

РАЗДЕЛ III. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

УДК: 004.94

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЕЙ РАСШИРЕНИЯ LABVIEW

А.С. Бессонов

В статье рассматриваются особенности моделирования средств измерений с помощью модулей расширения среды LabVIEW. Предлагается общая структура компьютерной модели измерительного преобразователя. Разбирается конкретный пример ее реализации, в котором передаточная функция идентифицируется по экспериментальным данным.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, создание модели, передаточная функция, программный модуль, графическое программирование, среда LabVIEW

Введение

При проектировании измерительных систем (ИС) и систем автоматического управления (САУ) в настоящее время наиболее часто используется среда MATLAB-Simulink [1], обеспечивающая их блочное имитационное моделирование с использованием разнообразных современных технологий. Однако среда графического программирования LabVIEW, оснащенная соответствующими модулями расширения, не только может обеспечить аналогичные функциональные возможности, но и отличается некоторыми существенными преимуществами, делающими данную среду привлекательной для модельного проектирования новых устройств и систем [2].

Указанные преимущества связаны с тем, что LabVIEW в первую очередь является средой разработки программного обеспечения ИС и САУ. Это означает наличие широких возможностей структурирования моделирующих программ, управления вычислительными ресурсами и процессами, создания интерфейса пользователя, независимых исполняемых приложений и библиотек динамической компоновки (DLL).

В данной статье предлагается общая структура компьютерной модели измерительного преобразователя (ИП), которая предназначена для применения в качестве функционального блока в составе динамических моделей более сложных средств измерений. Модель требует небольших вычислительных ресурсов и легко строится с помощью функций модулей расширения LabVIEW. В ходе исследований было реализовано несколько

вариантов моделей ИП с использованием различных технологий моделирования, и некоторые из этих вариантов рассматриваются в статье

Общая структура компьютерной модели измерительного преобразователя

Общая структура компьютерной модели ИП (рисунок 1) может применяться как самостоятельно, так и в составе моделей ИС и САУ. В последнем случае модели ИП подключаются друг к другу в соответствии со структурно-функциональными схемами систем и правилами графического программирования. Различные реализации модели ИП при этом могут отличаться не только видом и формой записи функции преобразования, но и различными методами ее формирования [3].

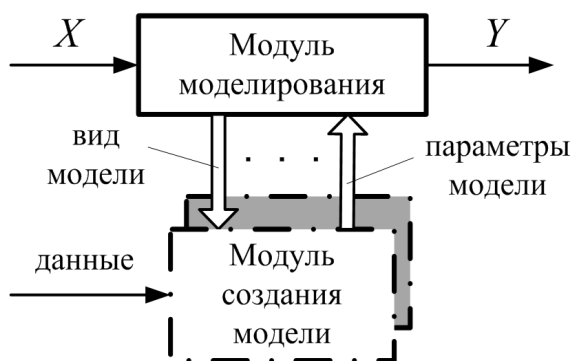


Рисунок 1 – Общая структура компьютерной модели измерительного преобразователя

Главной особенностью компьютерной модели является совмещение в ней средств, необходимых для проведения моделирования (анализа модели) и создания (синтеза)

модели, что обеспечивается возможностью *динамической загрузки* программных модулей среды LabVIEW.

Модуль моделирования, расположенный в верхней части рисунка 1, формирует массив Y отсчетов выходного сигнала на основе известных массива X отсчетов входного сигнала и математической модели ИП. При необходимости создания новой математической модели ИП загружается один или несколько модулей создания модели, которые могут содержать разнообразные функции конструирования математических моделей. Из основного программного модуля задается требуемый вид такой модели, а обратно возвращается массив ее параметров. Кроме того, при создании модели могут использоваться дополнительные данные, считываемые, например, из файлов или из другого источника. Обработка этих данных определяет конкретные значения параметров модели, возвращаемых в основной модуль.

Загрузка каждого из модулей создания модели осуществляется динамически, то есть только на время их использования. Динамическая загрузка программных модулей является очень важной для выполнения требования минимизации вычислительных ресурсов. При его несоблюдении, как известно, моделирование сложных технических систем может производиться в течение долгого времени или же вовсе оказаться невозможным, приведя к зависанию программного обеспечения.

Модули расширения LabVIEW для моделирования систем и устройств

Среда LabVIEW предоставляет пользователю большое количество *готовых к использованию функций* общего и специализированного назначения, что приводит к значительному снижению трудоемкости программирования и моделирования. Для решения задач моделирования ИС и САУ имеются библиотеки функций, находящиеся в модулях расширения *Control Design and Simulation* и *System Identification* [2]. Функции перечисленных модулей расширения выполняют:

- конструирование, преобразование и представление математических моделей в различных видах;
- отображение характеристик модели в различных формах;
- взаимное соединение моделей ИП между собой, включая обратные связи;
- проведение анализа моделей в частотной и временной областях и т.д. [2].

