

ООО «НТЦ «МЕХАНОТРОНИКА»
Главный специалист, к.т.н. (МЭИ)
Барabanов Ю.А.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТОВ РЕЖИМОВ СЕТЕЙ И УСТАВОК ЗАЩИТЫ

Многофункциональный комплекс программного обеспечения (ПО), предназначен для решения ряда электротехнических задач применительно к сетям 0,4-750 кВ. Комплекс может использоваться в организациях, связанных преимущественно с проектированием и эксплуатацией систем релейной защиты и автоматики (РЗА), а также электрических сетей.

Центральным ядром комплекса является программа расчета режимов сети, позволяющая проводить расчеты электрических величин: токов и напряжений в нагрузочных и аварийных режимах работы. Получаемые электрические величины используются рядом прикладных программ комплекса для решения специализированных задач, при этом, ядро комплекса ПО остается неизменным.

На объем и конфигурацию схемы сети не накладываются никакие ограничения.

Функции и структура комплекса

Функции комплекса:

- *Справочно-информационная система.* Система формирует базу данных по первичной схеме сети и параметрам силового оборудования, а также схемам защит и их параметрам в объеме, достаточном для выполнения расчетных задач. База данных открыта для наращивания и модификации.
- *Расчет режимов работы сети.* Проводятся расчеты токов и напряжений при КЗ и в нагрузочных режимах. Расчет проводится в сетях напряжением от 0,4 до 750 кВ.
- *Расчет уставок защит.* Проводится расчет защит оборудования подстанций с напряжением до 750 кВ, выполненных в аналоговом виде – типовые защиты Российского исполнения, а также на микропроцессорных терминалах фирм ЭКРА, Механотроника и Siemens.

Структура комплекса. Комплекс включает модель сети, позволяющую проводить расчеты электрических величин в нагрузочных и аварийных режимах работы, и модель РЗА, позволяющую проводить расчет уставок защит. Каждая из моделей содержит базу данных и расчетную часть. Базы данных заполняются пользователем через *графический редактор сети* и *графический редактор устройств РЗА*. Расчетная часть функционирует в режиме диалога с пользователем в ходе расчетов.

Графические редакторы сети и устройств РЗА

Графические редакторы представляют собой оболочку программного обеспечения – интерфейс пользователя, через который осуществляется все взаимодействие пользователя с комплексом ПО, а также отображение результатов расчета. Графические редакторы выполнены в стандарте Windows и включают все его сервисные возможности. Для самостоятельного освоения работы с комплексом не требуется никакой специальной подготовки, достаточно типовых навыков работы в среде Windows.

Графические редакторы проводят кодировку исходных данных и их представление для расчетной части в форме, удобной для последующих расчетов. От пользователя не требуется выполнение кодировки узлов сети, формирование схем замещения и расчет сопротивлений элементов схем замещения, указанные операции выполняются программно.

Первичная схема сети изображается путем размещения элементов сети из заданного графического меню элементов и проведения между ними линий связи. Графическое

изображение схемы повторяет традиционно принятое для первичных схем. Редактор сети выполнен многоуровневым: заданные пользователем фрагменты сети (подстанции, станции и т.п.) на более высоком уровне изображения могут быть свернуты в одно знакоместо с возможностью раскрытия подробного изображения схемы на низшем уровне. Это позволяет оптимизировать изображение сети на ограниченном размере экрана монитора. Предусмотрен скроллинг для размещения схем, превышающих размеры экрана.

Коридоры сближенных воздушных линий (ВЛ) электропередачи изображаются трассами в декартовой системе координат с указанием точек входа и выхода из коридора (в километрах) и расстояния между ВЛ (в метрах). Любая ВЛ может входить в коридор отдельными участками на разных фрагментах трассы, разбиение ВЛ на участки для «выравнивая» длин коридоров не требуется. «Выравнивание» коридоров, расчет сопротивления взаимоиндукции в схемах нулевой последовательности и их учет проводится автоматически, программно. Коридор может включать до 20 линий разного уровня напряжения. Одна ВЛ может входить отдельными участками в несколько коридоров.

Каждый элемент сети имеет таблицу каталожных данных. Таблицы включают набор параметров в объеме, необходимом и достаточном для расчета сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательности данного элемента. В составе ПО имеется электронный каталог на все типовые элементы сети. Таблица данных на установленный в сети элемент может быть заполнена непосредственно пользователем или путем копирования нужной строки из электронного каталога.

