

данную задачу можно решить с помощью IT-пакета Simulink, который является расширением программы MatLab. В MatLab задачи расширения системы решаются с помощью специализированных наборов инструментов (Toolbox).

Пример использования пакета Simulink программы MatLab в данной работе показан в [1] на примере автономной системы генерирования электроэнергии, которая состоит из бесконтактного генератора переменного тока типа ГТ и регулятора напряжения. В пакете Simulink они задаются каждый своим блоком типа Transfer Fcn. Звенья, характеризующие действия внешних возмущений (частоты вращения вала авиадвигателя  $\gamma$  и нагрузки  $\rho$  и  $\chi$  - активной и индуктивной соответственно) задаются блоками типа Gain.

Для исследования на персональном компьютере переходных и установившихся процессов по напряжению в системах генерирования исходная структурная схема преобразована к виду, на котором выход каждого блока системы генерирования электроэнергии обозначен цифрой, являющейся одновременно и номером блока в схеме. Звенья описываются стандартными подпрограммами из библиотеки Simulink Library. Такой подход позволяет минимизировать трудоемкость и затраты при разработке математической модели и исследовании статических и динамических характеристик автономной системы генерирования при изменении сигналов по цепям возбуждения и нагрузки.

В работе проведена оценка адекватности математической модели синхронного генератора реальному объекту путём сравнения результатов расчёта на персональном компьютере динамических и статических характеристик бесконтактного трёхфазного синхронного генератора мощностью 30 кВ·А с аналогичными характеристиками, полученными в результате натурального эксперимента. Имеющиеся различия в результатах эксперимента и расчёта объясняются, во-первых, применяемыми при составлении математической модели допущениями и, во-вторых, всегда имеющими место техническими отклонениями параметров генератора от их номинальных значений.

Разработанная методика и программа расчёта использованы при проведении лабораторных исследований как переходных, так и установившихся электромагнитных процессов в системе генерирования переменного трёхфазного тока с различными регуляторами напряжения при помощи моделирования в программе MatLab 7.11.

Таким образом применение данной программы позволяет подготовить специалистов в области исследования электрических машин и автоматических систем управления, обучить их методам технического анализа, минимизировать затраты на исследование электрических машин, формализовать расчёты характеристик и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карнаухов Н. С. Возможности Simulink & MatLab для организации лабораторных исследований по электро-механическим дисциплинам: 18-я Международная научно-техническая конференция «Современные средства связи». 15-16 октября 2013 года. Минск. Тезисы докладов. МГКС, 2013. – 368 с.

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТУДЕНТАМИ РАЗРЯДНОСТИ ДВОИЧНЫХ КОДОВ

Кобайло А.С. (Республика Беларусь, Минск, БГТУ)

Один из вопросов, возникающий у студентов при изучении информатики, арифметических основ ЦВМ и т. п., является определение разрядности кода при переводе чисел из одной системы счисления в другую, в частности, при переводе записи числа в десятичной системе в ее двоичный эквивалент. При переводе целых чисел проблем, как правило, не возникает, т. к. перевод методом деления числа, представленного в исходной системе счисления, на новое основание автоматически дает нужный результат, а при использовании метода перевода с использованием весов разрядов студенту достаточно знать целые степени двойки, при этом в общем случае может справедливо соотношение

$$n = \lceil \log_2 A_{10} \rceil, \quad (1)$$

где  $n$  – количество разрядов двоичного кода числа  $A$ ;  
 $A_{10}$  – код преобразуемого числа в десятичной системе счисления;

$\lceil \cdot \rceil$  – наименьшее целое, *превышающее* значение выражения, расположенного в скобках (в данном случае, и при целом ( $\cdot$ )).

При преобразовании правильных дробей или смешанных чисел в простейшем случае может быть использовано положение, основанное на потребности для представления одного десятичного символа четырехразрядного двоичного эквивалента (тетрады) [1]. Однако, для общих случаев требуется более строгая методика определения или расчета разрядности дробной части двоичного числа. Такая методика вытекает из метода преобразования правильной десятичной дроби в двоичный эквивалент методом умножения числа, представленного в исходной системе счисления, на новое основание и основывается на учете веса очередного десятичного разряда дробного числа в формировании отличного от нуля (единичного) двоичного разряда. Так, для преобразования одного десятичного разряда после точки требуется 4 шага умножения, формируя 4 двоичных разряда, 2-х разрядов – семь шагов, 3-х разрядов – 10 шагов и т. д. С увеличением разрядности преобразуемой десятичной дроби трудоемкость процедуры определения искомой разрядности увеличивается. Для устранения этого неудобства возможно использование предварительно рассчитанной разрядности двоичных эквивалентов дробной части смешанных чисел или правильных дробей, представленных в десятичной системе счисления, т. е. фактически – значения показателя степени  $n$  целого десятичного числа  $A_{10} = 2^n$ , разрядность которого по сравнению с разрядностью десятичного кода  $2^{n-1}$  увеличена на единицу.

