УДК 621.311:621.314

Ф.С. Непша, Г.В. Отдельнова, О.А. Савинкина

СРАВНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Чтобы обеспечить высокую надежность и качество электроснабжения потребителей, необходимо осуществлять непрерывный контроль и управление режимами электроэнергетической системы[1].

Управления режимами электроэнергетических систем строится на решении электросетевых задач, которые представлены на рис. 1.

Для их задач требуется создание сложных математических моделей, расчет которых вручную занимал бы много времени.

В настоящее время в России и в странах СНГ известно несколько основных программных комплексов для решения электросетевых задач:

— RastrWin - РОО «Фонд кафедры АЭС им. Д.А. Арзамасцева» г. Екатеринбург.

— Mustang - ВДЦ Балтии, Латвия.

— DAKAR - ELEKS Software Представительство в СНГ – Львов, Украина.

— АНАРЭС-2000 - ООО "ИДУЭС" и ЗАО "Энергетические технологии.

— PSS/E - компания Siemens (Германия).

— DigSilent - компания DIgSILENT GmbH (Германия).

— EUROSTAG - компания Tractebel Engineering (Бельгия).

— Космос - ЗАО «Институт энергетических систем» г. Москва.

Основные промышленные программные комплексы имеют, как индивидуальные особенности, так и ряд общих черт. К общим признакам можно отнести традиционную ориентацию исходных данных на текстовое представление данных в форме форматов ЦДУ (для программных комплексов России и СНГ), которые почти 30 лет назад были разработаны в ЦДУ ЕС СССР и форматы программных комплексов Eurostag (*.ech) и PSS/E (*.raw). При этом только программные комплексы России и стран СНГ позволяют осуществлять обмен данными между программами. Второй общей чертой основных промышленных программ является использование специализированных баз данных и графических редакторов собственной разработки

Рис.1. Электросетевые задачи, решаемые в процессе управления режимами ЭЭС

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 (госконтракт № 14.B37.21.2073)

Таблица 1. Сравнительная характеристика функциональных возможностей программных комплексов

Функция	RastrWin	Mustang	DAKAR	АНАРЭС-2000	PSS/E	DigSilent	Космос	EUROST AG
Функция расчета электрического режима.	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие ограничений на размерность математической модели.	-	-	-	-	+	-	-	+
Функция расчета электромеханических переходных процессов.	-	+	+	+	+	+	-	+
Переменный шаг интегрирования.	-	-	-	-	-	-	-	+
Функция расчета электромагнитных переходных процессов.	-	-	-	-	-	-	-	-
Функция расчета токов короткого замыкания.	+	-	+	+	+	+	-	-
Возможность учета несимметрий в элементах ЭС.	-	-	+	-	+	+	-	+
Функция частотного анализа.	+	-	-	-	-	+	-	+
Функции оптимизации режима.	+	-	-	+	+	+	+	-
Функции эквивалентирования схемы энергосистемы.	+	-	-	-	+	-	-	-
Наличие моделей ППТ и FACTS для расчета электрического режима динамики.	-	-	+	-	+	+	-	+
Наличие стандартных моделей РЗ и ПА.	-	-	+	+	+	+	-	+
Наличие базы элементов электрической сети.	-	-	+	+	-	-	-	-
Возможность утяжеления режима по заданной траектории.	+	+	+	+	-	+	-	-
Возможность создания пользовательских моделей.	+	-	+	-	+	+	+	+
Возможность графического отображения схемы.	+	-	+	+	+	+	+	+
Русскоязычный интерфейс.	+	+	+	+	-	-	+	+
Лицензирование.	+	-	+	+	+	+	+	+

Для оценки функциональных возможностей была изучена документация пользователя вышеприведенных программных комплексов (ПК) для расчета режимов [1-6], на основании этого, была сформирована сравнительная характеристика функциональных возможностей (табл. 1).

Из таблицы видно, что наиболее функциональными ПК являются Digisilent, PSS/E, АНАРЭС-2000 и DAKAR - они позволяют решать практически все виды электросетевых задач. Такие программные комплексы, как RastrWin и Космос рассчитаны в основном на расчет установившихся режимов и анализ повреждений. Программные комплексы Mustang и Eurostag направлены на анализ статической и динамической устойчивости электроэнергетической системы.

Стоит отметить, что программные комплексы PSS/E и Digisilent не имеют русскоязычного интерфейса, что значительно усложняет их использование в России.

Поскольку анализа функциональности недостаточно для полной оценки ПК, также была произведена оценка достоинств и недостатков ПК, которая представлена в табл. 2.

Проанализировав выше представленные ПК можно сделать следующие выводы.

