

Аппаратно-программная среда проектирования и проведения испытаний цифровых приёмников навигационных сигналов

О.В. Дрозд,
асп., olvidrozd@gmail.com
СФУ, г. Красноярск

Широко известным способом объединения различных информационных средств поддержки проектирования является формирование единого информационного пространства. Однако современная номенклатура программных средств организации единого информационного пространства не всегда учитывает специфику производства цифровой радиоэлектронной аппаратуры. В работе показана интеграция аппаратных и программных средств поддержки проектирования, используемых при разработке компонентов систем спутниковой навигации, в частности, цифровых приемников навигационных сигналов, в виде программно-управляемого автоматизированного стенда разработки и проведения испытаний. Разработанный стенд включает в себя средства взаимодействия с системой управления инженерными данными «Лощман: PLM» посредством электронных конструкторских документов в формате XML в рамках единого информационного пространства.

Widely known method of combining of different information instruments of design support is formation of a common information space. However, the modern nomenclature of software for the organization of a common information space not always considers specifics of a digital radio-electronic equipment production. In the article integration of the hardware and software equipment for design support used by design of satellite navigation system components, in particular, digital receivers of navigation signals in the form of the program-driven automated system is described. The developed system includes components for interaction with engineering data management system «Lotsman: PLM» by means of electronic designer documents in the XML format within a common information space.

Введение

Разработка компонентов цифровых систем спутниковой навигации неразрывно связана с непрерывным увеличением степени сложности проектируемых устройств, ужесточением требований к технологическому процессу полупроводникового производства, эволюцией методов и подходов к проектированию. При проектировании сложных цифровых систем широко применяются методологии «Система на кристалле» и «Сеть на кристалле», ориентированные на использование заранее разработанных схмотехнических блоков (программных процессоров, блоков памяти, цифровых усилителей, фильтров и т. д.) [1, 2]. Разработка цифровых систем на каждом этапе процесса проектирования неразрывно связана с вовлечением в процесс проектирования аппаратных и программных средств разработки от различных производителей (вендоров), образующих разнородную среду проектирования. Разнородная среда проектирования обладает высокой эффективностью на отдельных стадиях процесса проектирования, но при этом порождает ряд проблем, связанных с отсутствием единых информационных решений. Известным способом разрешения недостатков разнородной среды является объединение различных средств поддержки проектирования в единый комплекс решений и формирование единого информационного пространства (ЕИП) [3].

В данной работе автором осуществлена интеграция аппаратных и программных средств поддержки проектирования, используемых при разработке компонентов систем спутниковой навигации, в частности, цифровых приемников навигационных сигналов, в виде программно-управляемого автоматизированного стенда разработки и проведения испытаний.

1. Цифровой приемник навигационных сигналов как объект проектирования

В качестве прикладной области организации единого информационного пространства рассмотрим интеграцию программных и аппаратных средств, используемых при проектировании цифровых приемников навигационных спутниковых сигналов (ГНСС-приемников) с измерением углов пространственной ориентации подвижных объектов (углов Эйлера). Такого рода устройства предназначены для работы с навигационными сигналами (НС) от двух навигационных космических аппаратов (НКА), реализуются на базе заказных или полузаказных интегральных схем, базовых матричных кристаллов (БМК) или программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС).

С точки зрения организации процесса проектирования, разрабатываемый угломерный ГНСС-приемник можно представить в виде двух составляющих (рис. 1):

- программный имитатор сигналов от НКА (1);
- структурные единицы ГНСС-приемника (2).

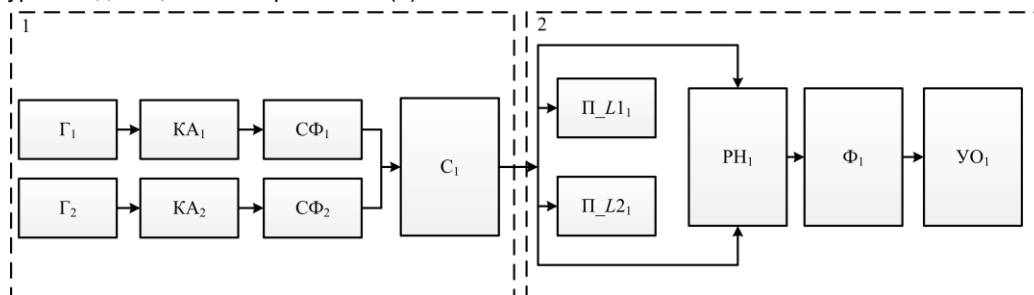


рис. 1 Структурная схема угломерного ГНСС-приёмника

Разрабатываемый ГНСС-приемник включает в себя следующие составляющие [4, 5]:

- Г1 – блок генерации информационной и частотной составляющей НС НКА 1;
- Г2 – блок генерации информационной и частотной составляющей НС НКА 2;
- КА1 – блок имитатора генерации и усиления НС на НКА 1;
- КА2 – блок имитатора генерации и усиления НС на НКА 2;
- СФ1 – блок ввода фазового сдвига НС от НКА 1;
- СФ2 – блок ввода фазового сдвига НС от НКА 2;
- С1 – селектор НКА;
- П_L11 – приемник НС L1;
- П_L21 – приемник НС L2;
- РН1 – блок разрешения фазовой неоднозначности НС с использованием двухчастотного режима;
- Ф1 – блок вычисления фазового сдвига НС;
- УО1 – блок разрешения системы уравнений определения угловой ориентации объекта (углов Эйлера) по величине фазового сдвига НС.

