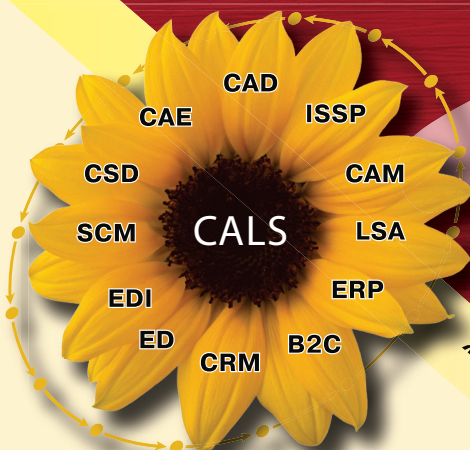


КАЧЕСТВО

ИННОВАЦИИ

ОБРАЗОВАНИЕ

№12 2014



журнал в журнале

КАЧЕСТВО и ИПИ (CALS)-технологии

www.quality-journal.ru

Качество • Инновации • Образование • №12-2014

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Л.И. КУЗЬМИНА, Ю.В. ОСИПОВ О тестировании студентов по «школьной» математике	3
К.П. ЛАТЫШЕНКО, С.Ю. ЩУКАРЕВ, С.А. ГАРЕЛИНА Основы эффективной презентации выпускных квалификационных работ. Часть II	8
А.С. БЕССОНОВ, Ю.Ю. КОЛБАС, Т.И. СОЛОВЬЕВА Виртуальный лабораторный практикум по изучению лазерного гироскопа	17
С.С. ФОМИН Опыт применения виртуальных сред при проведении практических занятий по дисциплинам ИКТ	26

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА И ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

А.А. НИКОЛЬСКАЯ Организационно-экономический механизм управления инновационной активностью вуза	33
--	----

КАЧЕСТВО И ИПИ (CALS)-ТЕХНОЛОГИИ

КАЧЕСТВО: РУКОВОДСТВО, УПРАВЛЕНИЕ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ю.Н. КОФАНОВ Обеспечение высокого качества и надёжности инновационных бортовых радиоэлектронных средств	37
---	----

ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ

М.А. АРТУХОВА, К.А. БОГАЧЁВ Особенности расчета надежности соленоидов и электромеханических коммутационных изделий	43
Н.Ю. ЕФРЕМОВ, В.Ш. СУЛАБЕРИДЗЕ, В.Д. МУШЕНКО Исследование влияния структуры и дисперсности фазы наполнителя на механические характеристики теплопроводящих полимерных композиционных материалов на основе силикона	49
В.А. ВЕТРОВ, Б.Л. ЛИНЕЦКИЙ, Б.Г. ЛЬВОВ, Д.А. ЧЕРЕДНИЧЕНКО Построение дерева целей проектирования технических систем	55

СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

М.Р. БИКТИМИРОВ, А.Ю. ЩЕРБАКОВ Кибернетика мегасистем как развитие предметной области эффективных и доверенных систем	62
Ю.Л. ЛЕОХИН, В.Л. ЛЕОХИН, Е.А. САКСОНОВ Универсальная система защиты рынка от контрафактного и фальсифицированного товара	66
А.В. ВИШНЕКОВ, Е. М. ИВАНОВА, А. И. ИЦКОВИЧ Выбор проектных стратегий при разработке компьютерных сетей в условиях неопределенности исходной информации	72
М.Р. ИСМАИЛ-ЗАДЕ, И.А. ИВАНОВ, С.У. УВАЙСОВ, А.Н. ТИХМЕНЕВ Архитектура информационной системы диагностического моделирования	81
С.Г. ЕФРЕМОВ, Н.А. ПИЛИПЕНКО, Л.С. ВОСКОВ Web Вещей: проблемы поиска и взаимодействия устройств	88

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

А.П. ЯСТРЕБОВ, В.И. БРЕЖНЕВ Экономически аспекты управления рекламной деятельностью	97
--	----

