

УДК 621.31

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Устюжанина А.С., студентка гр. МЭб-201, I курс
Научный руководитель: Паскарь И.Н., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время информационные технологии все больше внедряются в различные сферы деятельности и энергетика не исключение. Происходит, так называемая, цифровизация энергетики. Она тесно связана с моделированием работы энергосистем, у которого множество преимуществ. Имитация работы электростанций позволяет наблюдать поведение реальной системы во времени с необходимым уровнем детальности, также это – безрисковая среда, где можно проверить все «сценарии» работы электростанции. Следовательно, возникает главный вопрос – в какой программе целесообразнее моделировать. Целью работы является проведение сравнительного анализа программ цифрового моделирования. Выявить их преимущества и недостатки. Выбрать наиболее подходящую для применения при оптимизации при внедрении распределенной генерации.

Рассмотрим первую программу MATLAB— вычислительная среда, разработанная компанией MathWorks, которая позволяет осуществлять матричные манипуляции, построение графиков функций и данных, реализацию алгоритмов, создание пользовательских интерфейсов и взаимодействие с программами, написанными на других языках. [1]

Используется для анализа данных, беспроводной связи (команды разработчиков беспроводных сетей используют MATLAB для сокращения времени разработки, раннего устранения проблем проектирования и оптимизации тестирования и верификации). [2]

Преимущества:

- 1) Простота использования
- 2) Независимость платформы
- 3) Удобное построение графиков
- 4) Графический пользовательский интерфейс

Недостатки:

- 1) Интерпретируемый язык
- 2) Стоимость [3]

Далее рассмотрим MasterSCADA – это программа, которая позволяет создавать АСУТП, MES, а также выполняет такие операции как решение задач учета и диспетчеризации объектов промышленности, ЖКХ и автоматизации зданий. [4]

Применяется для разработки проектов, создания систем (с помощью MasterSCADA можно создавать системы с разной архитектурой: клиент-серверной, одноранговой, многоуровневой и др.), отказоустойчивых систем (в программе возможно повысить надежность и живучесть создаваемых систем). [5]

Преимущества:

- 1) Надежность
- 2) Объектный подход
- 3) Легкая интеграция
- 4) Своевременное оповещение
- 5) Наглядная аналитика
- 6) Высокие стандарты информационной безопасности
- 7) Гибкое лицензирование

Недостатки:

- 1) Отсутствие масштабирования экрана
- 2) Отсутствует прямая возможность экспорта незначительных разработок из проекта в проект
- 3) Нестабильная работа среды разработки
- 4) Справочная система плохо структурирована и не описывает все возможные свойства объектов [6]

Третья программа цифрового моделирования Micro-Cap – это совместимый с SPICE аналого-цифровой схемотехнический симулятор со встроенным редактором схем, который обеспечивает интерактивный эскиз и имитационную среду для инженеров-электронщиков.

Используется для графических построений (электрических схем), моделирования, синтеза аналоговых фильтров, создания новых моделей и мн. другое. [7]

Преимущества:

- 1) Понятный интерфейс
- 2) Нетребовательность к вычислительным ресурсам ПК
- 3) Большой спектр возможностей
- 4) Позволяет анализировать не только аналоговые, но и цифровые устройства

Недостатки:

- 1) Отсутствие встроенных средств трассировки печатных плат [8]

Далее рассмотрим Ni Multisim. Multisim — одна из немногих программ схемотехники, использующих оригинальное программное моделирование на основе Berkeley SPICE. Она применяется для моделирования и программирования схем для аналоговой, цифровой и силовой электроники в различных областях. [9]

Преимущества:

- 1) Понятный интерфейс
- 2) Позволяет «подкреплять» теорию по электрическим схемам

3) Подходит для обучения студентов для освоения электрических схем

4) Позволяет исследователям и проектировщикам уменьшить количество циклов прототипирования печатной платы (PCB) и затраты на разработку.

Недостатки:

1) Не подходит для симулирования цифровых схем

Пятая программа цифрового моделирования Proteus Design Suite – это проприетарный набор программных средств, используемых в основном для автоматизации электронного проектирования. [10]

Используется для создания (электрической схемы, а также моделирование с использованием различных виртуальных устройств), настройки программного обеспечения.

