АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Нефедов С.Ф. - аспирант, Дробязко О.Н. - к.т.н., доцент,
Сошников А.А.- д.т.н, профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время состояние безопасности электроустановок в России достигло недопустимо низкого уровня.

Основным путем решения рассматриваемой проблемы является повышение эффективности существующей системы обеспечения электробезопасности (СОЭБ). Важнейшим компонентом такой системы являются технические системы безопасности электроустановок, функционирующие на объектах (в зданиях).

В настоящее время такие системы представлены в виде систем зануления. Они включают совокупность аппаратов защиты (АЗ), отключающих электроустановки при возникновении в них аварийных режимов. Тем самым такие системы реализуют защитную меру “автоматическое отключение питания”. Такие системы снижают также величину напряжения, воздействующего на человека при его прикосновении к открытым проводящим частям электроустановок.

Рассматриваемые системы имеют относительно низкую эффективность, обусловленную как их техническими недостатками, так и несовершенством их проектирования, выполняемого в рамках проектных организаций (проектировщики не в полной мере реализуют требуемый перечень этапов выбора и проверок аппаратов защиты, предусматриваемых Правилами устройства электроустановок и построенных на их основе “детализированных” методик).

Особенностью проектирования рассматриваемых систем является многовариантность проектных решений, каждое из которых удовлетворяет условиям выбора. В практике проектирования вариант системы выбирается с учетом затрат на ее создание, возможностями закупки аппаратов защиты.

В настоящее время в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова разработаны методы количественной оценки электрозащитной эффективности технических систем безопасности электроустановок [1], базирующиеся на математическом моделировании функционирования системы “электроустановка”-“человек”-“СОЭБ”. Они позволяют подсчитывать вероятности электропоражений людей на объекте. Это позволяет решать задачу выбора на объекте наиболее эффективной (оптимальной) системы электробезопасности.

Разработанные методы позволяют описывать защитное действие не только предохранителей и автоматических выключателей, но и перспективных устройств защитного отключения по току утечки.

Методы оптимизации СОЭБ на объекте имеют наукоемкий характер и требуют для своего практического внедрения специальных средств, позволяющих использовать эти методы в практике работы проектных организаций**.** В роли такого средства выступают системы автоматизированного проектирования (САПР) оптимальных СОЭБ на объектах.

Технология проектирования оптимальных систем безопасности состоит в многократном проектировании различных вариантов СОЭБ на объекте и последующем выборе из них оптимального варианта.

При описании САПР принято выделять различные виды их обеспечений.

Математическое обеспечение рассматриваемой САПР составляют математические модели и методы оптимизации СОЭБ. В настоящее время учеными АлтГТУ такое обеспечение разработано в достаточно полном масштабе.

Дальнейшие работы по созданию САПР оптимальных СОЭБ продолжаются в направлениях разработки информационного, программного и методического обеспечений.

Наиболее трудоемкой частью разработки является создание *программного обеспечения*. К настоящему времени решены отдельные вопросы идеологии разработки такого обеспечения [2,3]. Создана программа, одной из функций которой является оценка состояния электробезопасности на объекте [4] .

Несмотря на это, полученные результаты необходимо рассматривать как начальный этап разработки эффективного программного обеспечения. Нами была поставлена задача разработки программного обеспечения, взаимоувязанного с другими компонентами САПР и в полной мере отвечающим современным требованиям, предъявляемым к программным продуктам.

Нами разработана новая версия программы, осуществляющая расчет показателей эффективности СОЭБ на объекте. Блок-схема такой программы приведена на рис. 1.

