

единицы при $I = i'_y$, например, по линейному закону.

По найденным вероятностям $p(I^{sk})$, $p(O^{sk})$, $p(D^{sk})$ для каждого из каналов РЗ путем деления их на выдержку времени работы определяются параметры потоков излишних действий ω_n^{sk} , отказов срабатывания ω_o^{sk} и дополнительных ложных действий ω_D^{sk} . Результирующие показатели потерь $p(I)$, $p(O)$, $p(D)$, ω_n , ω_o , ω_D могут быть получены путем усреднения по видам КЗ и режимам работы схемы электрических соединений района размещения защищаемого объекта, например,

$$p(I) = \sum_{k=1}^{n_k} p(R_k) \sum_{s=1}^{n_s} p(K^{(s)}) p(I^{sk}),$$

где $p(K^{(s)})$ - вероятность s-го вида КЗ в сети, $p(R_k)$ - вероятность k-го режима работы схемы сети относительно РЗ защищаемого объекта. Вероятности типа $p(K^{(s)})$ обычно известны из опыта эксплуатации, а вероятности $p(R_k)$ должны рассчитываться для каждого режима.

Литература

1. Павлык П.В., Шмойлов А.В. Техническая эффективность релейной защиты максимального действия // Тез. докл. областной науч.-практ. конф., Томск, 1995. - с. 42-43.
2. Лелетко М.В., Шмойлов А.В. Оценка технической эффективности дистанционной релейной защиты // Тез. докл. областной науч.-практ. конф., Томск, 1995. - с. 42.

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

А. В. Скворцов

Томский государственный университет

Информационные системы для электрических сетей стали объективной реальностью. Но чаще всего это узкоспециализированные подсистемы, предназначенные для решения одной или нескольких частных задач. Требования же к информационным системам электрических сетей гораздо более многообразны и изменяются в процессе их эксплуатации.

Современное программное обеспечение имеет явную тенденцию своего развития в сторону универсальности, открытости для дальнейшего развития другими разработчиками. В от-

ношении электрических систем это позволило бы быстро настраивать программное обеспечение на удовлетворение встающих потребностей, адаптировать к имеющимся наработкам, подключаться к уже созданным базам данных на предприятиях.

В настоящее время для информационных средств электрических систем сформировались достаточно новые требования, которые до настоящего времени не были реализованы ни в одной коммерческой программной среде для электрических сетей. Это такие требования как:

1. Представление принципиальных схем электрических систем на электронной карте местности, позволяющей оперативно получать информацию о рельефе, грунтах, гидрологии, транспортных коммуникациях, экологии, зонах повышенной пожароопасности и т.д.

2. Имитационное моделирование возможных зон затопления паводковыми водами, оценки объёмов земляных работ, предпроектные оценки различных вариантов электроснабжения новых объектов.

3. Имитационное моделирование различных режимов электрических систем. В частности, создание на его основе тренажёров для обучения персонала.

4. Оперативное получение информации о характере местности и подъездах к повреждениям на воздушных ЛЭП, определённым с помощью специальной аппаратуры, измеряющей расстояние до места короткого замыкания, обрыва проводов и т.д.

В Томском государственном университете совместно с кафедрой электрических систем Томского политехнического университета разработана универсальная графическая информационная система ГрафИн, позволяющая на своей основе создавать информационные комплексы для различных отраслей народного хозяйства. Система ГрафИн сочетает в себе возможности геоинформационных систем для создания и поддержки электронных карт местности, а также систем автоматизированного проектирования для ведения разнообразных чертежей, схем, планов. Система ГрафИн поддерживает множество известных векторных и растровых форматов. Основным форматом для представления векторной информации является формат шейп-файлов системы ArcView GIS, что обеспечивает полную прямую совместимость с этой системой на уровне данных.

Для предприятий электрических сетей создана информационная система, позволяющая полностью автоматизировать ведение оперативных, нормальных схем электроснабжения, схем размещения коммуникаций на карте местности, ведение баз данных по объектам электрических систем, а также получение необходимых справочных отчётов по разнообразным направ-

лени.
емые
тольк
сетей
инфо
пыта
Отчё
анали
нала,
ны те

транс
зонам
ляет
вари
оцен
тей.

