

УДК 681.5

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ КОМПЛЕКСОВ РАДИОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ NATIONAL INSTRUMENTS

Вакалюк А.А., Басманов С.Н., Басманова А.А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург,  
e-mail: plotter7@yandex.ru

Разработана автоматизированная система проведения испытаний комплексов радиосвязи на основе средств измерений National Instruments. В рамках выполняемого исследования была разработана структурная схема системы и интерфейсная панель на основе инструментальной платформы PXIe National Instruments. В качестве программного обеспечения системы используется среда разработки приложений LabVIEW, являющаяся платформой графического программирования. Разработан комплексный алгоритм проверки объекта контроля, включающий набор испытаний, который определяется пользователем. Полученные в ходе разработки системы результаты отражают актуальные задачи, стоящие перед средствами профессиональной радиосвязи, и направлены на снижение трудоемкости изготовления и уменьшение производственного цикла. Работа выполнена по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами.

**Ключевые слова:** комплекс радиосвязи, автоматизированные испытания, жизненный цикл изделия, серийное производство, «одна версия правды»

## AUTOMATION SYSTEM DEVELOPMENT BASED ON NATIONAL INSTRUMENTS EQUIPMENT FOR RADIO COMMUNICATION COMPLEXES TESTS

Vakalyuk A.A., Basmanov S.N., Basmanova A.A.

Ural state university of railway transport, Ekaterinburg, e-mail: plotter7@yandex.ru

Automation system for radio communication complexes tests based on National Instruments equipment was developed. In this research structure scheme of the system and interface panel were developed based on National Instruments PXIe tool platform. A platform-based approach to application LabVIEW with a graphical programming syntax is used as a software. Complex algorithm for unit under test is developed. It includes free tests collection, which can be chosen by user. Derived results represent actual tasks of professional radio communication complexes, and facilitate to decrease manufacturing content and production cycle. Job was done by 05.13.06 specialty – Automation and control of technological process.

**Keywords:** radio communication complex, automated tests, product lifecycle, repetition work, «one version of the truth»

На сегодняшний день разработка новых и совершенствование действующих средств профессиональной радиосвязи является одним из основных факторов, способствующих научно-техническому прогрессу отрасли. От того, насколько своевременно и оперативно будет производиться проверка параметров изделий, и будет зависеть качество и надежность производимой аппаратуры. В связи с этим, исследования, направленные на автоматизацию проведения испытаний комплексов радиосвязи, являются актуальными и становятся одним из определяющих факторов конкурентоспособности оборудования и предприятия в целом.

**Актуальность исследований** обусловлена необходимостью повышения качества производимой продукции и уменьшения производственного цикла за счет автоматизации комплексов проведения испытаний.

### Цель исследования

Целью исследования является разработка автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи на основе средств измерения National Instruments.

Предполагаемый подход рассматривает комплексные вопросы оперативной проверки параметров изделия на протяжении всего его жизненного цикла.

### Материалы и методы исследования

Автоматизированная система проведения испытаний комплексов радиосвязи является сложным программно-аппаратным комплексом, к которому предъявляются следующие требования и перед которым ставятся следующие задачи:

1. Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс должен работать в автоматизированном режиме;
2. Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс должен иметь графический интерфейс;
3. Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс должен взаимодействовать с тестируемым изделием или комплексом радиосвязи по основному каналу и каналу управления;
4. Испытания должны быть направлены на контроль выходных напряжений; контроль чувствительности приемного тракта в режимах работы J3E, A1A, A2A, A3E, H3E, R3E; контроль избирательности по побочным каналам приема; контроль избирательности по соседнему каналу приема; контроль динамического диапазона по интермодуляции 3-го порядка; контроль уровней блокирующей помехи; контроль

диапазона АРУ, РРУ; контроль чувствительности и краевых искажений при видах работы F1Vi G1B;

5. Принципы, заложенные в систему, должны обеспечить серийное производство современных средств измерений для проведения предъявительских, приемосдаточных и периодических испытаний;

6. Разрабатываемая система должна способствовать снижению трудоемкости изготовления, снижению затрат и уменьшению производственного цикла.

