,
МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 622.862.
7.012.3

A.V. Pichuev, A.V. Lyakhomskiy

PRINCIPLES OF SYSTEM APPROACHES TO THE ELECTRICAL SAFETY ANALYSIS IN MINES

The issue of the electrical safety in mines is an important research trend. It is proposed to maintain safety of electric installations using a system approach based on scientific substantiation, development and implementation of the electrical safety control. The article presents principles and general provisions of the system analysis of electrical safety in mines. The layout of interaction between the components of the man–electric installation–environment system is described.

Key words: electrical safety, electrical injury rate in mines, system analysis of electrical safety, electrical safety control.

AUTHORS

Pichuev A.V.[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
e-mail: allexstone@mail.ru,
Lyakhomskiy A.V.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,
e-mail: mggu.eegp@mail.ru,
[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Sadovskiy V. N. *Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya sistem: status, osnovnye problemy i perspektivy razvitiya* (System approach and general system theory: Status, basic problems and prospects), Moscow, Nauka, 1980.

2. Rakitov A. I. *Filosofskie problemy nauki: Sistemnyy podkhod* (Philosophy of science: System approach), Moscow, Mysl', 1977, 270 p.

3. Sidorov A. I., Peturov V. I., Pichuev A. V., Suvorov I. F. *Obespechenie elektrobezopasnosti v sistemakh elektrosnabzheniya* (Electrical safety control in power supply systems), Chita, ChitGU, 2009, 268 p.

4. *BSE. Noveyshiy entsiklopedicheskiy slovar'* (The Great Soviet Encyclopedia. The Newest Encyclopedic Dictionary), Moscow, Izd. ZAO «Ripol», 2010.

5. *Elektrobezopasnost'. Predel'no dopustimye urovni napryazheniya i tokov cherez telo cheloveka. GOST 12.1.038-82* (Electrical safety. The maximum permissible voltage and current values through human body. State Standart 12.1.038-82), Moscow, Gosstandart Rossii: Izd-vo standartov, 1996, 5 p.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

Коллектив авторов

В сборнике представлен материал, отражающий опыт управления организационным и технологическим развитием регионального производственного объединения «СУЭК-Хакасия» и его производственных единиц. Изложены методологические и методические подходы к повышению безопасности и эффективности производства на основе управления развитием персонала и предприятия в целом.

Ключевые слова: безопасность производства, эффективность производства, управление развитием персонала и предприятия, угледобывающее производственное объединение.

MANAGING THE DEVELOPMENT OF COAL-MINING PRODUCTION ASSOCIATION

The authors

The collection contains material reflecting the experience of management of organizational and technological development of the regional production Association «SUEK-Khakassia» and its production units. Methodological and methodical approaches to improving the safety and efficiency of production on the basis of management development of staff and enterprises in General.

Key words: production safety, production efficiency, management of development staff and companies, coal mining production Association.