

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАСЧЕТОВ НА ПЭВМ ТОКОВ КЗ И УСТАВОК РЗ В СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ «ЛЬВОВОБЛЭНЕРГО»

В.А. Крылов¹, канд. техн. наук, **Н.П. Романенко**², вед. инж., **Н.Ф. Колесникова**³, вед. инж.,
Е.И. Козлова⁴, вед. инж., **О.А. Литвинова**⁵, вед. инж., **Н.А. Бабич**⁶, вед. инж.

1, 2, 3, 4, 5, 6 – Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина

Описаны формирование базовой информационно-математической модели сложной электрической сети 110 кВ «Львовоблэнерго» для автоматизированных расчетов токов КЗ и уставок РЗ и программные средства ИЭД НАН Украины, реализующие эти расчеты в СРЗА «Львовоблэнерго». Библ. 2.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, электрическая сеть, релейная защита, программное обеспечение, персональный компьютер

В Объединенной электроэнергетической системе (ОЭС) Украины Западная электроэнергетическая система (ЗЭС) занимает особое место: она содержит в своем составе т.н. «Бурштынский остров», работающий параллельно с ОЭС CENTREL стран Восточной Европы (и электрически не связанный с остальной частью ЗЭС и соответственно ОЭС Украины).

Указанное обстоятельство требует обеспечения повышенной надежности ЗЭС в аварийных условиях и со стороны Института электродинамики (ИЭД) НАН Украины всегда находило необходимую поддержку расчетов на ПЭВМ аварийных режимов и уставок защит, выполняемых в СРЗА ЗЭС.

Электрическая сеть высших напряжений Западного региона содержит уровни 750-400-330-220-110 кВ. Ее расчетная схема, созданная в СРЗА ЗЭС, учитывает все необходимые факторы и в топологическом и параметрическом отношении сложна и объемна (прямая последовательность – 1223 узла, 1464 ветви, нулевая последовательность – 1216 узлов, 1940 ветвей).

Программные средства, эксплуатируемые в СРЗА ЗЭС для расчетов аварийных режимов и уставок типовых и микропроцессорных защит, разработаны в ИЭД НАН Украины и реализуют все требуемые многочисленные расчеты на основе единой базовой информационно-математической модели указанной выше сложной электрической сети (БМС-ЗЭС), сохраняемой во внешней памяти ПЭВМ – на магнитном диске (МД).

С целью дальнейшей оптимизации расчетов аварийных режимов и уставок защит в сложных электрических сетях 110 кВ, находящихся в ведении Облэнерго Западного региона, СРЗА ЗЭС начало привлекать для их выполнения СРЗА Облэнерго. В этой связи «Львовоблэнерго» (по рекомендации СРЗА ЗЭС) обратилось в ИЭД НАН Украины с предложением создания в СРЗА «Львовоблэнерго» информационно-вычислительной среды для полноценного систематического проведения требуемых расчетов по Программному обеспечению ИЭД НАН Украины.

Начальным этапом данной работы стало формирование базовой информационно-математической модели сложной электрической сети 110 кВ «Львовоблэнерго» – БМС-Лобл (BMS#LOE).

Электрическая сеть 110 кВ «Львовоблэнерго» состоит из двух энергоузлов, Львовского и Дрогобычского, и напоминает электрическую сеть ЗЭС: в частности, как и там, в ее составе имеются фрагменты, относящиеся к «Бурштынскому острову» (и электрически не связанные с остальной электрической сетью «Львовоблэнерго» и соответственно с ОЭС Украины).

Расчетная схема электрической сети «Львовоблэнерго» содержит значительное количество узлов и ветвей, в т.ч. – ветвей с ЭДС в прямой последовательности, ветвей с взаимной

индукцией в нулевой последовательности, ветвей с коэффициентами трансформации, ветвей нулевого сопротивления.

Она в полном объеме представлена в расчетной схеме электрической сети ЗЭС. Поэтому было принято решение сформировать БМС-Лобл прямо из БМС-ЗЭС с помощью соответствующего специализированного программного обеспечения ИЭД НАН Украины [1, 2], апробированного и положительно зарекомендовавшего себя при построении БМС-Обл Центрального региона.

1. Для полноценного проведения в СРЗА «Львовоблэнерго» в дальнейшем на основе формируемой БМС-Лобл требуемых расчетов токов КЗ и уставок РЗ в «своей» электрической сети 110 кВ СРЗА ЗЭС порекомендовало сдвинуть границы ее реальной схемы на необходимую глубину в соседние области 110...330 кВ ЗЭС и предложило оптимальный по назначению и количеству перечень граничных узлов, оконтуривающих расчетную схему «Львовоблэнерго» в расчетной схеме ЗЭС (с минимально необходимым количеством внутренних и внешних узлов, однозначно идентифицирующим расчетную схему «Львовоблэнерго»).