Очевидно, что для перевода  $k$ -разрядной правильной десятичной дроби для получения первого ненулевого значения двоичного эквивалента в экстремальном случае необходимо выполнить  $2^n$  шагов умножения, где  $2^n$  – ближайшая целая степень двойки, превышающая верхнюю включенную границу диапазона представления  $k$ -разрядного десятичного числа. Тогда для формирования общего выражения для вычисления разрядности двоичной правильной дроби  $0. A_2$  используем развернутую запись верхней включенной границы  $A_{10\max}$  исходного представления  $A_{10}$  как целого  $k$ -разрядного десятичного числа:

$$A_{10\max} = 9 \cdot 10^0 + 9 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^2 + \dots + 9 \cdot 10^{k-1} = 9 \sum_{i=0}^{k-1} 10^i. \quad (2)$$

Исходя из вышесказанного и записи  $A_{10\max}$  согласно (2), зависимость между диапазоном представления числа  $A_{10}$  и разрядностью  $n$  правильной двоичной дроби  $0. A_2$  будет следующей:

$$\forall A_{10} : 1 \leq A_{10} \leq 9 \sum_{i=0}^{k-1} 10^i < 2^n. \quad (3)$$

В данном соотношении  $\forall$  – символ общности, знак « : » читается как «для которых справедливо:»  $k$  и  $n$  определены выше.

Отсюда искомая разрядность  $n$  определится из выражения

$$n = \left\lceil \log_2 9 \sum_{i=0}^{k-1} 10^i \right\rceil. \quad (4)$$

Обозначение  $\lceil \cdot \rceil$  в правой части выражения (4) имеет тот же смысл, что и в (1).

Использование рассмотренной методики определения разрядности правильных двоичных дробей или дробной части смешанных чисел позволяет студентам самостоятельно

определять разрядность двоичных кодов, обеспечивающую точность их представления, эквивалентную заданной точности соответствующих десятичных чисел.

Литература:

1. Кобайло, А. С. Логические основы цифровых вычислительных машин: учеб.-метод. пособие для студентов специальности «Информационные системы и технологии (Издательско-полиграфический комплекс)» / А. С. Кобайло, А. Т. Пешков. – Минск: БГТУ, 2010. – 95 с.

## **ОБУЧЕНИЕ ДВУХУРОВНЕВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ СИНТЕЗА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ. АППАРАТНЫЙ УРОВЕНЬ**

**Кобайло А.С. (Республика Беларусь, Минск, БГТУ)**

Как известно, неотъемлемыми компонентами информационной системы (ИС) являются данные, техническое и программное обеспечение. Вопросам организации, хранения данных посвящены специальные дисциплины – «Базы данных», «Системы управления базами данных» и т. д. Что касается методов проектирования двух других указанных компонент, то следует отметить, что основное (а зачастую – исключительное) внимание при изучении дисциплины «Проектирование информационных систем» в ВУЗах стран СНГ уделяется освоению средств автоматизации проектирования программного обеспечения информационных систем (ИС) – Computer Aided Software Engineering (CASE-средств). При этом совершенно не учитывается еще одна важнейшая составляющая информационных систем – технические средства (ТС) этих систем, а следовательно – и методологии проектирования этих средств.

Указанная проблема решается путем преподавания студентам основ теории синтеза вычислительных систем реального времени (ТСВСРВ) [1], что обеспечивает теоретическое обучение и приобретение студентами практических навыков проектирования информационных систем (ИС) на двух уровнях – аппаратном и программном.

### ***Проектирование компонентов ИС первого уровня***

На первом (аппаратном) уровне ИС используются технические средства (ИС), состав которых зависит от назначения ИС. В большинстве случаев это унифицированные средства вычислительной техники, не требующие использования специальных методов их разработки. Поэтому с точки зрения обучения студентов современным методикам проектирования ТС ИС наибольший интерес представляет проектирование специализированных вычислительных систем (ВС), таких как системы управления технологическими процессами и производством, обучающие системы, системы моделирования, обработки данных, автоматизации научного эксперимента, испытаний технических средств различного назначения и т. п. Эти системы, как правило, отличаются нетрадиционной архитектурой, должны удовлетворять требованиям функционирования в реальном масштабе времени, и их проектирование предполагает знание специальных методик проектирования таких средств ВС. Теория синтеза вычислительных систем реального времени (ТСВСРВ) предоставляет студентам теоретические основы методологии проектирования специализированных ВС и их структурных компонентов [2]. В соответствии с формулировкой задачи синтеза ВСРВ в рамках данной теории исходными данными для синтеза вычислительной системы реального времени являются: аналитическое выражение модели вычислительного процесса (проектируемой системы) или алгоритм ее реализации; требования реального времени; характеристики ФУ, способных в совокупности реализовать все операции алгоритма в соответствии с моделью; требования реального времени; критерии оптимальности системы. Синтез ВСРВ подразумевает выполнение последовательности процедур, основанных на выделении временной иерархии для вершин графа алгоритма реализации математической модели проектируемой системы и на условии реализуемости путей алгоритма в реальном времени. В результате формируется кортеж данных, достаточно полно описывающий