1. Программные комплексы анализа электрических режимов имеют незначительные различия, связанные с представлением исходных данных, параметрами вывода информации и возможностями экспорта/импорта.

2. Программные комплексы производства СНГ, как правило, имеют узкую направленность на конкретные технологические задачи.

3. Продукты иностранного производства позиционируются как комплексные инструменты, способные решать все режимные задачи, а также задачи экономической оптимизации или выбора оптимальной стратегии в условиях рынка электроэнергии.

4. Программные комплексы производства СНГ могут работать с форматом ЦДУ, позволяющим осуществлять импорт и экспорт данных из одного ПВК в другой для решения различных задач.

Принимая во внимание сделанные выводы можно заключить, что для расчета установившихся режимов, анализа повреждений и оптимизации электрических режимов наиболее выгодно использовать программный комплекс RastrWin, который за счет своей узкой направленности позволяет решать поставленные задачи эффективнее, чем зарубежные и отечественные аналоги. Для решения задачи анализа статической и динамической устойчивости лучше использовать программный комплекс Mustang, который благодаря своей простоте и эффективности в использовании в условиях отечественной энергосистемы не имеет аналогов среди отечественных и зарубежных программных комплексов.

Таблица 2. Достоинства и недостатки программных комплексов для расчета режимов

ПК	Достоинства	Недостатки
RastrWin	Удобный и понятный интерфейс. Возможность расчета режимов с использованием различных алгоритмов. Возможность применения макросов для создания формул. Возможность импорта и экспорта информации в Excel файл.	Отсутствие библиотеки электросетевых элементов.
Mustang	Простота в использовании. Распространяется бесплатно. Возможность задания характеристик любой автоматики.	Неудобное графическое отображение данных. Отсутствуют готовые наборы автоматик.
DAKAR	Наличие базы сетевых элементов (трансформаторов, ВЛ, УКРМ и т.д.). Многофункциональность.	Неудобный интерфейс. Отсутствие возможности вести историю изменений расчетной модели.
АНАРЭС-2000	Наличие базы сетевых элементов (трансформаторов, ВЛ, УКРМ и т.д.). Многофункциональность.	Неудобный интерфейс. Отсутствие возможности вести историю изменений схемы замещения.
PSS/E	Может совмещать исходные данные с Google Earth™ и отображать электрические сети географически. Можно решать любые электросетевые задачи	Отсутствует русскоязычная версия. Не адаптирована для использования в Российских сетях.
DigSilent	Вертикально интегрированное ПО позволяет использовать единый программный "движок" и интерфейс PowerFactory для различных прило-жений и сегментов рынка - генерация, передача, распределение электроэнергии, системы электроснабжения.	Отсутствует русскоязычная версия. Отсутствие библиотеки электросетевых элементов. Неадаптирована для использования в Российских сетях.
EUROSTAG	Наличие набора автоматик. Возможность создания моделей системной автоматики. В программе можно задавать переходные характеристики нетрадиционных источников электроэнергии (ВЭС, СЭС и т.д.).	Неудобный интерфейс. Для моделирования переходных процессов необходимо подробное задание характеристик каждого элемента сети.
Космос	Мощная составляющая оценивания состояния. Достаточно широкие возможности привязки расчётных программ к ОИК и другим комплексам через механизм форматов ЦДУ.	Устаревшая технология интерфейса, которая хотя и реализована в графическом виде под Windows, но фактически имитирует Windows-интерфейс, имея много ограничений. Ориентация на текстовое хранение данных и результатов, ограниченный по возможностям графический редактор схем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПК «RastrWin3» Документация пользователя – Екатеринбург, 2011 г. – 236 с.
2. Программно – вычислительный комплекс АНАРЭС-2000 – Новосибирск, 2009 г. – 16 с.
3. Справочные материалы программного комплекса DAKAR – Львов, 2012 г.
4. Справочные материалы программного комплекса Mustang – Латвия, 2005 г.
5. [Электронный ресурс] - http://www.digsilent.de/ - сайт разработчиков программы Digsilent.
6. [Электронный ресурс] - http://www.eurostag.be/ - сайт разработчиков программы Eurostag.

□ Авторы статьи:

Непша
Федор Сергеевич,
аспирант каф. электроснабжения горных и промышленных предприятий, КузГТУ
email: nepshafs@gmail.com

Отдельнова
Галия Вазиховна,
ассистент каф. электроснабжения горных и промышленных предприятий, КузГТУ
email: aagref@mail.ru

Савинкина
Олеся Александровна,
ст. преподаватель каф. электроснабжения горных и промышленных предприятий, КузГТУ
email: savinkinaolesya@mail.ru