

дентов изучает лишь отдельные курсы (из 30 тыс. студентов OUN только 20% стремится пройти полный курс обучения и получить степень). Действует кредитная система, позволяющая засчитывать курсы, изученные в разное время и в различных вузах для получения высшего образования. В-третьих, используемая система контроля знаний — письменное или компьютерное тестирование (только по нескольким дисциплинам из 400 проводятся устные экзамены). Тестирование проводится в опорных пунктах университета (14 таких пунктов равномерно распределены по Нидерландам). Проверка тестов осуществляется в университете. В четвертых, курсы рассчитаны целиком на самостоятельную работу студентов. Они обеспечиваются прекрасными методическими пособиями, в основном печатными, но снабженными, если необходимо, аудио-, видео- или компьютерными приложениями. Очные консультации оплачиваются дополнительно.

Сотрудничество в области дистантного образования на данном этапе должно, по-видимому, развиваться в двух основных направлениях. Во-первых, это взаимодействие в области обмена курсами, их перевода, создания совместных курсов. Другое направление — разумное использование организационного опыта открытых университетов в наших условиях. В ряду такого опыта могут быть разработка и применение современных видео- и компьютерного методического обеспечения, обучение по дополнительным образовательным программам, осуществление контроля знаний на основе тестирования, имеющего при заочном обучении ряд преимуществ перед обычным устным экзаменом. В качестве эксперимента такое тестирование проводилось кафедрой математики УГППУ и дало положительные результаты.

И.В. Черных

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА SIMULINK В КУРСЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»

В настоящее время в научных исследованиях и образовании все большее применение находит программа Simulink (приложение пакета Matlab). Это обусловлено значительными преимуществами Simulink по сравнению с традиционными языками программирования (Fortran, C, Pascal и т.п.). Simulink — это интерактивная среда для моделирования и анализа широкого класса динамических систем. Simulink предоставляет пользователю графический интерфейс для конструирования моделей из стандартных блоков при помощи техно-

логии “drag-and-drop”. Чтобы освоить программу, не требуется изучать большое число операторов, типов переменных, правил программирования и т.п., что, безусловно, интересно и полезно программисту, но не является важным для исследователя или инженера, которым необходимо решить задачу, связанную с моделированием конкретного устройства. Такую возможность предоставляет программа Simulink. Обширная библиотека блоков позволяет моделировать системы очень быстро — без написания единой строчки кода. Библиотека блоков содержит средства для моделирования линейных и нелинейных объектов, источники разнообразных входных сигналов, а также блоки наблюдения переменных. Для создания модели необходимо выбрать из библиотеки требуемые блоки, задать их параметры, соединить блоки с помощью мыши, а также установить устройства для наблюдения выходных сигналов. Созданную один раз модель можно оформить в виде нового блока и использовать в дальнейшем.

Работа с программой достаточно сильно напоминает моделирование на аналоговой вычислительной машине (АВМ), в которой на наборном поле с помощью операционных усилителей создавались модели различных блоков (интегрирующих, суммирующих и т.п.), которые затем объединялись в общую модель. В Simulink роль наборного поля выполняет окно программы, а блоки извлекаются из библиотеки. При этом практически отсутствуют временные затраты на отладку модели, в то время как при моделировании на АВМ эта операция занимала большую часть времени.

В курсе «Моделирование электротехнологических установок» студенты специальности 180500 — Электротехнологические установки и системы выполняют моделирование различных динамических объектов, таких как линейные и нелинейные электрические цепи, электродвигатели постоянного и переменного тока, разомкнутые и замкнутые системы управления электродвигателями.

Как основу для моделирования с помощью Simulink можно использовать структурную схему объекта. В качестве примера можно привести модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения, создаваемую с помощью программы Simulink на основе его структурной схемы. Источник питания двигателя моделируется с помощью блока «константа». Момент нагрузки задается посредством ступенчатого сигнала. Для одновременного наблюдения момента и скорости на входе графопостроителя включен мультиплексор.

Опыт использования программы Simulink показал, что студенты быстро (практически за 1—2 занятия) осваивают работу с программой и уверенно мо-

делируют достаточно сложные объекты. При этом большую часть времени в курсе можно использовать не для освоения технологии создания модели (как это требовалось при моделировании на аналоговых вычислительных машинах или на цифровых с использованием языков программирования), а для исследования моделируемого объекта, выявления особенностей его работы в различных режимах.

**Р.Т. Шрейнер, А.А. Ефимов,
А.И. Калыгин**

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

В электроприводах переменного тока (ЭППТ) силовой полупроводниковый преобразователь (СПП) в большинстве случаев выполняется по схеме двухзвенного преобразователя частоты с неуправляемым выпрямителем и АИН с ШИМ выходного напряжения. Однако при таком построении СПП остаются нерешенными вопросы реализации генераторного режима работы электрической машины с рекуперацией энергии в питающую сеть. Приходится дополнять схему СПП ведомым инвертором либо, отказавшись от возможности рекуперации, реализовать в ЭППТ инверторное торможение.

В докладе предлагается и анализируется другой подход к построению силовых схем реверсивных двухзвенных СПП. В качестве выпрямителей в них, на наш взгляд, целесообразно применять активные (ключевые) выпрямители, работающие в режиме ШИМ. Активные преобразователи подразделяются на преобразователи напряжения и преобразователи тока. Каждый из них может функционировать как в выпрямительном, так и в инверторном режимах работы. При этом силовые схемы двухзвенных СПП состоят из идентичных ключевых групп (сетевой и нагрузочной), объединенных звеном постоянного тока. Приводится математическое описание трехфазных мостовых схем активных преобразователей тока (АПТ) и напряжения (АПН), выполненных на силовых транзисторах (IGBT – модулях) и работающих в режиме ШИМ.

Математическое описание трехфазного АПТ, работающего в режиме выпрямителя (АВТ) или автономного инвертора тока (АИТ), базируется на понятии результирующего вектора переменного тока (питающей сети — для АВТ,