ние к
непос
без п
плане
мере
маш
сеть,
чени
сетей
чётко

отрис
том и
ствии
стоян

чески
модел
топол
части
ным
може
ных и
ческо
специ
Разра
мы дл
лева
трени

ТР
УГ

7

мости
на сет
но, чт
прият

позволило обеспечить надежность, как, поданных на

ационных провалисьые до нааны ни в среде для ания как: ных схем ой карте получать дрологии, ги, зонах

е возможами, оценроектные набжения

е различВ частнов для обу

рмации о поврежденным с померяющей кания, об-

иверситетских систем итета разинформада на свокомплекого хозяйбе возможя создания стности, а проектирочертежей, держивает растровых представгся формат что обеспесть с этой

ких сетей звояющая э оперативления, схем ге местносм электриобходимыхым направ

лениям деятельности предприятия. Настраиваемые базы данных позволяют отслеживать не только технические характеристики элементов сетей в виде паспортов, но и технологическую информацию в виде результатов осмотров, испытаний, текущих и капитальных ремонтов. Отчёты позволяют автоматизировать процесс анализа деятельности обслуживающего персонала, выявлять слабые места, формировать планы текущих и капитальных ремонтов и др.

Информация по геологии, гидрологии, транспортных и инженерных коммуникациях, зонам затопления паводковыми водами позволяет автоматизировать процесс сопоставления вариантов электроснабжения новых объектов с оценкой затрат на все основные элементы сетей.

Система обеспечивает параллельное ведение нормальной, текущей, оперативной схем непосредственно на плане местности, а также без привязки к ней. Для оперативных схем на плане местности предусмотрена детализация по мере увеличения масштаба. При наименьшем масштабе диспетчер видит системообразующую сеть, подстанции в виде полигонов. При увеличении масштаба появляются детали районных сетей, далее - оперативные схемы подстанций, чётко отражающие топологию сети в целом.

При наличии телеметрических систем отрисовка коммутаторов осуществляется с учётом информации об их состоянии. При отсутствии телеметрии диспетчер сам следит за состояниями коммутаторов.

Атрибутное описание элементов электрических систем ориентировано на имитационное моделирование режимов. Подсистема анализа топологии позволяет выделять графы любой части электрической сети с требуемым атрибутом описанием элементов. Выделенный граф может быть использован для решения локальных инженерных задач, а также для автоматического формирования разделов данных для специализированных программных комплексов. Разрабатываются также и собственные программы для имитации возможных режимов в послеаварийных ситуациях с целью обучения и тренировки диспетчерского персонала.

ТРЕНАЖЕР СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ

*Н. Г. Волков, А. В. Петров
Томский политехнический университет*

Доля энергетических затрат в себестоимости продукции в некоторых производствах на сегодняшний день достигает 55%. Очевидно, что устойчивая и ритмичная работа предприятия во многом зависит и определяется в

первую очередь стабильностью и качеством электроснабжения.

Бесперебойное электроснабжение обеспечивается надлежащим содержанием и эксплуатацией оборудования, его своевременной модернизацией и внедрением новых технологий оперативного управления электрохозяйством (СОУ), а также квалификацией обслуживающего персонала.

Организация централизованного управления электроснабжением позволяет существенно снизить затраты на организацию электроснабжения. Однако, для нормального функционирования СОУ предъявляются достаточно высокие требования к профессиональной квалификации диспетчеров.

Обучение навыкам управления на физических моделях или непосредственно на производстве обходится слишком дорого и продолжительно.

На кафедре ЭСПП в рамках дисциплины "Автоматизация управления электроснабжением предприятий" на базе графического редактора "Scheme" разработан тренажер по оперативному управлению электроснабжением предприятий на ПК.

Он представляет собой достаточно разветвленную схему электроснабжения промышленного предприятия как объекта управления. Все элементы электрооборудования представлены общепринятыми условными графическими обозначениями.

Тренажер позволяет обучающемуся коммутировать силовые аппараты схемы, видеть состояние системы и нагрузки. Любое переключение сопровождается перераспределением нагрузок по кабельным сетям и распределительным пунктам, что отражается в виде текущего и допустимого значений токов на кабеле, активной и реактивной мощности, напряжения в узлах нагрузки с фазовым сдвигом, направления потока энергии и другие параметры. Эти возможности позволяют проигрывать любые ситуации с многократным повторением, что способствует быстрому усвоению навыков управления системой в целом.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ СИСТЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ДЛИТЕЛЬНЫМ РЕСУРСОМ РАБОТЫ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ

*Е. В. Гынгазова
НПЦ "Полюс" (г. Томск)*

Надежность систем электроснабжения космических аппаратов - важнейший фактор