2. Программно-управляемый стенд разработки и проведения испытаний

Проектирование и испытания угломерного ГНСС-приемника осуществляется с помощью программно-управляемого автоматизированного стенда разработки и проведения испытаний, включающего в себя соответствующие аппаратные и программные средства. Информационное взаимодействие программно-аппаратной структуры в составе такого стенда приведено на рис. 2.

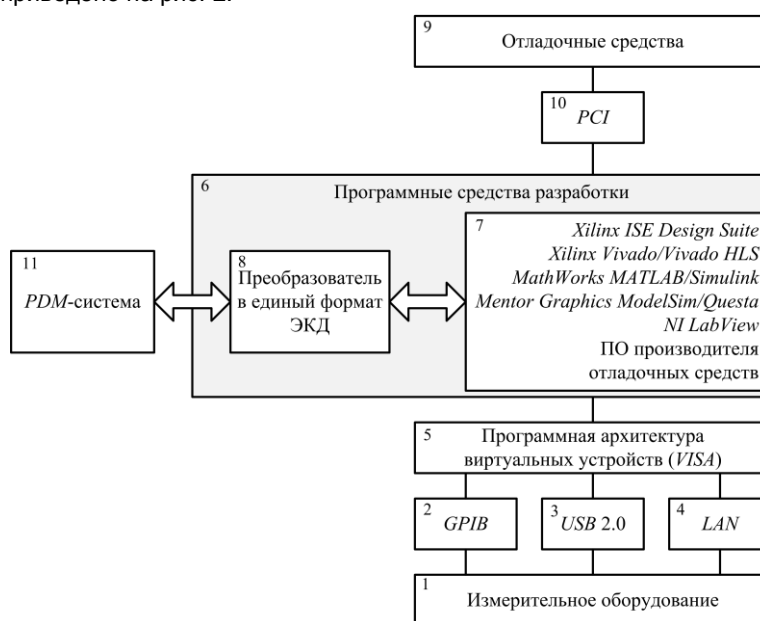


рис. 2 Схема информационного взаимодействия аппаратных и программных средств разработки

Ядром автоматизированного программно-управляемого стенда (рис. 2) является персональная ЭВМ с развернутыми на ней программными средствами проектирования и разработки (6), включающими в себя прикладное программное обеспечение (7) и программный модуль преобразователя в единый формат электронных конструкторских документов (8), через который осуществляется взаимодействие с системой хранения инженерными данными об изделии (PDM-системой) (11) и через нее – с другими компонентами единого информационного пространства. Аппаратные средства разработки включают в себя измерительное оборудование (генераторы сигналов, осциллографы, анализаторы спектра, 1) и отладочные средства (отладочные платы и комплекты разработчика, 9).

Взаимодействие между программными средствами и измерительным оборудованием осуществляется посредством программной архитектуры виртуальных устройств (VISA, 5), использующей стандартизованный интерфейс ввода-вывода тестирования и проведения измерений для управления приборами, поддерживающими интерфейс IEEE-488 (GPIB, 2), USB 2.0 (3) и LAN (4) измерительных устройств. Взаимодействие между отладочными средствами и программным обеспечением осуществляется посредством шины ввода-вывода PCI (10).

Со стороны программных средств за обеспечение взаимодействия отвечают:

- с измерительным оборудованием – встроенные модули среды LabVIEW и модуль расширения Instrument Control Toolbox среды MATLAB/Simulink;
- с отладочными средствами – программное обеспечение производителя отладочных средств DIMCheck и FUSE Probe.

С точки зрения аппаратной реализации автоматизированный стенд включает в себя следующие компоненты (рис. 3):

- управляющая персональная ЭВМ (3);
- отладочное средство Nallatech Xtreme DSP Development Kit-IV (4), включающее в себя ПЛИС Xilinx Virtex-IV XC4VSX35-10FF668 и Virtex-II XC2V80-4CS144;
- генератор сигналов произвольной формы GW Instek SFG-2108 (1);
- цифровой осциллограф LeCroy WaveRunner 64Xi (2);
- анализатор спектра сигнала Agilent FieldFox Analyzer N9914A (3).