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ОБЪЕДИНЕННОЙ РЕДАКЦИИ
Азаров В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Алешин Н.П. (Москва), Батыров У.Д. (Нальчик), Бойцов Б.В. (Москва), Васильев В.А. (Москва), Васильев В.Н. (Санкт-Петербург), Домрачев В.Г. (Москва), Жураский В.Г. (Москва), Карабасов Ю.С. (Москва), Кортос С.В. (Екатеринбург), Лонцих П.А. (Иркутск), Лопота В.А. (Москва), Львов Б.Г. (Москва), Мищенко С.В. (Тамбов), Олейник А.В. (Москва), Сергеев А.Г. (Москва), Смакотина Н.Л. (Москва), Старых В.А. (Москва), Стриханов М.Н. (Москва), Тихонов А.Н. (Москва), Фирстов В.Г. (Москва), Фонов А.Г. (Москва), Харин А.А. (Москва), Червяков Л.М. (Курск), Шленов Ю.В. (Москва)

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ
Диккенсон П., Зайчек В., Иняц Н., Кемпбелл Д., Лемайр П., Олдфилд Э., Пупиус М., Роджерсон Д., Фарделф Д.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ
105118, Москва, ул. Буракова, д. 8
Тел.: +7 (495) 916-89-29
Факс: +7 (495) 916-81-54
E-mail: quality@eqc.org.ru (для статей)
hq@eqc.org.ru (по общим вопросам)
www.quality-journal.ru; www.quality21.ru

ИЗДАТЕЛЬ
Европейский центр по качеству

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Гудков Ю.И.
yugudkov@hse.ru

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Кудрявцева А.И.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР
Савин Е.С.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Мартюкова Е.С.
ne@eqc.org.ru

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций. Свидетельство
о регистрации ПИ №77-9092

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС
в каталоге агентства «Роспечать» 80620,
80621
в каталоге агентства «Урал-Пресс» 14490
на сайте НЭБ eLIBRARY.RU 80620

ОТПЕЧАТАНО
ФГУП Издательство «Известия» УД ПРФ
127254, г. Москва, ул. Добролюбова, д. 6

© «Европейский центр по качеству», 2014

Журнал входит в перечень ВАК РФ

Статьи рецензируются

Сведения о членах редколлегии и об авторах статей можно найти на сайте www.quality-journal.ru

А.С. Бессонов, Ю.Ю. Колбас, Т.И. Соловьева

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

Описывается виртуальный лабораторный практикум по изучению лазерного гироскопа, созданного на основе кольцевого лазера. В соответствии с новым стандартом разъясняются понятия, используемые при компьютерных измерениях. Рассматриваются вопросы использования виртуальных моделей при проектировании практикума и в учебном процессе.

Ключевые слова: лабораторный практикум; кольцевой лазер; лазерный гироскоп; виртуальные измерительные технологии; виртуальная модель; среда графического программирования LabVIEW

Введение

Более двух десятков лет назад произошла компьютеризация учебного процесса в высших специализированных учебных заведениях. За это время создано большое количество электронных образовательных ресурсов (ЭОР), среди которых можно выделить средства дистанционного обучения и контроля знаний, лекционные демонстрации, интерактивные учебники и задачки, обучающие модели и тренажеры и т. д. Для студентов естественнонаучных и технических специальностей наиболее важными ЭОР стали лабораторные практикумы, построенные на платформе одного персонального компьютера (ПК) или нескольких ПК, объединенных в сеть.

Аппаратно-программные средства практикумов, связанных с проведением реального измерительного эксперимента, сегодня в большинстве случаев представляют собой *виртуальные средства измерений* (ВСИ) или *виртуальные измерительные системы* (ВИС). Неоднозначность этих терминов в значительной мере была преодолена после принятия стандарта ГОСТ Р 8.818-2013 [1], в котором даны необходимые определения.

