

УДК 621.315

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТОВ РЕЖИМОВ САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭС**

Новак А.В., Гузовская В.Н., Баран А.Г.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

В настоящее время наиболее эффективным методом исследования переходных и аварийных режимов электроэнергетического оборудования является метод математического моделирования с проведением вычислительного эксперимента на ЭВМ. Реализация этого метода состоит из этапов математического описания исследуемого объекта, разработки алгоритма решения полученной математической модели, написания компьютерной программы на алгоритмическом языке программирования и проведения вычислительного эксперимента.

Кафедра «Электрические станции» БНТУ имеет большой опыт разработки компьютерных программ по оценке поведения устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических объектов. Математическая модель схемы электропитания асинхронных двигателей собственных нужд (СН) содержит модели асинхронных электродвигателей, источников питания, трансформаторов собственных нужд и измерительных трансформаторов, соединительных линий, а также смежных элементов, оказывающих заметное количественное и качественное влияние на характер протекания самозапуска и предшествующих режимов. Количественное влияние, которое следует учитывать в процессе исследования, оценивается величиной порядка 3–5 % действующих значений параметров исследуемых режимов, качественное влияние (степень искажения формы кривых исследуемых процессов) – примерно таким же содержанием высших гармоник.

Математическим аппаратом таких программ являются обыкновенные дифференциальные уравнения, не приводимые к нормальной форме Коши и нелинейные системы алгебраических уравнений, требующие совместного решения. При решении дифференциальных уравнений шаговыми методами нелинейную систему алгебраических уравнений приходится решать методом итераций на каждом шаге интегрирования, что требует достаточно сложных алгоритмов решения и приводит к увеличению длительности вычислительного процесса. Длительность исследуемых режимов при самозапуске может составлять единицы-десятки секунд. При таком достаточно большом расчетном интервале времени необходимо, чтобы программы вычислительного эксперимента имели качественные и количественные характеристики работоспособности, обеспечивающие устойчивость решения, быстродействие, точность и достоверность выдаваемых результатов на всем расчетном интервале. Свойства программ вычислительного эксперимента и их характеристики работоспособности определяются используемыми математическими моделями и алгоритмами их совместного решения.

Компьютерные системы динамического моделирования (СДМ), такие как MatLab, Electronics WorkBench и др., позволяют исследовать различные режимы работы электротехнических и электронных устройств, проводя вычислительный эксперимент в среде самой СДМ. При этом используются модели, имеющиеся в библиотеке моделирующей системы, а математические уравнения моделей устройств или сложных систем, формируются и решаются автоматически. Таким образом, при использовании СДМ исключаются такие этапы математического моделирования, как составление математического описания объектов, разработка алгоритмов решения математических

моделей и написание компьютерных программ вычислительного эксперимента. Эти этапы заменяются в системах динамического моделирования этапом создания модели исследуемого объекта из стандартных модулей, имеющихся в библиотеке моделирующей системы.

Основным недостатком такого способа реализации математического моделирования является либо отсутствие в библиотеке СДМ стандартных модулей, необходимых для построения модели реального устройства, либо упрощенное представление объекта библиотечным модулем, неприемлемое в условиях исследования конкретных режимов его работы. Устранение этого недостатка может решаться созданием новых модулей самим пользователем и включением их в библиотеку СДМ. Возможность пополнения библиотеки модулями пользователя придает системам динамического моделирования практически безграничные возможности по проведению вычислительного эксперимента.

Вычислительная система MatLab [1] предназначена для выполнения сложных инженерных, научно-технических расчетов практически в любой области науки и техники, и особенно подходит для математического моделирования в области электротехники, радиотехники, автоматики. В MatLab входит система динамического моделирования Simulink [2], которая содержит большое количество библиотечных модулей различных радиотехнических, электронных и электротехнических элементов и устройств. Пользователь при составлении моделей сложных систем может использовать в нужном количестве библиотечные модули источников сигналов, функциональных элементов систем автоматического регулирования, устройств электроэнергетических систем, в том числе и в трехфазном исполнении (синхронные и асинхронные электродвигатели, генераторы, трансформаторы, линии электропередачи, выключатели и др.). Важнейшей особенностью MatLab является возможность создания пользователем своих библиотечных модулей, которые включаются в состав библиотеки Simulink.

При проведении исследований в среде MatLab переходных и аварийных режимов электроэнергетических систем не всегда удается получить результаты, в точности, совпадающие с результатами математического моделирования, полученными традиционным способом. Это отличие получается вследствие различной степени точности представления реальных объектов математическими моделями, используемыми в MatLab и при реализации программ вычислительного эксперимента разными авторами.

#### Литература

1. Ануфриев И.Е. Самоучитель MatLab 5.3/6.x. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
2. Дьяконов В. Simulink 4. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002.