

А. Е. Курочкин

**Программно-аппаратный комплекс для проведения метрических
испытаний радиоприемника на лабораторных занятиях**

Наличие широкого спектра программируемых измерительных приборов различного назначения, таких как источники питания, генераторы сигналов произвольной формы, осциллографы и т. д., обуславливает возможность автоматизации измерительных процедур в учебных лабораториях высших учебных заведений. Учебная лаборатория является идеальной областью применения для программируемых измерительных приборов. Благодаря цифровым интерфейсам, они легко интегрируются в разнообразные измерительные системы и в сочетании с персональным компьютером служат образцом применения современных информационных технологий. Как правило, устройства отображения информации в таких приборах реализуются на основе виртуальных приборов в системах визуального программирования, таких как LabVIEW, Visual C++, Visual Basic и т. д.

Однако существует большое количество традиционных измерительных приборов, в которых программная обработка данных и пользовательский интерфейс могут быть изменены только изготовителем прибора путем обновления встроенного программного обеспечения. Таким образом, пользователь не может выполнять измерения, не включенные в стандартный перечень функций традиционного прибора, что затрудняет измерения в новых условиях и модификацию системы при возникновении необходимости.

На рис. 1 представлена функциональная схема классического лабораторного стенда для измерения параметров супергетеродинного радиоприёмника, где ГВЧ – генератор высокочастотных модулированных сигналов, ИНИ – измеритель нелинейных искажений. В результате проведения основных измерительных процедур контролируются следующие параметры радиоприемника: реальная чувствительность по напряжению, односигнальная избирательность по побочным каналам приёма, сквозная амплитудно-частотная характеристика, эффективность системы автоматической регулировки усиления, нелинейные искажения.

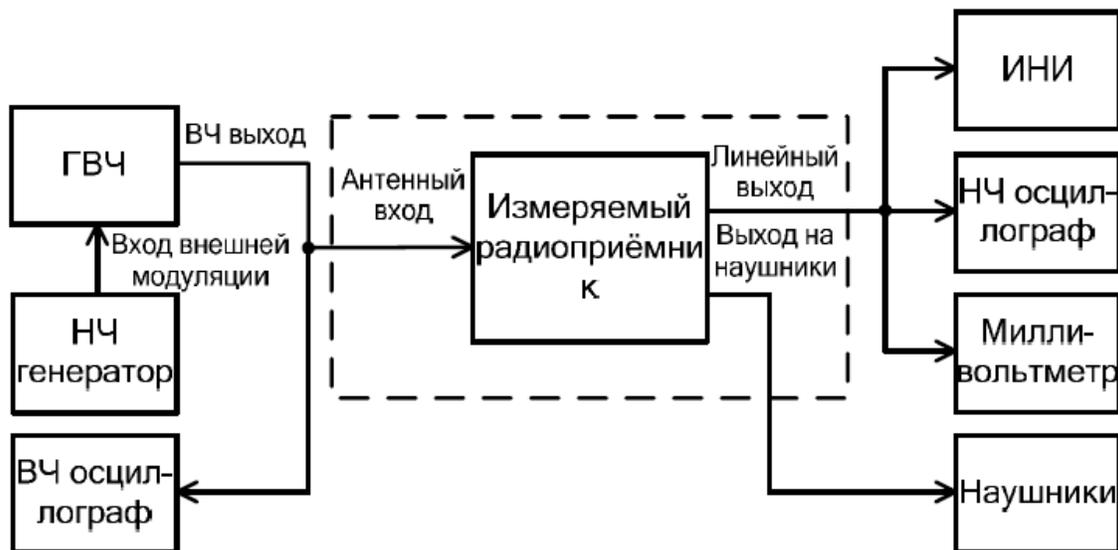


Рис. 1. Структурная схема классического лабораторного стенда для исследования характеристик супергетеродинного радиоприёмника

**ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ
РАЗВИТИЯ**

Международная научно-практическая конференция
Минск, МГВРК, 16–17 мая 2013 года, с.12-13

Как видно из рис. 1, даже минимальный объём необходимых современных аппаратных средств для проведения испытаний достаточно обширен и не всегда компактно размещается на поверхности лабораторного стола. К тому же измерительные возможности даже современных приборов, к сожалению, не всегда позволяют значительно сократить объём измерений. Ряд параметров радиоприёмника может быть измерен только в дискретных точках частотного диапазона. В случае ГВЧ, например, это связано с отсутствием дополнительных функций свипирования модулирующих сигналов по частоте. Слишком много времени занимает снятие характеристик различного рода «по точкам», например снятие сквозной амплитудно-частотной характеристики или зависимости величины коэффициента гармонических искажений от частоты модуляции и т. д. В связи с этим большой объём ручных манипуляций не всегда позволяет уложиться во временной интервал, отведенный на выполнение лабораторной работы.

