

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Г.А. Гончаренко

Изложены общие принципы снижения риска опасности электроустановок зданий. Показана необходимость создания системы поддержки принятия решения, используя математические и эвристические модели

Ключевые слова: электроустановка, техногенный риск, остаточный ресурс, иницирующие события

Имеющиеся статистические данные об авариях и травматизме в электроустановках зданий, их причины и мероприятия по предотвращению опасностей, а также нарушения требований технических регламентов и нормативных документов свидетельствуют об устойчивой тенденции снижения уровня безопасности в электроустановках 380/220 В [1,2,3].

В настоящее время в качестве индикатора опасности электроустановок находит широкое применение показатель интегрированного риска – количественной меры мультипликативной характеристики, устанавливающей частоту наступления негативного события, например, электротравмы, и ее последствия (потери, ущерб) [1].

С социальной точки зрения наиболее действенным подходом к обеспечению жизнедеятельности при техногенных воздействиях является так называемый принцип «нулевого риска», направленный на реализацию такого уровня безопасности, какой только достижим с помощью внедрения высокоэффективных систем безопасности электроустановок (ЭУ). Такой принцип теоретически может быть реализован в проектной деятельности с помощью комплекса мер организационного и технического характера. Однако практика показывает, что как бы тщательно не выполнялись соответствующие технические регламенты в процессе эксплуатации электроустановки, всегда возникают непредвиденные и случайные сценарии, приводящие к авариям из-за отказов элементов ЭУ, ошибок персонала, воздействия факторов внешней среды, превышающего нормативную нагрузку. Кроме того, стремление к «абсолютной безопасности» связано с вложением значительных материальных ресурсов и денежных средств, что, чаще всего, становится экономически не реализуемым. Оче-

видно, рациональным следует считать такой уровень риска, который был бы приемлем по экономическим соображениям с учетом сложившихся социальных условий в обществе на данный период. Такие задачи относятся к классу многопараметрической оптимизации [4], где приходится оценивать частоту возможных аварий, их последствия и их сочетания.

Традиционная система управления безопасностью строится на детерминированном подходе, когда на основании исследований физико-химических процессов, протекающих в реальных электроустановках, формулируются требования к нормативным документам, выполнение которых является гарантией принятия адекватных мер по обеспечению техногенной безопасности, а нарушение этих мер приводит к немедленной реакции со стороны надзорных органов. Поэтому целевой функцией предупреждения аварийности и травматизма является научно-обоснованная система разработанных нормативных документов, регулирующих правовые, организационные, социально-экономические и технические аспекты безопасности производств, нарушение требований которых является индикатором, определяющим формирование опасной ситуации. Такая система содержит многочисленный свод правил, регламентов, инструкций, действующих в различных ведомствах и, зачастую противоречащих друг другу. Эта система, по своей сути, статична и не отражает динамику формирования и развития опасностей – от иницирующих событий до аварий и несчастных случаев.

Нами показано [5], что проблема управления техногенной опасностью электроустановок должна опираться на методологию анализа риска, которая позволяет учитывать как вероятностную природу аварии или электротравмы, так и совокупное влияние всех

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

рискообразующих случайных факторов, определяющих характер их развития и масштабы воздействия на человека и среду его обитания.

В таблице 1 приведена примерная процедура анализа риска электроустановок, в основе которой положены новые подходы в моделировании техногенных процессов на опасных производственных объектах [6]. Здесь уместно выделить статистические, ве-

роятностные и экспертные методы оценки техногенных рисков, для каждого из которых разработаны методики их применения. Существует обоснование компьютерных систем в области моделирования загрязнений (в том числе радиационного), моделирования рисков экологически негативных событий, аварий и пожаров на особо опасных объектах (химическое производство, энергетика и др.).

Таблица 1 – Анализ риска электроустановки зданий

Этапы анализа риска	Условия для проведения анализа риска
<p>1. Идентификация опасностей человеко-машинной системы: персонал: ошибки и др.; электроустановка: отказы среда – негативное воздействие риско-образующих факторов.</p> <p>2. Изучение условий реализации опасностей, определение причинно-следственных связей, приводящих к возникновению аварийной ситуации (сценарий аварий).</p> <p>3. Анализ частот – для оценки вероятности каждого опасного события.</p> <p>4. Анализ последствий с расчетом возможного числа погибших (летальный исход), пострадавших (инвалидизация, временная потеря трудоспособности – в натуральном и денежном эквиваленте; определение материальных ущербов и потерь от экологических последствий (например, пожара).</p> <p>5. Расчет интегрированного риска электроустановки и его сравнение с нормативным значением (1·10⁻⁶).</p> <p>6. Прогнозирование и управление риском.</p>	<p>Наличие статистических данных по аварийности, отказам, травматизму и пожарам.</p> <p>Создание системы сбора необходимой информации.</p> <p>Применение процедур экспертных оценок.</p> <p>Использование математических методов системного анализа.</p> <p>Использование вероятностного метода анализа безопасности электроустановок.</p> <p>Использование аппарата нечетких множеств.</p> <p>Формирование экспертных систем.</p> <p>Использование действующих нормативно-технических документов, регламентов и ГОСТ (МЭК).</p>