Для создания ВСИ широко используется *технология виртуальных приборов* (ТВП), наиболее полно реализованная в среде графического программирования LabVIEW [2], которая обеспечивает единый подход к моделированию, программированию и интеграции аппаратных и программных средств разрабатываемой измерительной системы. При этом часто используется характерное для ТВП *модельное проектирование*, которое отличается высокой гибкостью и эффективностью [2, 3].

Предлагаемая статья посвящена вопросам создания и эксплуатации виртуального лабораторного практикума по изучению такого сложного технического объекта, как лазерный гироскоп (ЛГ). Практикум отличается использованием *виртуальных моделей* (ВМ) на разных стадиях своего жизненного цикла. Данная разработка была осуществлена в МИЭМ НИУ ВШЭ и в ОАО «НИИ «Полус» им. М.Ф. Стельмаха».

Технология виртуальных приборов при разработке лабораторных практикумов

ТВП является универсальной информационной технологией быстрого создания компьютерных средств измерений и систем управления, их прикладного программного обеспечения, отдельных программных модулей сбора и обработки данных, а также их различного рода математических моделей [2, 3].

Термин «виртуальный прибор» многозначен. В одном случае под ВП понимается *реальное средство измерений*, которое в соответствии со стандартом [1] называется ВСИ или ВИС. В составе такого ВП имеются «универсальная ЭВМ» (стационарный или мобильный ПК), «дополнительные технические средства» (измерительные преобразователи, компьютерные платы, внешние модули и т.д.) и программное обеспечение, играющее в системе главенствующую роль. Состав и порядок работы и программного обеспечения могут быть изменены пользователем, причем для управления процессом измерений и/или отображения их результатов применяют стандартные интерфейсы пользователя. В стандарте подчеркивается, что ВСИ и ВИС работают с реальными сигналами и объектами и имеют метрологические характеристики, то есть являются средствами измерений.

В другом случае под ВП подразумевают только *компьютерную программу* [2], которая имеет графический интерфейс пользователя и либо моделирует работу средства измерений, объектов и

процессов измерений, либо обрабатывает предварительно собранные в файлы данные. Следует заметить, что в среде LabVIEW всякая программа имеет расширение VI (*Virtual Instruments* – виртуальные приборы).

В первой редакции стандарта ГОСТ Р 8.818-2013 было определение понятия «виртуальная модель», под которым понималась «модель, реализованная на основе универсального вычислительного ресурса, например, универсального компьютера, оснащенного специализированным программным обеспечением, использующая для отображения и/или управления графику на дисплее» [4].

Преимущества ВП обоих видов делают их очень удобными для использования при создании ЭОР. В лабораторных практикумах используются и ВСИ (например, [5]), и ВМ (например, [6]).

В первом случае это полноценная автоматизированная измерительная система, предназначенная для проведения полноценных лабораторных занятий. Данный вариант обеспечивает высокое качество обучения, но требует существенных затрат на разработку, изготовление ВИС и поддержку учебного процесса.

Во втором случае ЭОР представляет собой хороший учебный тренажер, который способен имитировать работу практически любой измерительной системы и объекта исследования в соответствии с принятой теоретической моделью. Студенты, имея только ПК и учебное пособие, могут изучить теоретическую часть, выполнить задания и сформировать отчеты. Использование ВМ в качестве учебных тренажеров характерно для случая, когда объект исследования и, следовательно, лабораторное оборудование отличаются *высокой сложностью*. Известна методика совместного использования ВМ и ВСИ, которую целесообразно использовать при сложном объекте измерений [7]. Проведение лабораторных работ здесь осуществляется в два этапа. Вначале в соответствии с заданием производятся исследования на ВМ, а затем происходит дальнейшее выполнение задания в реальных условиях. При этом студенты могут выполнять работу первого этапа дома, отчитываться перед преподавателем о ее выполнении и получать допуск для работы в лаборатории. Тогда уровень и значимость самостоятельной работы студентов повышается, а загрузка лаборатории рутинной работой уменьшается.