Создание дополнительных программируемых виртуальных приборов позволяет сделать необработанные данные, получаемые от аппаратных средств, доступными для пользователя, и он может реализовать свои собственные функции измерений и свой пользовательский интерфейс. С таким программно-ориентированным подходом пользователи могут выполнять нестандартные измерения или же модифицировать систему при необходимости, например, добавлять приборы, каналы или измерительные функции. На рис. 2 представлена функциональная схема модернизированного лабораторного стенда, разработанного на кафедре радиотехнических устройств Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

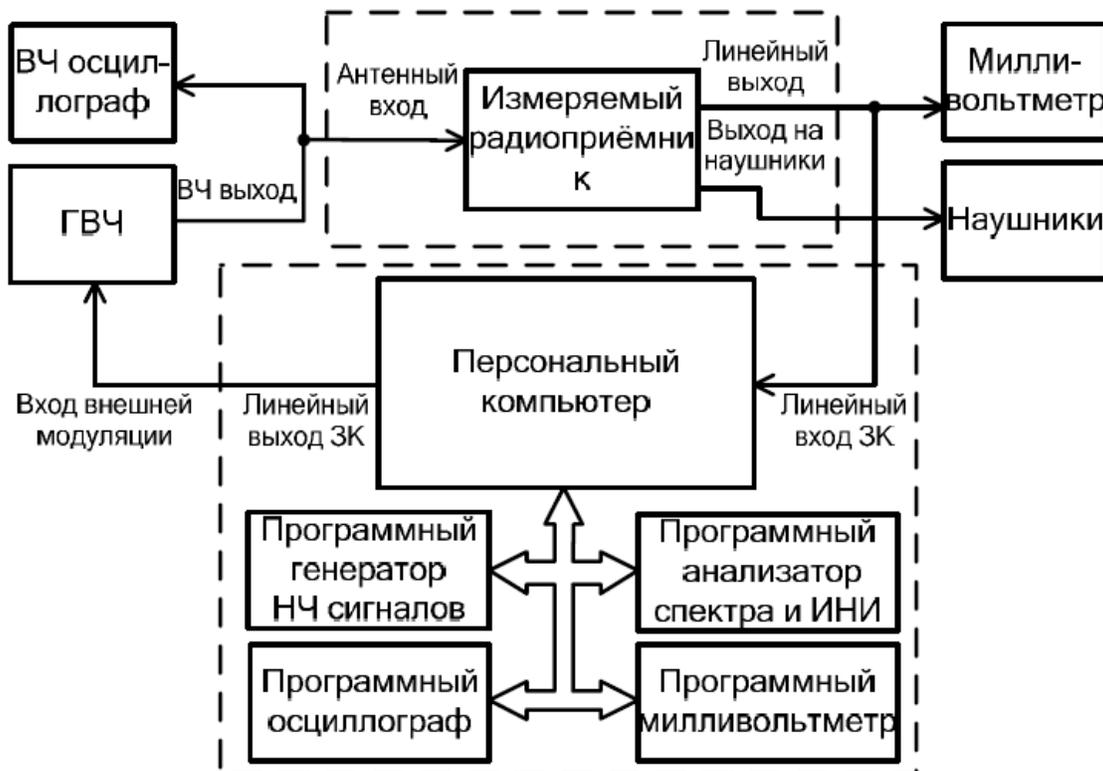


Рис. 2. Структурная схема разработанного программно-аппаратного комплекса

ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

**Международная научно-практическая конференция
Минск, МГВРК, 16–17 мая 2013 года, с.12-13**

Основу лабораторного стенда составляет персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением. Минимальный набор аппаратных средств в данном случае включает: персональный компьютер с звуковой картой (ЗК), ГВЧ, осциллограф, милливольтметр (в основном для целей калибровки уровня выходного сигнала), наушники и сам измеряемый радиоприемник.

Как известно, современная ЗК персонального компьютера в своём составе содержит аналого-цифровой (АЦП) и цифроаналоговый преобразователи (ЦАП), микшерные устройства и управляющий цифровой процессор DSP (Digital Signal Processor), координирующий работу всех узлов и являющийся «сердцем» ЗК. Полнодуплексный звуковой адаптер, допускает одновременную работу своего АЦП и ЦАП, а большинство современных ЗК удовлетворяет этому условию.

Возможности низкоуровневого программирования в среде Windows позволяют реализовать на основе АЦП ЗК виртуальные обработчики низкочастотных данных, поступающих на вход звуковой карты. В данном случае под обработкой данных подразумеваются: визуальное отображение формы, измерение уровней, анализ спектрального состава входных сигналов на основе алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ). На основе ЦАП в данном случае реализован генератор сигналов звуковой частоты, необходимых для подачи на внешний модулятор ГВЧ. При таком решении легко реализуется функция программного свиппирования по частоте и упрощается измерительная процедура снятия сквозной АЧХ радиоприёмного тракта и нелинейных искажений. Время свиппирования изменяется дискретно от одной до двадцати секунд.

Интерфейсы виртуальных приборов и органы управления максимально приближены к их физическим аналогам. Поскольку звуковая карта по известным причинам не предназначена для проведения прецизионных измерений, то предусмотрена операция калибровки ЗК путем подачи на её вход предварительно измеренного внешнего калибровочного сигнала.

Разработанный измерительный комплекс легко подвергается модернизации в случае необходимости и является основой для применения студентами знаний программирования, получаемых в стенах высшего учебного заведения.