Существенными элементами, включенными в состав меню элементов сети, являются выключатели, а также первичные измерительные трансформаторы тока и напряжения. Их наличие позволяет привязать к схеме сети устройства РЗА, указав от каких измерительных трансформаторов поступают контролируемые токи и напряжения и на какие выключатели защиты действуют при срабатывании. Состояние выключателей может изменяться как пользователем, так и программными модулями, моделирующими РЗ при расчете уставок, что позволяет автоматически перебрать ряд режимов работы сети для поиска расчетных режимов.

Базы данных по комплектам РЗ включают информацию о составе входящих в комплект защит, схемы подключения к измерительным трансформаторам, карты уставок с учетом направленности защит или отдельных ступеней. Кроме защит возможна установка устройств АПВ и АВР выключателей. Таблица данных на тот или иной комплект РЗА может быть заполнена пользователем полностью – с данной защитой будет проведено согласование проектируемых защит, или заполнена частично – решается задача расчета уставок защиты.

Модули расчета режимов работы сети

Нагрузочные режимы рассчитываются для установившегося режима, когда самозапуск нагрузки отсутствует и для режима, когда выделенная часть нагрузки участвует в самозапуске, например, после действия АПВ или АВР. Нагрузка задается путем размещения на схеме сети синхронных и асинхронных двигателей, обобщенной нагрузки, а также сдвигом фаз ЭДС любого числа эквивалентных систем. В задании на расчет пользователь выбирает элементы сети, в которых необходим расчет токов и напряжений.

Режимы КЗ рассчитывается для начального момента КЗ, когда необходим учет подпитки точки КЗ двигателями, и для установившегося режима, когда такая подпитка закончена. Модель генератора, учитывает состояние АРВ с учетом электрической удаленности точки КЗ от выводов генераторов и время, прошедшее от момента возникновения КЗ. Расчеты фазных величин проводятся с учетом схем и групп соединения обмоток силовых трансформаторов. Расчет проводится для всех видов КЗ с учетом нагрузочных составляющих. Таблицы результатов расчета КЗ содержат фазные значения токов и напряжений, а также их симметричных составляющих в заданных пользователем элементах сети, сопротивления заданных элементов сети, токи и входные сопротивления относительно точки КЗ. Все результаты представлены комплексными значениями и выдаются в именованных величинах,

приведенных к номинальному напряжению элемента. Для трансформаторных элементов сторону приведения выбирает Пользователь. В задании на расчет пользователь размещает точки КЗ на схеме сети с указанием вида КЗ, замкнувшихся фаз и, при необходимости, переходного сопротивления в точке КЗ, а также элементы сети, в которых необходим расчет.

Расчеты уставок защит проводятся в диалоговом режиме. В задании на расчет пользователь указывает подлежащий расчету комплект защиты, тип защиты и, при желании, некоторые, изначально установленные параметры такие, как коэффициенты трансформации трансформаторов тока, число и направленность ступеней и т.п.

На каждом шаге расчетов пользователю отображаются расчетные условия для расчета уставок и коэффициентов чувствительности защиты и соответствующие им расчетные выражения. Также указываются принятые в расчетных выражениях значения коэффициентов, таких как: коэффициентов отстройки, коэффициентов согласования, минимальных коэффициентов чувствительности и т.п. Пользователь может исключить любое расчетное условие или откорректировать принятые значения коэффициентов.

Для подтвержденного пользователем расчетного условия в ходе диалога с участием пользователя осуществляется перебор режимов работы сети с выбором расчетного режима. Многовариантный расчет режимов работы сети выполняется путем коммутации установленных в сети выключателей – включение и отключение элементов сети, изменения рабочей отпайки РПН силовых трансформаторов с автоматическим пересчетом их сопротивлений и коэффициентов трансформации, изменения режима эквивалентных систем – максимум, минимум. Указанные возможности предусмотрены и при автономном пуске модулей расчета нагрузочных и аварийных режимов без пуска модулей расчета уставок.

Разработчик. Московский энергетический институт, кафедра Релейной защиты и автоматизации энергосистем, руководитель работ: доцент МЭИ Барabanov Юрий Аркадьевич, телефон 8-910-478-60-15, (495) 386-78-61. E_mail BarabanovYA@mail.ru

• [5 Программная модель тренажера систем релейной защиты сети 6-35 кВ](#)



[Просмотреть](#) [Загрузить](#) 45 КБ

Московский энергетический институт, кафедра Релейной защиты и автоматизации энергосистем, руководитель работ: доцент МЭИ Барabanov Юрий Аркадьевич, телефон...

ftp.so-ups.ru/RZA/ural_2007_rza/tezis/mehanotron/..._emj