Развивая данную идею, авторы настоящей статьи создали лабораторный практикум для изучения такого сложного технического объекта, как *лазерный гироскоп на основе зеемановского кольцевого лазера* [8]. В данном практикуме имеются виртуальные модели лабораторных работ, изучаемые при самостоятельной подготовке, и виртуальные измерительные системы с реальным объектом измерений, служащие для проведения полноценных занятий в лабораторных условиях.

Модельное проектирование лабораторного практикума

Как известно, при автоматизации проектирования технических систем широко применяется математическое моделирование систем в целом, их составных частей и элементов. При использовании ТВП модельное проектирование имеет особенности, обусловленные тем, что модели и прикладное программное обеспечение системы работают на одной и той же платформе ПК, и для их создания используется одна и та же среда графического программирования [4, 9].

Это приводит к тому, что главной целью моделирования становится не анализ проектного решения с оценкой системных характеристик, а создание основных программных модулей – возможно, еще до того, когда становится доступным объект измерения и будет изготовлена аппаратная часть измерительной системы. Вместо реального объекта измерений и аппаратной части измерительного канала используются их виртуальные модели. При этом следует напомнить, что ПО ВСИ – это его основная составная часть, определяющая функциональные возможности всей системы. В результате получается *распараллеливание процессов создания аппаратной части и разработки ПО*, что значительно снижает срок выполнения проекта и избавляет от многих возможных ошибок и недочетов [9].

Учитывая сравнительную простоту *виртуального моделирования*, его можно использовать практически на всех этапах проектирования, включая:

- разработку технического задания (ТЗ) и его согласование с заказчиком;
- оценку свойств проектируемой системы при ее макропроектировании;
- разработку программных модулей обработки и отображения данных до изготовления аппаратной части системы при микропроектировании системы;

– уточнение и доработку программных модулей после проведения экспериментального исследования опытного образца системы с выпуском рабочей версии ПО.

Особым этапом использования ВМ можно считать их доработку до уровня учебных моделей, служащих приложением к учебно-методическому пособию практикума.

При согласовании ТЗ наиболее важными являются графические лицевые панели ВМ, которые хорошо отражают функциональные возможности системы и понятны заказчику. При макропроектировании ВМ строятся на основе частных моделей генераторов измерительных сигналов, обобщенной модели аппаратной части измерительного канала, которая представляется передаточной функцией, и программного модуля, отражающего основной алгоритм обработки данных [4]. Характеристики системы оцениваются путем статистического эксперимента. При микропроектировании происходит детализация частных моделей и программной части с выделением отдельных моделей измерительных преобразователей и программных модулей, выполняющих конкретные процедуры основного алгоритма обработки и представления данных.

К моменту изготовления аппаратной части уже имеются в наличии отлаженные при проведении вычислительного эксперимента программные модули интерфейса пользователя, процедур обработки данных и представления результатов измерений. Здесь ВМ уже осуществляют подробную имитацию процессов сбора и обработки данных, происходящих при выполнении каждой лабораторной работы. Разработке подлежит лишь программный модуль сбора данных, взаимодействующий с драйвером аппаратной части ВСИ. Как показывает практика, доработки программных модулей обработки данных по результатам тестирования опытного образца системы оказываются небольшими, и рабочая версия ПО ВСИ появляется быстро.

При создании виртуального практикума по изучению лазерного гироскопа ВМ лабораторных работ прошли описанный путь развития и усложнения – от этапа составления ТЗ до этапа создания учебных моделей. ВМ были оформлены в виде приложения к учебно-методическому пособию практикума и представлены на компакт-диске.