Таким образом, выдвинуты требования к разрабатываемой автоматизированной системе проведения испытаний комплексов радиосвязи, реализация которых позволит существенно увеличить качество и надежность разработки новых и совершенствованию старых изделий.

Разработка автоматизированной системы проведения испытаний состоит из следующих этапов:

1. Выбор аппаратной части системы, программного обеспечения и разработка архитектуры системы;

2. Разработка алгоритмов отдельных испытаний, таких как измерение чувствительности в определенном виде работы, динамического диапазона и др.

3. Разработка комплексного алгоритма проверки объекта контроля, включающего произвольный набор испытаний, который определяется пользователем.

4. Формирование комплексной отчетности по результатам проведенных испытаний.

На первом этапе разработки автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи в качестве аппаратной части и программного обеспечения была выбрана продукция компании National Instruments. Данный выбор обусловлен обширным выбором инструментальных компонентов, позволяющих реализовать разработку гибкой системы в комплексном виде.

В качестве программного обеспечения используется среда разработки приложений LabVIEW, которая является платформой для графического программирования, что позволяет сократить сроки разработки и внедрения системы. В то же время, данная среда содержит мощные многофункциональные инструменты для проведения любых типов измерений и разработки пользовательских приложений.

Одной из ключевых особенностей разработки автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи на основе средств National Instruments является комплексный подход к созданию архитектуры системы, позволяющим объединить информационные каналы в замкнутый контур. Так здесь реализовано управление ВЧ-, НЧ-каналами и каналом управления в единое информационное пространство.

Таким образом, обширный выбор инструментальных компонентов, мощная платформа графического программирования и комплексный подход к созданию архитектуры системы обусловили выбор продукции компании National Instruments в качестве аппаратной части и программного обеспечения.

В основе автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи положена инструментальная платформа PXIe компании NI. В качестве модуля шасси был выбран PXIe-1075. Модуль имеет следующие технические характеристики [1]:

- количество портов – 18 (PXIExpress – 9, PXIHybrid – 8);
- поддержка LabVIEWWRT;
- скорость системной шины – до 4 Гб/с.

В качестве ПК установлен модуль PXIe-8135, имеющий следующие характеристики [2]:

- процессор Core i7 3610QE;
- ОС Windows 7 (64 bit);
- порты: COM, Ethernet, USB, GPIB.

В качестве генерирующих инструментальных модулей выбран генератор сигналов синусоидальной формы PXIe-5650 и генератор сигналов произвольной формы PXIe-5451. Данные модули отвечают за работу ВЧ-канала. Характеристики инструментов представлены ниже.

Генератор сигналов PXIe-5650 [3]:

- рабочий диапазон частот – 500 кГц – 1,3 ГГц;
- тип генератора – генератор несущей;
- выходная мощность – до 10 дБм;
- фазовый шум на отстройке 10 кГц.

Генератор сигналов произвольной формы PXIe-5451 [4]:

- количество каналов – 2 шт.;
- верхняя частота диапазона для синусоидальных сигналов – 135 МГц;
- максимальная амплитуда сигнала (п-п) – 2,5 В;
- частота синхронизации – до 400 МГц.

Для исследования НЧ-каналов предназначен модуль мультиметра PXIe-4071. Характеристики PXIe-4071 следующие [5]:

- измеряемые параметры – пост. ток, перем. ток;
- разрешение измерений – 7 ½ знаков.

Также используется модуль осциллографа PXIe-5124. Характеристики PXIe-5124 следующие [6]:

- количество каналов – 2;
- частота оцифровки – 200 МГц;
- полоса – 150 МГц;
- разрядность – 12 бит.

Для коммутации НЧ сигналов в шасси дополнительно встроены модуль коммутатора PXIe-2503. Характеристики PXIe-2503 следующие [7]:

- тип – матричное/мультиплексорное реле;
- схемы включения – 1-, 2- и 4-проводные;
- полоса пропускания – до 10 МГц.