Вместе с тем, по нашим данным, практически отсутствуют работы по анализу техногенных рисков объектов технического регулирования (ЖКХ, АПК, системы жизнеобеспечения), число которых измеряется десятками миллионов [6]. Именно эти объекты, электроустановки которых питаются напряжением 380/220 В, представляют повышенную опасность, т.к. они обслуживаются практически всем населением страны. Такой парадокс объясняется заниженной оценкой опасности рисков и субъективными представлениями о степени опасности электрического тока низкого напряжения.

Эффективность объектов электроэнергетики, включая как отдельные электроустановки (электропроводка, электродвигатели и др.), так и электротехнические комплексы, должны характеризоваться обобщенным показателем, учитывающим надежность, безопасность и экономичность их функционирования. В этой связи актуальным представляется совершенствование технологии деятельности и технического состояния ЭУ в сфере сельскохозяйственного производства,

коммунального хозяйства и т.д., где наряду с морально устаревшим, выработавшим свой ресурс оборудованием, имеются технологии с новыми материалами и свойствами, для которых традиционные методы диагностики выявления дефектов оказываются неприемлемыми. Это ставит актуальную проблему поиска новых технических решений оценки состояния электроустановок, обеспечивающих более совершенную организацию технического обследования, включая прогнозирование остаточного ресурса. На основании данных по оценке остаточного ресурса электрооборудования принимается решение о возможности его дальнейшей эксплуатации или ремонте. Таким образом, ресурс электроустановки является важной технико-экономической характеристикой. Особое место в увеличении остаточного ресурса при этом занимает его прогнозирование на стадии эксплуатации. Решение этой задачи предусматривает высокий уровень теоретических и экспериментальных исследований, связанных с изучением электроустановок в условиях старения и износа, образования

дефектов, разработку методических основ и способов оценки технического состояния объектов.

Выполненные нами исследования [5] обеспечили решение комплекса научных и технических задач по обоснованию методов оценки и прогнозирование электропроводки зданий, а также совершенствование систем технической диагностики, в основе которых лежит многокритериальный подход и многопараметрическая модель ЭУ как объекта контроля, подверженного воздействию рисков образующих факторов, меняющихся в процессе эксплуатации и влияющих на динамику процесса старения, износа и возникновения отказа.

Методология оценки ресурса ЭУ включает аппарат формализации и моделирования условий появления техногенных рисков, комплекс методик принятия решения при прогнозировании технического состояния электро-оборудования на основе вероятностного представления «диагностики причинно-следственных связей и экспертных систем» [7]. Полученные результаты являются основой для разработки методов и моделей, направленных на повышение надежности, безопасности и экономичности электроустановок и решения задач оптимизации системы технического обслуживания и техногенного риска. Разработанная методика технической диагностики позволяет не только учитывать текущее состояние объекта контроля, но и прогнозировать ресурс и определять техногенные риски для любого значения текущего времени в стационарном рабочем режиме ЭУ. Внедрение в практику сельскохозяйственного производства новых методик будет способствовать снижению аварийности

электроустановок, предупреждению электротравматизма людей и электропатологии сельскохозяйственных животных [8], а также чрезвычайных ситуаций (пожаров).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремина Т.В. Вероятностный анализ безопасности сельских электроустановок: монография. -Улан-Удэ:Изд-во ВСГТУ, 2010. - 200 с.
2. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок. - М.: ООО «Кабель», 2009. - 328 с.
3. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности - М.: ГНТП «Безопасность» МИБ СТС, 1996. - 424 с.
4. Никольский О.К., Воробьев Н.П. и др. Техническая диагностика и остаточный ресурс электроустановок: монография. - Барнаул, Изд-во «Алтайский дом печати», 2013. - 207 с.
5. Гончаренко Г.А. Метод оценки и прогнозирования остаточного ресурса электропроводки на объектах АПК в условиях неопределенности. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, АлтГТУ, Барнаул, 2013.
6. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности: учебное пособие. - М.: Изд-во дом «Спектр», 2001. -187 с.
7. Хабаров С.П. Экспертная система. Конспект лекций.-М., 2004. - 154 с.
8. Никольский О.К., Куликова Л.В. и др. Основы электромагнитной совместимости: учебник для вузов (под ред. проф. Р.Н. Карякина), Барнаул, ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 2007. - 480 с.

Гончаренко Георгий Александрович – к.т.н., кафедра «Электрификация производства и быта», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: goga507@inbox.ru, тел. (3852) 367129