Аппаратные средства практикума

Аппаратные средства практикума полностью соответствуют определению ВИС [1]. В состав структурной схемы (рис. 1) входит ПК, который под управлением программного обеспечения ПО1 взаимодействует с измерительным блоком (ИБ). Это происходит путем подачи команд от ПК и получения откликов, содержащих служебную и измерительную информацию. К ИБ подключен лазерный гироскоп (ЛГ), который благодаря этому получает питание, управляющие сигналы. В обратном направлении гироскоп выдает информационные и измерительные сигналы. В составе ВИС имеется вспомогательное устройство – поворотный столик (ПС) с ручным управлением. Он необходим для подачи воздействий на гироскоп при лазерных измерениях путем поворота столика и фиксации различных положений.

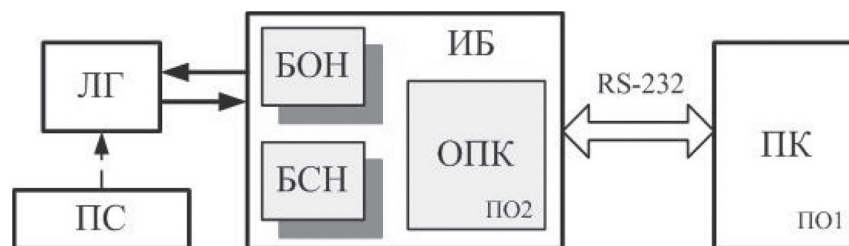


Рис. 1. Структурная схема аппаратной части виртуального практикума

При разработке аппаратной части ВИС обычно стремятся к снижению затрат и трудоемкости путем применения покупных, готовых к использованию, модулей. На них реализуются блоки общего назначения (БОН). Однако, поскольку исследованию подвергается сложный объект, без блоков специального назначения (БСН), требующих разработки и самостоятельного изготовления, обойтись невозможно. В состав БСН в данном случае входят схема регулировки периметра (СРП), блок частотной подставки (БЧП), блоки счетчиков, специфические схемы измерений характеристик ЛГ и др.

Значительно увеличивает гибкость системы использование одноплатного компьютера или контроллера ОПК, который управляет БОН и БСП с помощью программного обеспечения ПО2. Его, как и ПО1, можно изменять и выпускать новые версии, тем самым устраняя недостатки и расширяя функциональные возможности практикума. Примером ОПК может служить контроллер CPU188-5 фирмы Fastwel, имеющий достаточную производительность и необходимые периферийные устройства.

Важно заметить, что при применении ВСИ в учебном процессе проявляется еще одно преимущество, связанное с защитой от человеческого фактора. Эта защита обеспечивается чисто компьютерным управлением и отсутствием передних панелей у аппаратуры, что затрудняет нерадивым студентам установку неправильных режимов работы и ее поломку. В нашем случае на передней панели ИБ имеется единственный тумблер включения питания. Внешний вид аппаратной части ВИС представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид аппаратной части лабораторной работы

Состав лабораторных работ

Всякий сложный объект измерения, в частности, ЛГ, требует комплексного многоаспектного изучения. Лабораторные работы должны обеспечивать всестороннее изучение ЛГ, отражать его специфику с тем, чтобы студентами, изучающими специальную дисциплину, были получены необходимые теоретические знания и практические навыки. Поэтому определению состава лабораторных работ предшествовал анализ ЛГ с целью выделения наиболее важных и характерных его свойств, изучению каждого из которых следует посвятить отдельную работу.

ЛГ прежде всего должен быть рассмотрен как *кольцевой гелий-неоновый лазер* [10], а с другой стороны – собственно как гироскоп, то есть как *датчик угловой скорости* [11], входящий в состав навигационных систем. Вследствие этого оказалось необходимым выделение двух групп лабораторных работ, первая из которых должна быть посвящена лазерным измерениям, а другая – гироскопическим измерениям.