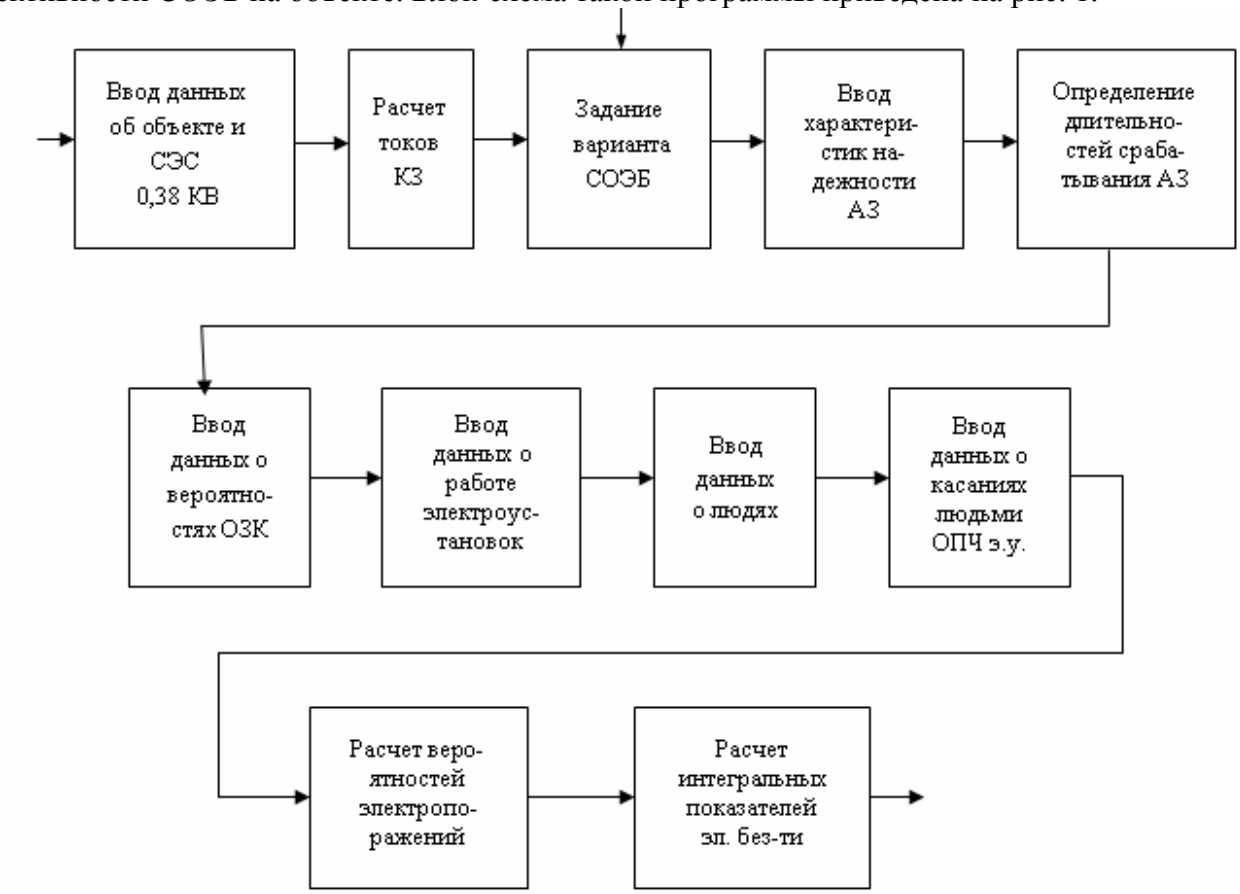

Рис. 1. Блок-схема программы “Расчет показателей эффективности системы электробезопасности”

В программе реализован расчет состояния электробезопасности на объекте при учете прикосновений людей к открытым проводящим частям электроустановок.

Программа может использоваться как однократно, так и для проведении серии расчетов для различных СБЭ. Во втором случае первые два модуля выполняются один раз. Остальные модули выполняются последовательно для каждого из задаваемых вариантов систем. Возможные варианты СБЭ для объекта формируются вне программы и задаются в третьем модуле.

Результаты вычислений эффективности различных СБЭ записываются в накопительную базу данных. На основе таких данных далее с помощью специального модуля решается задача выбора оптимальной СОЭБ.

Информационное обеспечение рассматриваемой системы автоматизированного проектирования имеет несколько подсистем.

При проектировании оптимальной СОЭБ на действующем объекте используется подсистема сбора информации, отражающей особенности этого объекта. При этом часть

информации, носящей вероятностный характер, выбирается с учетом специфики объекта на основе данных, полученных на группе статистически однородных объектов.

Используется также подсистема нормативно-справочной информации. Такая информация занесена в базы данных программного комплекса.

Методическое обеспечение системы автоматизированного проектирования СОЭБ представляет собой совокупность иерархически структурированных методик и рекомендаций.

Построенная система автоматизированного проектирования реализует качественно новый, уровень технологий проектирования технических систем. Его особенностями является учет широкого круга разнородных факторов. При этом помимо традиционных *электротехнических характеристик* при проектировании осуществляется учет работы технологического оборудования, поведения людей (обслуживающего персонала), физиология электропоражений.

Особую роль в проектировании играет учет вероятностных характеристик, описывающих возможность возникновения аварийных режимов, отказов устройств защиты. Такой учет, по существу, определяет технологию проектирования, опирающуюся на прогнозирование процесса функционирования системы электробезопасности в условиях ее будущей эксплуатации.

С помощью построенной САПР найдены оптимальные варианты систем электробезопасности на ряде объектов аграрно-промышленного комплекса. В результате расчетов установлено, что существует возможность снизить опасность электропоражений людей на объекте при использовании традиционных устройств максимальной токовой защиты примерно в 5-7 раз.

Разработанная система проектирования представляет собой не имеющее аналогов современное средство, позволяющее реализовывать в массовом масштабе новую технологию обеспечения электробезопасности.

В настоящее время продолжаются работы по совершенствованию программного обеспечения проектирования СОЭБ в направлении разработки семейств программ.