2. Отталкиваясь от этой информации как от исходной, с помощью БМС-ЗЭС и указанного выше специализированного программного обеспечения ИЭД НАНУ были автоматически сформированы перечни узлов и ветвей каждой из последовательностей БМС-Лобл и узлов эквивалентирования каждой из последовательностей остальной расчетной схемы ЗЭС относительно расчетной схемы «Львовоблэнерго». Последних в данном случае оказалось 20: три узла 330 кВ, 10 узлов 220 кВ и 7 узлов 110 кВ.

После присвоения узлам эквивалентирования желаемых номинальных напряжений (а в этом качестве были использованы приведенные выше значения) и размещения узлов эквивалентирования в порядке убывания величин их номинальных напряжений (для автоматического вычисления коэффициентов трансформации ветвей – эквивалентов большими единицы) было произведено автоматическое эквивалентирование остальной расчетной схемы ЗЭС относительно этих узлов (с предварительным автоматическим отделением ветвей и узлов БМС-Лобл от БМС-ЗЭС).

Параметры найденных эквивалентов (ЭДС и сопротивления) были автоматически приведены к своим ступеням напряжения и эквиваленты автоматически присоединены к ветвям БМС-Лобл.

На заключительной стадии по полученной исходной информации была автоматически сформирована БМС-Лобл (BMS#LOE) и записана на МД ПЭВМ.

Ее характеристики: прямая последовательность – 416 узлов, 499 ветвей; нулевая последовательность – 405 узлов, 659 ветвей.

3. По каждой из БМС: БМС-ЗЭС и БМС-Лобл, были выполнены сопоставительные расчеты эквивалентов и токов при трех- и однофазных КЗ в указанных выше узлах эквивалентирования, результаты которых практически совпали между собой.

4. Программный комплекс ИЭД НАН Украины в версии IEDKK32L (с функциональными возможностями операций корректировки, размножения и выдачи справочной информации БМС; автоматизированных расчетов эквивалентов и токов КЗ в узлах; автоматизированных расчетов токов КЗ в автоматически формируемых районах; автоматизированных расчетов уставок типовых РЗ: токовых защит нулевой последовательности от КЗ на землю, дистанционных защит и междуфазных токовых отсечек от междуфазных КЗ) и сформированная БМС-Лобл (BMS#LOE) установлены на ПЭВМ СРЗА «Львовоблэнерго» и подготовлены к промышленной эксплуатации.

1. *Крылов В.А. и др.* Формирование базовой информационно-математической модели сложной электрической сети высшего напряжения Облэнерго Украины для автоматизированных расчетов аварийных режимов и уставок РЗ // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2005. – № 2(11). – Ч.1. – С. 15–16.
2. *Крылов В.А. и др.* Создание базовой информационно-математической модели сложной электрической сети высшего напряжения Облэнерго Украины для автоматизированных расчетов аварийных режимов и уставок РЗ // Техн. електродинаміка. Темат. вип. «Проблеми сучасної електротехніки». – 2006. – Ч.8. – С. 7–8.

УДК 621.311.001.18

В.О. Крилов¹, канд. техн. наук, **Н.П. Романенко**², пров. інж., **Н.Ф. Колесникова**³, пров. інж., **О.І. Козлова**⁴, пров. інж., **О.А. Литвинова**⁵, пров. інж., **Н.О. Бабич**⁶, пров. інж.

1, 2, 3, 4, 5, 6 – Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

Створення інформаційно-програмної інфраструктури для автоматизованих розрахунків на ПЕОМ струмів КЗ та уставок РЗ у складній електричній мережі «Львівобленерго»

Описано формування базової інформаційно-математичної моделі складної електричної мережі 110 кВ «Львівобленерго» для автоматизованих розрахунків струмів КЗ і уставок РЗ та програмні засоби ІЕД НАН України, що реалізують ці розрахунки в СРЗА «Львівобленерго». Бібл. 2.

Ключові слова: електроенергетична система, електрична мережа, релейний захист, програмне забезпечення, персональний комп'ютер.

V.O. Krylov¹, **N.P. Romanenko**², **N.F. Kolesnykova**³, **O.I. Kozlova**⁴, **O.A. Lytvynova**⁵, **N.O. Babych**⁶

1, 2, 3, 4, 5, 6 – Institute of electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,
Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine

Creation of information-programmed infrastructure for automated analyses of short-circuit currents and RP settings in complex electric network “Lvovoblenergo” carried out on electronic data processing machines

Creation of information-mathematical model of complex electrical main “Lvovoblenergo” 110 kV for automated analyses of KZ currents and RZ settings and IED NASU softwares that implement these means in SRZA “Lvovoblenergo” is described. References 2.

Key words: electric power system, electric network, relay protection, program providing, personal computer.

Надійшла 28.12.1010

Received 28.12.2010