Использование этих функций происходит так же, как и других функций графического программирования, входящих в библиотеки LabVIEW, что означает *единство технологий программирования и моделирования* и обеспечивает создание моделирующих программ или программного обеспечения ИС с возможностями моделирования.

Пример модуля моделирования

- Лицевая панель примера модуля моделирования приведена на рисунке 2

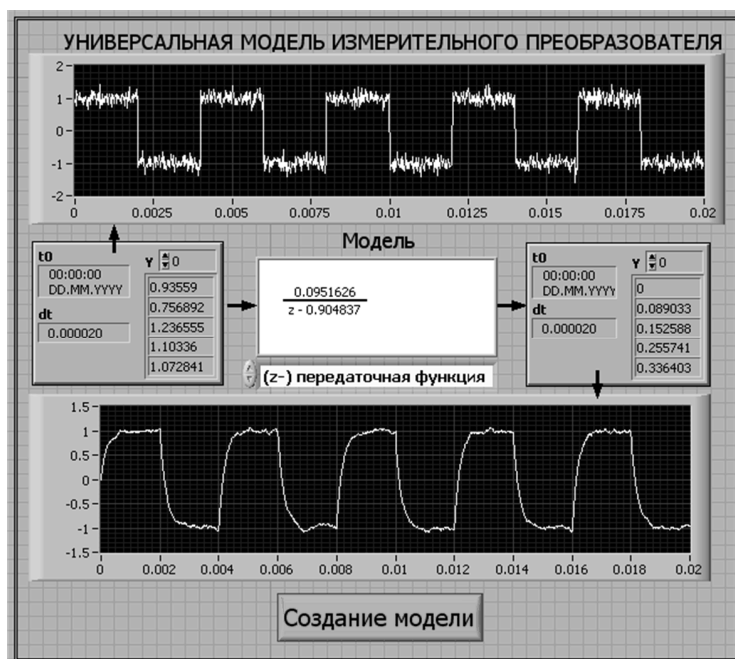


Рисунок 2 - Лицевая панель примера модуля моделирования

РАЗДЕЛ III. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Этот программный модуль был построен с помощью функции *CD Linear Simulation* и содержит только ее и необходимые элементы управления и индикации. Функция является полиморфной, то есть алгоритм ее выполнения зависит от формы представления функции преобразования ИП, что является очень удобным для пользователя.

В приведенном на рисунке примере входной сигнал является зашумленной импульсной последовательностью. Массив отсчетов входного сигнала представлен в графической и цифровой формах. На цифровых индикаторах помимо самого массива отсчетов отображаются начальный момент времени их получения t_0 и период дискретизации dt (в секундах), что соответствует формату данных *waveform*, принятому в LabVIEW. Массив отсчетов выходного сигнала отображается таким же образом. На графике видно, что в результате преобразования шум сглажен, а длительности фронтов увеличены.

Цифровые элементы интерфейса пользователя подключаются к так называемым терминалам, через которые осуществляется связь между моделями ИП при их объединении в модель более высокого уровня.

Математическая модель ИП в рассматриваемом примере задана дискретной функцией преобразования $W(z)$, которая показана в центре экрана (рисунок 2). В терминах САУ она соответствует аperiodическому звену первого порядка, но сложность функций преобразования ИП может быть высокой и достаточной для большинства случаев, встречающихся на практике.

При нажатии на кнопку «Создание модели» осуществляется вызов программных модулей, содержащих функции конструирования математических моделей.

Пример модуля создания модели

Лицевая панель примера программного модуля создания модели приведена на рисунке 3.