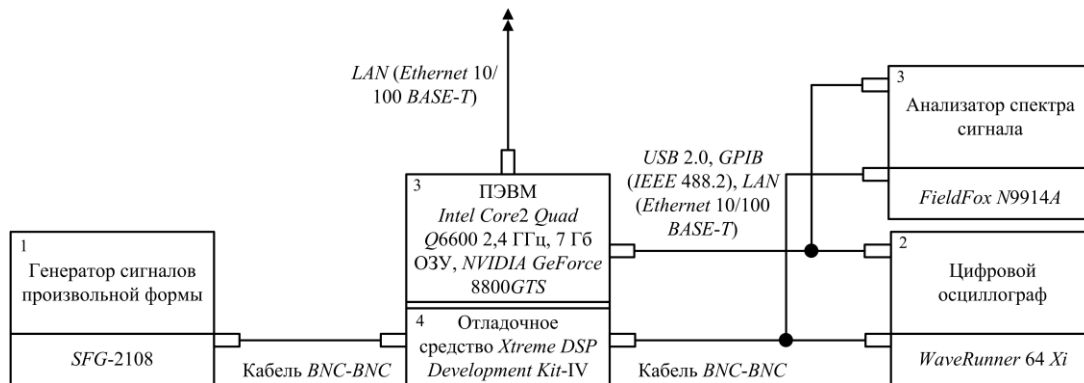


рис. 3 Структура аппаратной реализации автоматизированного стенда проектирования, разработки и проведения испытаний компонентов систем спутниковой навигации

Единое информационное пространство поддержки проектирования и испытаний развернуто на базе системы управления инженерными данными «Лощман: PLM» (АСКОН). В качестве унифицированного формата электронного конструкторского документа разрабатываемого изделия использованы открытые стандарты обмена данными на базе расширенного языка разметки XML. При невозможности экспорта информации в едином формате, используется конвертер, преобразующий текстовую информацию в таблицу формата .xls. Структура разрабатываемого угломерного ГНСС-приемника представлена в ЕИП в виде схематического описания IP-XACT (стандарт IEEE 1685), представляющего собой расширение языка XML для документирования метаданных блоков, используемых в проектировании, разработке и верификации электронных систем [6].

Преобразователь в единый формат ЭКД выполнен на языке C# с использованием скриптового языка высокого уровня Tcl.

Заключение

Разработка современных электронных устройств на основе интегральных схем осуществляется в сложной информационной инфраструктуре, включающей средства автоматизированного проектирования, библиотеки логических элементов и функциональных блоков, технологические библиотеки, средства для расчета коррекций на фотошаблонах, средства и методы подготовки изделий к производственному контролю. Микроэлектронные дизайн-центры и фабрики, реализующие единую согласованную информационную инфраструктуру, получили название «разумных» производств. Такое производство существенно дороже, требует организации «сквозного» процесса проектирования и производства, отличается наличием системы электронного конструкторского документооборота, единого хранилища непротиворечивой информации. Это способствует созданию единого информационного пространства, обеспечивает эффективность процесса проектирование и последующий рентабельный выпуск уникальных изделий с высокой добавленной стоимостью малой серией. В целом, разработанный автоматизированный стенд обеспечивает выполнение процессов проектирования, разработки и проведения испытаний ГНСС-приемника на протяжении всего проектного цикла.

Стоит отметить, что в представленном варианте используется PLM-система, ориентированная на металлоемкие отрасли машиностроения с преобладанием крупносерийного производства. Для более эффективного ее использования при информатизации проектной деятельности представляется необходимым модификация исходной системы под требования приборостроительной отрасли. Также возможна реализация отдельных функций PLM/PDM-системы на базе систем контроля версий, таких как Rational ClearCase, Perforce и PVCS, получивших широкое распространение при организации разработки программного обеспечения.

Литература

1. Wei H., Hong G., Hongna G., Kai Z., Jun L., Xiaoming L. A Novel Design of Software System on Chip for Embedded System // Journal of Signal Processing Systems. 2017. № 86 (2). P. 135–147.
2. Feero B.S. Networks-on-chip in a three-dimensional environment: a performance evaluation // IEEE Transactions on Computers. 2009. № 58 (1). P. 32–45.
3. Борискин В.С., Гулякович Г.Н., Северцев В.Н. Организация мелкосерийного производства микросхем // Инженерный вестник Дона. 2012. № 20 (2). С. 310–314.
4. Перов А.И., Харисов В.Н. и др. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. М.: Радиотехника, 2010. 800 с.
5. Перов А.И. Основы построения спутниковых радионавигационных систем. Учеб. пособие для вузов. М.: Радиотехника, 2012. 240 с.
6. Matilainen L., Lehtonen L., Maatta J.M., Salminen E., Hamalainen T.D. System-on-Chip deployment with MCAP1 abstraction and IP-XACT metadata // Samos XII, International Conference on Embedded Computer Systems: Architectures, Modeling and Simulation, Samos: IEEE. 2012. P. 209–216.