Преимущества:

1) Все этапы разработки электронного устройства выполняются на основе микроконтроллера в единой среде

2) Написание, отладка и тестирование микропрограммного обеспечения возможно еще до полного изготовления опытного прототипа системы

3) Сгенерированные диагностические сообщения (например, при выполнении непредусмотренной инструкции) как ЦПУ, так и моделями устройств ввода-вывода, позволяют находить сложные программные ошибки

4) Ускоряет процесс разработки электронного устройства

5) Позволяет поддерживать работу с аппаратными устройствами, подключенными через порт компьютера

Недостатки:

1) Неспособность симулирования аналоговых схем

Далее рассмотрим программную среду DIgSILENT – это программно-консалтинговая компания, предоставляющая инженеринговые услуги в области электроэнергетических систем для передачи, распределения, генерации. Кроме того, DIgSILENT проявляет особый интерес к области моделирования и сетевой интеграции возобновляемых источников энергии.

Используется для анализа электроэнергетической системы, централизованной защиты и системы управления для всех данных подстанций энергосистемы, контроля электрической сети и оборудования, регистрации неисправностей, анализа качества электроэнергии и характеристик электрической сети. [11]

Преимущества:

1) Возможность получения лицензии университетами и другими академическими учреждениями

2) Возможность повсеместного внедрения

3) Вертикально интегрированное программное обеспечение позволяет использовать единый программный "движок" и интерфейс

PowerFactory для различных приложений и сегментов рынка - производства, передачи, распределения электроэнергии, систем электроснабжения

Недостатки:

- 1) Отсутствует русификатор
- 2) Нет библиотеки электросетевых элементов
- 3) Не подходит для использования в Российских сетях. [12]

Следующей рассмотрим СУМЕ, которая предлагает обширную линейку энергетического программного обеспечения, в котором есть некоторые из самых современных инструментов анализа для передачи, распределения и промышленных энергосистем.

Используется для анализа потокораспределения, автоматического анализа прогноза электрической сети, анализа устойчивого состояния с профилями электрической нагрузки, оценки надежности, моделирования динамического поведения электрических систем с распределенной генерацией при различных переходных процессах, гармонического анализа, и мн. другое.

Преимущества:

1) Рабочий стол ПО СУМЕ интуитивно подстраивается под пользователя и результаты моделирования выводятся в виде графических изображений и таблиц

2) Наличие большого количества приложений и обширных библиотек, которые анализируют системы электроснабжения и распределительных электрических сетей

Недостатки:

- 1) Платная лицензия

Далее рассмотрим RTDS – это симулятор реального времени, применяемый для энергетических систем, обеспечивает технологию моделирования энергетических систем для быстрого, надежного, точного и экономически эффективного изучения энергетических систем со сложными сетями высоковольтного переменного тока (HVAC) и высоковольтного постоянного тока (HVDC).

RSCAD – мощный удобный графический интерфейс, который является частью ПО RTDS. С помощью него осуществляется подготовка моделей электроэнергетических систем с последующим запуском на RTDS. RSCAD включает в себя несколько модулей, благодаря которым пользователь может создавать, выполнять, контролировать и анализировать все аспекты моделирования в реальном времени, не используя сторонние продукты.

Применяется для моделирования и тестирования сетей MicroGrid (микросетей), обеспечения безопасности методов работы в сети связи, моделирования и тестирования с обратной связью с распределительными системами, моделирования силового оборудования в замкнутом контуре, моделирования высоковольтных устройств постоянного тока (HVDC), умной сети электроснабжения (позволяет развивать концепцию интеллектуальных сетей и распределенной генерации в глобальном масштабе).

Преимущества:

1) Всестороннее тестирование реального оборудования в условиях, максимально приближенных к тем, которые имеются в реальных энергосистемах.

2) Разработка и отладка алгоритмов действия устройств управления, регулирования и защиты

3) Возможность создания моделей сетей крупных масштабов

4) Высокая апробируемость используемости решений

5) Легкость работы с комплексом

Недостатки:

1) Конфигурация локальной сети связи, которая требует значительных знаний об автоматизации электрические системы

Далее рассмотрим AnyLogic – это программное обеспечение для мультиметодного имитационного моделирования, позволяющая обеспечить повышенную эффективность и меньший риск при решении рабочих задач в сложных предметных областях.

Используется для разработки цифровых моделей и последующего их запуска для анализа. С помощью графической среды моделирования можно выполнять проектирование, разработку, документирование модели, делать компьютерные эксперименты, оптимизацию параметров относительно некоторого критерия. [13]

Преимущества:

1) Возможность быстрого построения многоагентных моделей

2) Улучшение визуального оформления моделей

3) Создание различных моделей с помощью одного инструмента

4) Высокий процент точности результатов моделирования и возможность проработки модели до уровня агентного моделирования

Недостатки:

1) Сложный пользовательский интерфейс и необходимость знания языка программирования Java даже при построении относительно простых моделей.

В таблице 1 приведены сравнения по показателям.

Таблица 1

Сравнения по показателям

Название/Критерий	Моделирование работы эл. схем	Моделирование цифровых, аналоговых, смешанных схем	Интуитивно понятный интерфейс	Доступность
MATLAB	+	+/-	+	платная/триал
MasterScada	+	+/-	+	платная/триал
Micro-Cap	+	+	+	платная
Ni Multisim	+	+/-	+	платная
Proteus	+	+/-	+	платная

DlgSILENT	+	+	+	платная
СУМЕ	+	+	+	платная/триал
RTDS RSCAD	+	+	+	платная
AnyLogic	+	+	-	платная

На основе проведенного сравнительного анализа программ цифрового моделирования, можно сделать вывод о том, что для оптимизации при внедрении систем распределенной генерации целесообразнее использовать программу RTDS RSCAD. Так как данная система включает в себя не просто множество полезных программ для моделирования, но и, что самое главное, позволяет развивать концепцию интеллектуальных сетей и распределенной генерации в глобальном масштабе.

Список литературы

1. Научная электронная библиотека Киберленинка. / Златин Иосиф, Кадышев Сергей SystemView + Matlab + Simulink. Возможности программы Matlab для моделирования в программе Simulink // Компоненты и Технологии. 2004. №37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/systemview-matlab-simulink-vozmozhnosti-programmy-matlab-dlya-modelirovaniya-v-programme-simulink>
2. mathworks.com [Электронный ресурс] URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
3. www.javatpoint.com [Электронный ресурс] URL: <https://www.javatpoint.com/advantages-and-disadvantages-of-matlab>
4. masterscada.ru [Электронный ресурс] URL: <http://masterscada.ru/>
5. masterscada.insat.ru [Электронный ресурс] URL: <https://masterscada.insat.ru/articles/?id=43788>
6. lapshinvr.com [Электронный ресурс] URL: <https://lapshinvr.com/articals/programmirovanie-masterscada.html>
7. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования. Смоленск: 2013. с. 17-21 URL: <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/programma-micro-cap/>
8. studbooks.net [Электронный ресурс] URL: https://studbooks.net/2365502/tehnika/modelirovanie_raboty_ustroystva
9. www.ni.com [Электронный ресурс] URL: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-multisim.html>
10. en.wikipedia.org [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Proteus_Design_Suite
11. С.В. Шлыков Внедрение системы автоматизированного проектирования Etap в учебный процесс кафедры «Электроснабжение и электротехника»: Тольятти, 2019. URL: https://dspace.tltsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/11403/Шлыков%20С.В_ЭЭТм_1705a.pdf?sequence=1&isAllowed=y

12. Научная библиотека Киберленинка. / Непша Федор Сергеевич, Отдельнова Галия Вазиховна, Савинкина Олеся Александровна Сравнение функциональных возможностей существующих программных средств расчета и анализа электрических режимов // Вестник КузГТУ. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-funktsionalnyh-vozmozhnostey-suschestvuyuschih-programmnyh-sredstv-rascheta-i-analiza-elektricheskikh-rezhimov>

13. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учебно-методическое пособие / М. В. Киселёва. Екатеринбург: УГТУ - УПИ, 2009. 88 с. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2009-uch-method-posob-kiseleva-1.pdf>