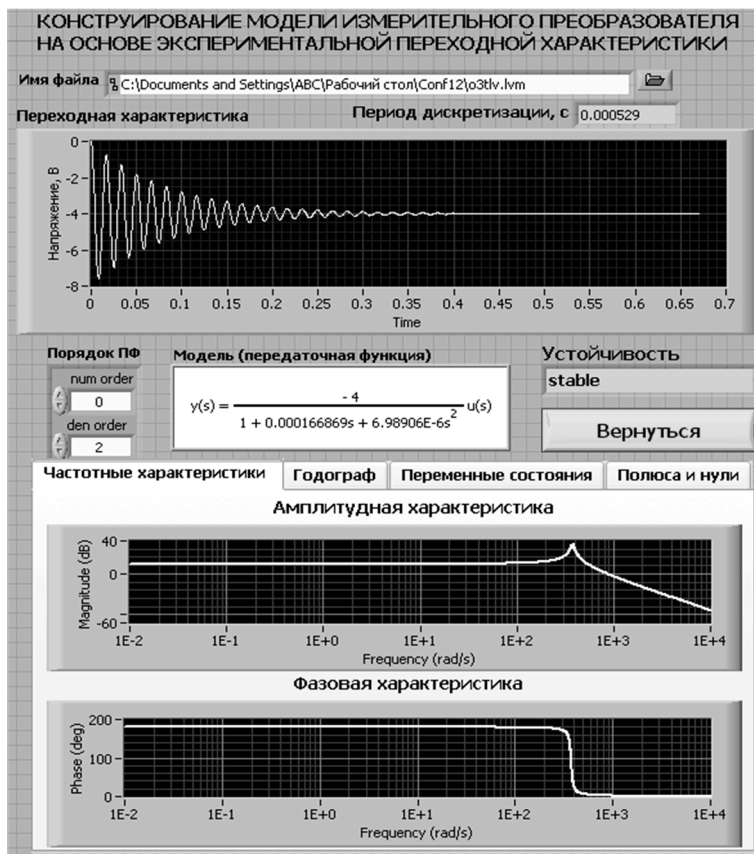


Рисунок 3 - Лицевая панель примера модуля создания модели

В данном примере создание модели осуществляется на основе данных, полученных в результате эксперимента. Ими является сохраненный в файл массив отсчетов переходной характеристики, по которому с по-

мощью функции *SI Estimate Transfer Function Model* определяется математическая модель ИП. Поиск модели проводится в соответствии с заданными порядками числителя и знаменателя передаточной функции.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2/1, 2012

Приведенный случай соответствует колебательному звену второго порядка. Параметры и характеристики полученной передаточной функции ИП представляются в различных формах: в виде непрерывной функции $W(s)$, в виде графиков частотных характеристик, заданием полюсов и нулей на комплексной плоскости и др. Функции группы CD Convert обеспечивают здесь всевозможные преобразования из одной формы в другую.

При нажатии кнопки «Вернуться» сведения о созданной модели поступают в модуль моделирования, после чего он функционирует в соответствии с новой моделью.

Файлы с данными, имеющие специальный формат LVM или TDM, могут формироваться в результате реального или вычислительного эксперимента. В процессе исследований был успешно опробован вариант, когда для создания математической модели ИП использовались сохраненные результаты схемотехнического моделирования ИП в среде Multisim [4], благодаря чему была осуществлена связь между схемотехническим и математическим моделированием.

Тестирование программ компьютерного моделирования

Модели ИС и САУ и их составных частей, разработанные в LabVIEW, являются *полноценными программами*. Они могут оформляться в виде отдельных исполняемых приложений и библиотек динамической компоновки, служащих для хранения различных компьютерных моделей функциональных блоков. Такие программные средства могут распространяться как *программные продукты*, служащие для поддержки процесса модельного проектирования систем и устройств определенных классов.

Программы, предназначенные для моделирования средств измерений, необходимо тщательно тестировать. Главная причина заключается в том, что используемые функции модулей расширения LabVIEW выполняют вычисления высокой сложности. Хотя компания National Instruments и является мировым лидером в области создания средств разработки ИС и САУ, в конкретных случаях применения могут иметь место ошибки функционирования и недостаточная точность получаемых результатов [5].

При проведении исследований производилось следующее тестирование программных модулей, выполняющих моделирование различных звеньев второго порядка при объемах массивов данных $n=1000$. Сначала задавалась функция преобразования, затем

она использовалась для преобразования тестового сигнала с сохранением выходных данных файл. Затем с помощью функции идентификации на основе сохраненных данных функция преобразования восстанавливалась и сравнивалась с исходной. Максимальные отклонения в различных случаях не превышали 0,1-0,3 %.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что использование современных технологий программирования расширяет возможности моделирования средств измерений и автоматического управления. Это позволяет получить новые виды моделей, отличающиеся разнообразием, высокой эффективностью и удобством использования.

Автором статьи была разработана общая структура компьютерной модели измерительного преобразователя, реализованные затем в нескольких вариантах с помощью функций модулей расширения LabVIEW. Модели представлялись в виде виртуальных приборов, исполняемых приложений и библиотек динамической компоновки.

Тестирование созданных программных средств подтвердило возможность как их самостоятельного, так и совместного применения для построения более сложных моделей, которые могут использоваться при проектировании новых систем и устройств в областях измерительной техники и автоматики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов В.П. Simulink 5/6/7 [Текст]: Самоучитель / В.П. Дьяконов. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 784 с.: ил.
2. Жуков, К.Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW [Текст] / К.Г. Жуков. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 688 с.: ил.
3. Бессонов, А.С. Компьютерное моделирование опико-электронных систем с использованием технологии виртуальных приборов [Текст] / А.С. Бессонов // Приборы. - 2011. - №1 (127). - С. 17-25.
4. Шестеркин, А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 [Текст] / А.Н. Шестеркин. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 360 с.: ил.
5. Петров Ю.В. Обеспечение достоверности и надежности компьютерных расчетов [Текст] / Ю.В. Петров. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 160 с.: ил.

К.т.н., доцент Бессонов А.С.: alexsb64new@mail.ru; тел. (495) 4349445 - Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики