

УДК 697.1

С.Ю. Байдаров, П.Н. Цибизов, Т.В. Астахова**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЦЕССОВ ИСПЫТАНИЙ ДАТЧИКОВОЙ АППАРАТУРЫ**

Важным фактором проведения испытаний датчиковой аппаратуры на вибростендах, является работа оператора, субъективная погрешность которого будет влиять на результаты испытаний, поэтому построение систем автоматизации процессов измерений параметров датчиковой аппаратуры, является важной технической задачей. В статье обосновывается эффективность использования стандартных средств разработки, позволяющих получить программный продукт, обеспечивающий выполнение всех основных функций автоматизированной системы испытаний, в том числе взаимодействие с измерительной и управляющей аппаратурой. На основе полученных результатов разработан аппаратно-программный комплекс системы управления вибростендом.

Метрологическое обеспечение; автоматизация рабочего места; виртуальные приборы; графическая среда объектно-ориентированного программирования LabView; вибростенд.

S.U. Baydarov, P.N. Tsibizov, T.V. Astakhova**SOFTWARE AND HARDWARE AUTOMATION PROCESS TEST SENSOR
EQUIPMENT**

An important factor in the test sensor equipment on the shaking table, is the work of the operator, subjective error which will affect the test results, so the building automation systems measurements of sensor equipment is a significant technical challenge. The article explains the effectiveness of standard development tools that enable a software product that ensures that all the basic functions of an automated testing system, including interaction with the measurement and control equipment. Based on the results developed hardware and software package management system shaking table.

Metrological support; automation workstation; virtual instruments; graphical environment object-oriented programming LabView; shaking table.

Современные масштабы и темпы внедрения средств автоматизации управления с особой остротой ставят задачу проведения комплексных исследований, связанных со всесторонним изучением и обобщением возникающих при этом проблем как практического, так и теоретического характера.

Для оценки метрологических характеристик вибродатчиков и датчиков линейных ускорений, автоматизированного измерения и автоматического заполнения протокола испытаний создаются автоматизированные рабочие места (АРМ) совместно с комплексом программного обеспечения (ПО).

Совокупная скорость решения функциональных задач по видам АРМ-комплекса – скорость обработки существующих объемов данных в различных режимах работы. Обычно для определения значений этого показателя недостаточно знать только объемы информационной базы конкретного АРМ, паспортные характеристики и предоставляемых вычислительных ресурсов.

Поэтому для оценки значений этого показателя существенным является либо опыт эксплуатации на близких по классу объектах вычислительной техники, либо результаты, полученные на имитационных моделях, где базы данных соответствуют по объемам и строению данных реальным.

Аппроксимирование данных, полученных на контрольных примерах, может привести к погрешности результатов, отличающихся на порядок от полученных затем реальных оценок в ходе эксплуатации системы. Источником погрешности

чаще всего является неоднозначность алгоритмов работы, утилит операционных систем, протоколов связи, драйверов и базовых языковых средств при эксплуатации систем в многопользовательском многозадачном режиме на предельных ресурсах вычислительных систем или для их элементов объемах. В этом случае возможности прямого расчета с использованием характеристик быстродействия процессоров, внутримашинных каналов связи, каналов связи сетей, скорости доступа к данным по видам внешних устройств использоваться неэффективно не могут.

Существующие вибростенды, предназначенные для проведения испытаний изделия на воздействие гармонической вибрации, широкополосной случайной вибрации, требуют больших трудовых ресурсов, а информационно-измерительная система не отвечает требованиям по точности и быстродействию воспроизведения требуемого ускорения. Важным фактором проведения испытаний является работа оператора, субъективная погрешность которого будет влиять на результаты испытаний.

Для исключения данных недостатков возникла необходимость в разработке аппаратно-программного комплекса на базе прикладного программного обеспечения LabVIEW. Использование возможностей современных компьютеров способствует развитию методов обработки, анализа и протоколирования параметров в наглядной форме.

Вибростенд представляет собой совокупность целого ряда устройств, два из которых являются обязательными: непосредственно вибратор и усилитель мощности, который и формирует окончательный сигнал управления перемещением стола вибратора. Вибратор в большинстве случаев электродинамический (могут быть гидравлические, пневматические, кулачковые и пр.). Вибратор и усилитель мощности, как правило, поставляется в паре от одного производителя. Помимо этого в состав вибростенда в традиционном исполнении может входить большое количество различных приборов:

- ◆ генератор управляющего сигнала;
- ◆ вольтметр;
- ◆ измеритель нелинейных искажений;
- ◆ контрольные датчики и соответствующие преусилители.

Требуемое значение ускорения определяется частотой и амплитудой выходного сигнала генератора. Точность задания параметра отслеживается по контрольному датчику. Как правило, в подобных системах полностью совместимыми и комплектными являются вибратор и усилитель мощности. Все остальные элементы вибростенда komponуются из устройств различных фирм. Наличие большого количества устройств существенно снижает надежность функционирования вибростенда и ограничивает возможности автоматизации работы вибростенда.

С учетом всего вышеизложенного целесообразно сформулировать ряд основных требований, которым должна удовлетворять современная система автоматизированного управления вибростендом:

- ◆ автоматическое поддержание задаваемых параметров вибрации с заданной точностью или по задаваемой программе;
- ◆ ручное и программное выставление параметров генерации;
- ◆ сопряжение с основными типами вибропреобразователей (сигналы по напряжению, по току, пьезо, вихретоковые);
- ◆ метрологические характеристики сопоставимы с характеристиками рабочих эталонов вибропроверки;
- ◆ автоматизированная минимизация нелинейных искажений при синусоидальном возбуждении.

Структурная схема рабочего места испытателя до автоматизации представлена на рис. 1.

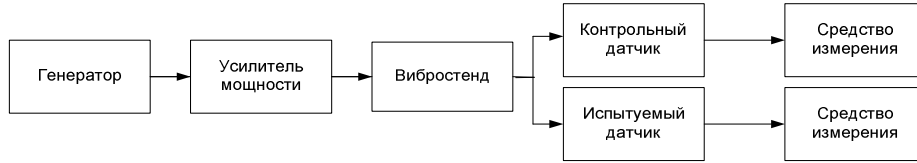


Рис. 1. Структурная схема рабочего места испытателя до автоматизации

Структурная схема разработанного автоматизированного рабочего места представлена на рис. 2. Значение виброускорения, воспроизводимого вибростендом, определяется параметрами выходного сигнала генератора, которые вычисляются в ПЭВМ. Измеренное при помощи контрольного датчика значение требуемого ускорения передается в ПЭВМ. В случае отклонения заданного параметра от требуемой величины ускорения автоматически производится подстройка.

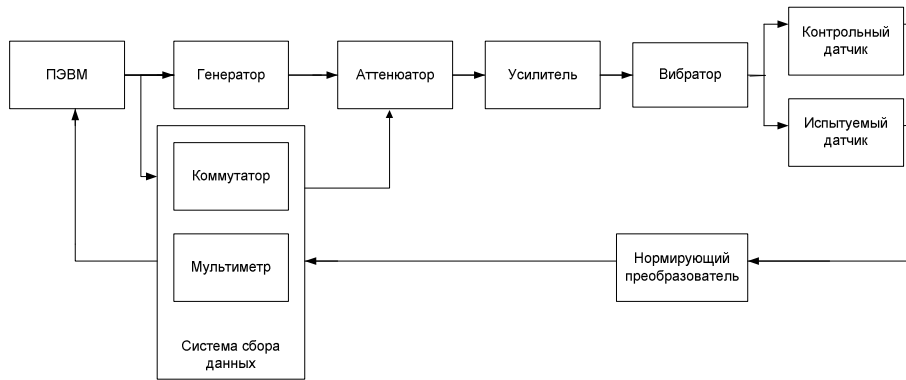


Рис. 2. Структурная схема разработанного автоматизированного рабочего места

На основе структурной схемы составим функциональную схему.

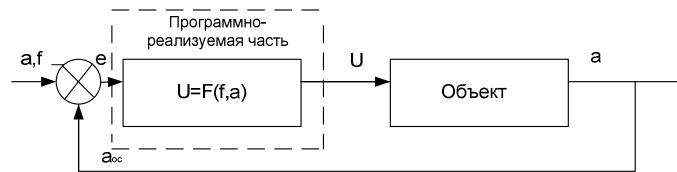


Рис. 3. Функциональная схема

В программно-реализуемой части описывается функция управления объектом. Объектом управления в данном случае является вибростенд. Обратная связь в функциональной схеме служит для регулирования измеряемой величины виброускорений.

В качестве основы для разработки калибровочно-испытательного стенда выбран вибростенд фирмы Tira модели TV5220. Благодаря большой номинальной силе, вибростенд способен возбуждать механические колебания с заданным ускорением даже объектов с относительно большой массой. Максимальное ускорение нагруженного вибростола составляет 73 g. Максимальное непрерывное смещение вибростола равно 25,4 мм.

На рис. 4,а представлена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) вибростенда Tira. Частота первого главного осевого резонанса вибростенда составляет 5 кГц. Для задания требуемого значения виброускорения необходимо определить параметры выходного сигнала генератора. Из-за нелинейности АЧХ вибростенда эта процедура длительная и трудоемкая, что существенно усложняет процесс проведения испытаний. Для уменьшения влияния нелинейности АЧХ, а также для более тонкой регулировки амплитуды в схему включен аттенюатор.

Управление приборами осуществляется с помощью команд SCPI (Standart Commands for Programmable Instruments – стандартные команды для программируемых приборов).

В ходе исследования выводилась функциональная зависимость между частотой и напряжением входного сигнала при заданном значении ускорения. Данная зависимость представлена на рис. 4,б.

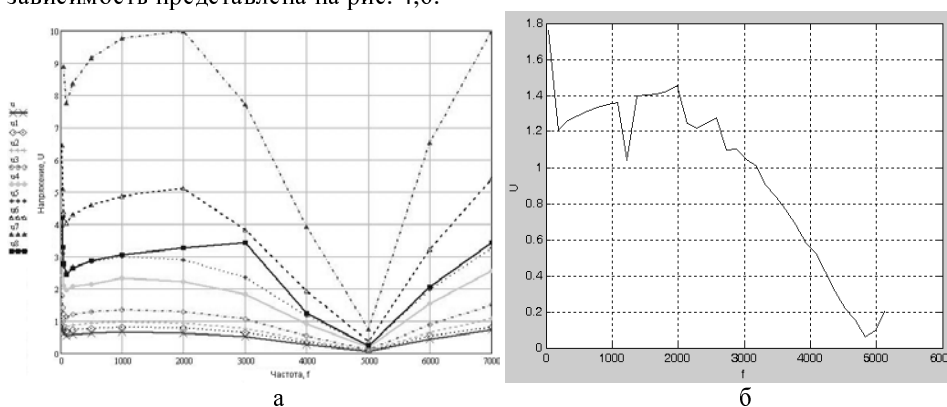


Рис. 4. Функциональная зависимость между частотой и напряжением входного сигнала при заданном значении ускорения

Весь диапазон разбивался на отдельные интервалы, и по каждому находилось аппроксимирующее выражение вида:

$$Y = P(1) \cdot X^N + P(2) \cdot X^{(N-1)} + \dots + P(N) \cdot X + P(N+1),$$

где $P(1), P(2) \dots P(n)$ – коэффициенты характеристического уравнения (вычислялись с помощью пакета программ MathLab), $x(N)$ – значения входного сигнала; $y(N)$ – значения выходного сигнала.

Для получения оптимальных точностных характеристик выбирали порядок аппроксимирующего выражения $N = 2, 3, 5$. Полученные результаты, в виде временных трендов, представлены на рис. 5.

Анализ временных трендов наглядно показывает, что в случае аппроксимации многочленом 5-й степени перерегулирование не превышает 6 %.

Разработанный пользовательский интерфейс (рис. 6) соответствует структуре окна стандартной программы-мастера. После ввода исходных данных испытания проходят в автоматическом режиме. Время одного цикла снятия показаний с датчика, т.е. проход по точкам от 0 до максимума и обратно, занимает не более 3–5 минут. При необходимости повторения измерения в какой-либо определенной точке нет необходимости проводить весь цикл измерения. Достаточно задать одно требуемое значение ускорения (применяется при настройке датчиков). Время достижения установившегося значения не превышает 11 секунд.

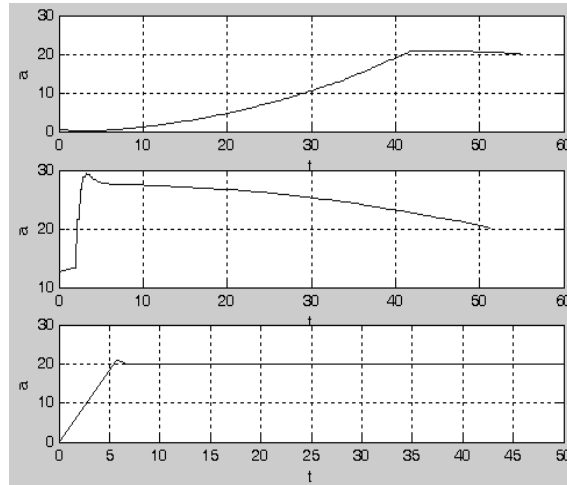


Рис. 5. Временные тренды результатов

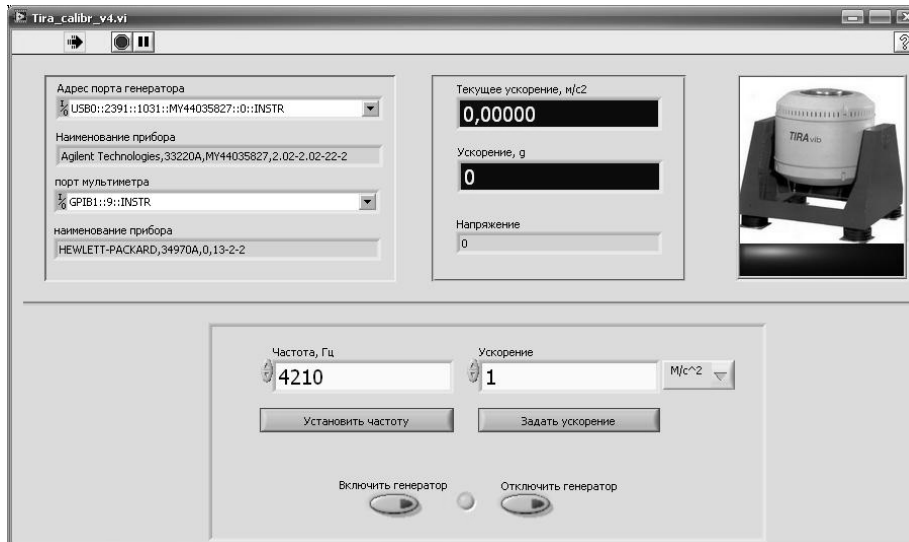


Рис. 6. Разработанный пользовательский интерфейс

Полученные результаты показывают, что использование графической среды объектно-ориентированного программирования LabVIEW в процессе испытаний позволило снизить вероятность субъективной погрешности, вносимой оператором, повысить производительность испытаний датчиков в несколько раз, значительно сократить время проведения испытаний. Применение обратной связи между объектом управления и ЭВМ позволило увеличить точность задания требуемого параметра испытательного оборудования. Применение современных измерительных технологий позволило создать гибкую систему управления стендовым оборудованием и измерения параметров испытуемого изделия на основе стандартных аппаратных решений и мощного программного обеспечения.

Разработанная система используется при проведении испытаний вибродатчиков и датчиков линейных ускорений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шарапов В.М., Мусиенко М.П., Шаранова Е.В.* Пьезоэлектрические датчики. – М.: Техносфера, 2006.– 632 с.
2. *Лихачев В.Я.* Техническая диагностика пневмогидравлических систем ЖРД. – М: Машиностроение, 1983. – 204 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.А. Зори.

Байдаров Сергей Юрьевич

ФГУП ФНИЦ «ПО «Старт» им. М.В. Проценко». Пензенский государственный университет.

E-mail: info@startatom.ru.

442960, Пензенская обл., г. Заречный, проспект Мира, 1.

Тел.: 88412582755; факс: 88412651758.

Цибизов Павел Николаевич

E-mail: paul-startatom@yandex.ru

Тел.: 88412582810.

Астахова Татьяна Валерьевна

ОАО «НИИФИ». Пензенский государственный университет.

E-mail: tani2104@mail.ru.

440026, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10.

Тел.: 88412591987.

Baydarov Sergey Urievich

Federal State Unitary Enterprise Federal Research and Production Center Production Complex Start named after M.V. Protsenko.

E-mail: info@startatom.ru.

1, Mira Prospekt, Zarechny, Penza Region, 442960, Russia.

Phone: +78412582755; Fax: +78412651758.

Tsibizov Pavel Nikolaevich

E-mail: paul-startatom@yandex.ru.

Phone: +78412582810.

Astakhova Tatiana Valerievna.

Limited Liability Company «Research Institute of Physical Measurements». Penza State University.

E-mail: tani2104@mail.ru.

8/10, Volodarskogo Street, Penza, 440026.

Phone: +78412591987.

УДК 621.396.98:629.783

С.А. Синютин

**СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ГИБРИДНЫХ
НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Рассматриваются задачи, решаемые вычислителями гибридных навигационных систем. Показано, что характерными особенностями этих задач является большое количество операций с плавающей запятой и наличие большого количества периферийных устройств. Рассмотрена архитектура интегрированной системы для автомобильной навигации. Рассмотрены преимущества использования интегрированного подхода. Проанализированы линейки микроконтроллеров ведущих фирм, которые можно использовать для решения гибридных навигационных задач.

Навигационные системы; периферийные устройства.