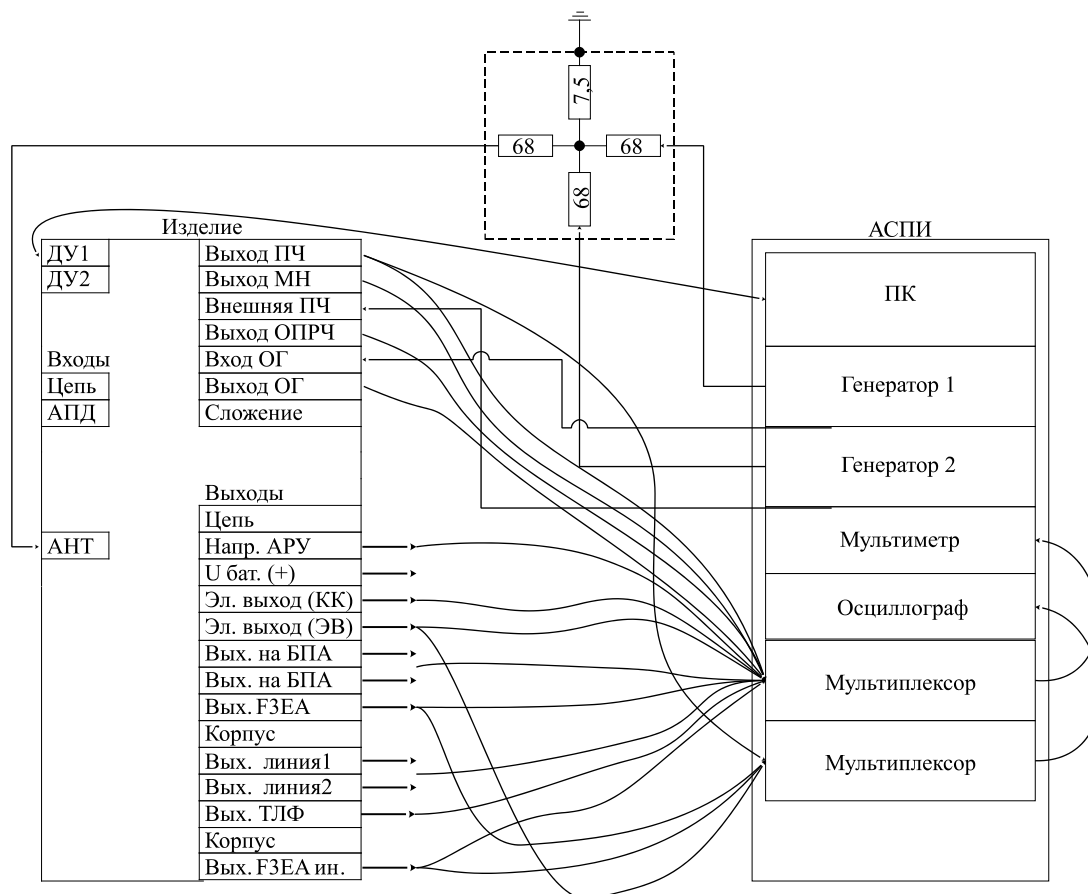
Автоматизированная система проведения испытаний комплексов радиосвязи конфигурируется в шасси PXIe-1075. На рисунке представлена структурная схема автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи.

На этапе конфигурирования системы были проведены работы по стыковке объекта контроля с системой измерения. В результате была разработана интерфейсная панель, позволяющая легко их коммутировать. Следует отметить, что при проверке объекта контроля другой номенклатуры потребуется доработка интерфейсной панели с последующей модернизацией программного обеспечения. Данная модернизация основана на изменении протокола дистанционного управления изделием и числа основных задающих переменных.

Таким образом, разработана структурная схема и интерфейсная панель автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи, позволяющие легко коммутировать объект контроля с системой измерения.

На втором этапе разработки автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи выполнялось создание алгоритмов отдельных испытаний.

Данный этап основан на оптимизации конфигурации драйверов модулей, так как заложенный производителем функционал чрезвычайно разнообразен. Выполнение данного этапа предполагает калибровку каждого измерительного модуля и адаптацию схемы его работы в составе комплекса.



Структурная схема автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи

Таким образом, на данном этапе осуществлялась разработка алгоритмов следующих испытаний: контроль выходных напряжений; контроль чувствительности приемного тракта в режимах работы J3E3100, J3E2350, A1A300, A2A, A3E6750, H3E3100, H3E2350, R3E3100, R3E2350; контроль избирательности по побочным каналам приема; контроль избирательности по соседнему каналу приема; контроль динамического диапазона по интермодуляции 3-го порядка; контроль уровней блокирующей помехи; контроль диапазона АРУ, РРУ; контроль чувствительности и краевых искажений при видах работы F1B и G1B.

На третьем этапе выполнялась комплексная разработка алгоритма проверки объекта контроля. Особенностью данного этапа является объединение результатов второго этапа в единый комплекс. Данное объединение возможно только при помощи диспетчера процессов, который позволяет выполнять следующие операции:

- настраивать произвольным образом последовательность проводимых испытаний;
- переключаться между автоматическим, автоматизированным и ручным методами измерений;
- осуществлять запуск программ проверок;
- осуществлять передачу в программы проверок параметров испытаний;
- обеспечивать контроль выполнения алгоритмов;
- осуществлять передачу результатов испытаний в центральное хранилище (БД).

Таким образом, перечислены основные операции диспетчера процессов, позволяющие объединить отдельные алгоритмы проверки испытаний в единый комплекс.

Четвертый этап разработки автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи предполагает формирование комплексной отчетности по результатам проведенных испытаний, которая осуществляется в программной среде, работающей в автоматическом режиме. При этом полученные результаты должны соответствовать принципу «одна версия правды», после чего они записываются в единую базу данных. Наличие ЕИП позволяет обеспечить централизованный доступ к результатам измерений всех заинтересованных подразделений предприятия, что уменьшает количество однотипной рутинной работы для персонала.

Таким образом, предложена концепция формирования комплексной отчетности системы по результатам испытаний с возможностью обеспечения централизованного доступа всех заинтересованных подразделений.

### Результаты исследования и их обсуждение

Новизна предлагаемого подхода заключается в применении средств измерений National Instruments для разработки автома-

тизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи.

Использование средств измерений National Instruments позволяет разработать комплексную гибкую систему, имеющую единый информационный центр, стандартизованные параметры процесса для всех подразделений, стандартизованные взаимосвязи между подразделениями, что делает систему масштабируемой, с одной стороны, и имеется возможность настройки индивидуальных параметров процесса для каждого из подразделений, с другой стороны.

Таким образом, данный подход способствует созданию автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи, реализация которой позволит повысить качество и надежность изготавливаемого оборудования, перевести предприятие на новый технологический уровень, и сделать его конкурентоспособным в современных экономических условиях.

#### Выводы

1. Разработана автоматизированная система проведения испытаний комплексов радиосвязи на основе средств измерений National Instruments;

2. Для создания графического интерфейса использовалась среда разработки приложений LabVIEW, позволяющая сократить сроки разработки и внедрения системы;

3. Разработана структурная схема системы на основе инструментальной плат-

формы PXIe компании National Instruments, позволяющая легко коммутировать объект контроля с системой измерения;

4. Представлен перечень алгоритмов проводимых испытаний;

5. Принципы, заложенные в систему, обеспечивают серийное производство современных средств измерений для проведения предъявительских, приемосдаточных и периодических испытаний;

6. Система и заложенные в нее принципы способствуют снижению трудоемкости изготовления, снижению затрат и уменьшению производственного цикла изделия.

#### Список литературы

1. NationalInstruments: NI PXIe-1075 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/205962> (дата обращения: 30.09.2015).

2. NationalInstruments: NI PXIe-8135 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/210545> (дата обращения: 30.09.2015).

3. NationalInstruments: NI PXIe-5650 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/208938> (дата обращения: 30.09.2015).

4. NationalInstruments: NI PXIe-5451. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/208649> (дата обращения: 30.09.2015).

5. NationalInstruments: NI PXI-4071 PXI Digital Multimeter (DMM) [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/14857> (дата обращения: 30.09.2015).

6. NationalInstruments: NI PXI-5124 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/14231> (дата обращения: 30.09.2015).

7. NationalInstruments: NI PXI-2503 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/1498> (дата обращения: 30.09.2015).