Литература

1. Системы безопасности электроустановок зданий / О.К. Никольский, А.А. Сошников, О.Н. Дробязко, В.С. Германенко, Л.В. Тен, А.Л.Тен, Э.Ф. Аунапу, Г.Н. Москаленко. –Барнаул, 2004.-82 с. В кн. Правила устройства, эксплуатация и безопасность электроустановок. -Нормативно-технический сборник.-Барнаул, 2004.-840 с.

2. Дробязко О.Н. Идеология построения программного обеспечения решения задач теории систем безопасности электроустановок АПК/ О.Н. Дробязко, С.С. Гусельников, В.С. Германенко // Ползуновский альманах.-2004.- № 1. -С.153-158.

3. Германенко В.С., Гусельников С.С., Дробязко О.Н., Нефедов С.Ф. Средства реализации выбора оптимальных стратегий создания систем безопасности электроустановок АПК / Ползуновский вестник.-2005.-№ 4.- часть 3.-С.230-234.

4. Дробязко О.Н. , Гусельников С.С. Выбор оптимальной стратегии создания систем безопасности электроустановок на объекте АПК. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2003610372, 12 февраля 2003 г.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ В ЗДАНИЯХ

Сошников С.А. - аспирант, Соснин Е.А. – студент, Кудрявцев Д.А. – студент.
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Использование электрической защиты от аварийных режимов на основе предохранителей и автоматических выключателей в системах электроснабжения зданий регламентируется Правилами устройства электроустановок и другими нормативными документами. Однако выбор защиты в соответствии с действующими методиками полностью не исключает возможность появления источников зажигания, в частности, электрической дуги, как правило, возникающей при коротких замыканиях (к.з.).

Одним из основных показателей степени пожаробезопасности электроустановок является вероятность возникновения хотя бы одного пожара (загорания) на объекте $P(П)$. Для его определения используется предлагаемая методика компьютерной диагностики электрической защиты, позволяющая анализировать пожарную опасность коротких замыканий с учетом пережигающего действия возникающей электрической дуги. С использованием этой методики на объекте может быть сформирована система обеспечения электропожаробезопасности по результатам автоматизированного выявления пожароопасных участков системы электроснабжения и выбора экономически целесо-образных сочетаний параметров защиты от коротких замыканий и электропроводок по условию наименьшей вероятности пожара. С этой целью производится сопоставление характеристик срабатывания аппаратов защиты (предохранителей или автоматических выключателей) по каждому участку электрической сети и экспериментальных характеристик пережога электропроводки электрической дугой.

Пожарную опасность при дуговых коротких замыканиях представляют прежде всего участки электрической сети, для которых время пережога меньше времени срабатывания защиты (защита никак не влияет на процесс с пережога и пожароопасные факторы электрической дуги). Поэтому в заданном диапазоне токов к.з., можно поставить в соответствие эффект пережога электропроводки до срабатывания защиты и развитие, вследствие этого, пожара.

Для учета всех пожароопасных факторов, включая действие электрической дуги, а также раскаленных частиц металла введены следующие критерии оценки пожарной опасности коротких замыканий:

- коэффициент незащищенности участка электрической сети $k_s^{из(к)}$, определяемый долей незащищенной части участка сети (отношением длины незащищенной части участка электрической сети к полной длине участка);

- коэффициент незащищенности электрической сети $K^{из(к)}$, определяемый отношением суммы длин зон пережога к сумме длин всех участков сети.

Показатель $P_S^K(П) = P_T^K \, k_s^{из(к)}$ называется показателем пожарной опасности k –го вида короткого замыкания на s-ом участке электрической сети. Используя коэффициент незащищенности электрической сети, можно определить показатель пожарной опасности k –го вида короткого замыкания для всей электрической сети рассматриваемого объекта по формуле: $P^K(П) = P_T^K \, K^{из(к)}$.

С учетом введенных показателей рассчитывается интегральный показатель пожарной опасности всех видов коротких замыканий в электрической сети, который используется в качестве критерия эффективности системы электрической защиты.

Для практической реализации методики компьютерной диагностики электрической защиты разработан программный комплекс СКЭД-380, который позволяет на основе расчета показателей пожарной опасности коротких замыканий выбирать оптимальный вариант системы электрической защиты в процессе проектирования или реконструкции объекта электроснабжения.

Комплекс позволяет рассчитывать значения основных видов токов к.з.; время срабатывания аппаратов защиты при к.з.; коэффициенты незащищенности участков сети; коэффициенты незащищенности сети; приведенные коэффициенты незащищенности сети; показатель пожарной опасности для однофазного, двухфазного и трехфазного к.з.; показатель пожарной опасности для однофазного к.з. на корпус; интегральный показатель пожарной опасности для всех видов к.з.; интегральный показатель пожарной опасности для всех видов к.з., кроме однофазного замыкания на корпус; экономические показатели вариантов реконструкции систем электроснабжения и электрической защиты.

Выполненные расчеты позволяют решать задачи оценки возможных последствий коротких замыканий, а также проектирования и выбора перспективных вариантов реконструкции систем электроснабжения и электрической защиты по условию обеспечения пожарной безопасности электроустановок.