Продолжая анализ, можно указать, что газовый лазер, как любой электронный прибор тлеющего разряда, имеет вольтамперную характеристику. Лазер, будучи источником света, также имеет зависимость интенсивности излучения от тока накачки. Наконец, поскольку он строится на основе оптического резонатора, то обладает резонансными свойствами, а световое излучение генерируется на модах определенного спектра [10, 11]. Ширина резонансной кривой по уровню $\frac{1}{2}$ подлежит измерению, поскольку она связана с добротностью кольцевого лазера.

Как датчик угловой скорости, ЛГ имеет функцию преобразования, называемую выходной характеристикой [8]. Важнейшим параметром ЛГ, представляющим собой цифровой измерительный преобразователь последовательного счета, является масштабный коэффициент, который выражается в

угловых секундах, деленных на импульс. Наконец, с помощью ЛГ можно определять скорость вращения Земли и навигационные параметры – географическую широту и долготу места установки и азимут.

В результате был сформирован следующий состав лабораторных работ.

I) Лазерные измерения:

- 1) измерение вольтамперной характеристики газоразрядного промежутка;
- 2) измерение порогового тока генерации;
- 3) измерение ширины мод генерации.

II) Гироскопические измерения:

- 1) измерение выходной характеристики лазерного гироскопа;
- 2) измерение масштабного коэффициента лазерного гироскопа;
- 3) определение скорости вращения Земли, географической широты и азимута.

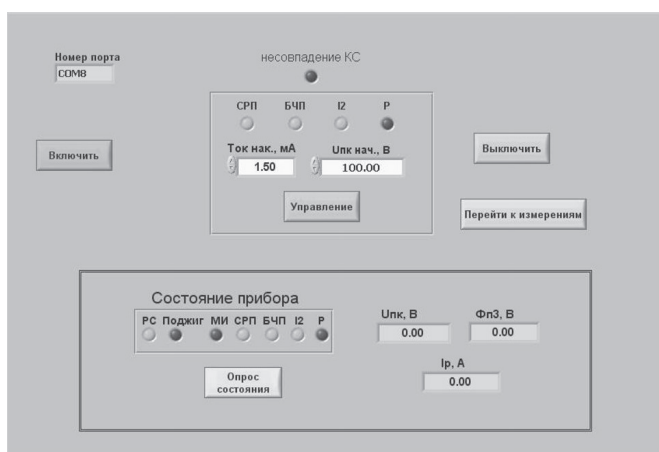
Виртуальные модели для подготовки к лабораторным занятиям

ВМ учебного назначения – это программы, построенные с помощью ТВП и имитирующие ход выполнения лабораторной работы в соответствии с теоретической моделью объекта измерений и происходящих измерительных процессов.

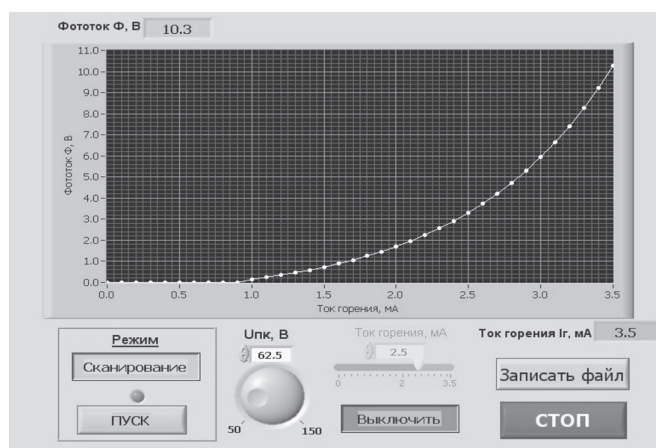
Каждая ВМ соответствует лабораторной работе и представляет собой исполняемое приложение операционной системы Windows XP/7. Пакет из шести программ ВМ располагается на компакт-диске, являющемся приложением к учебно-методическому пособию. Студенты, готовясь дома к лабораторному занятию, прорабатывают теоретическую часть и изучают методические указания, а затем выполняют модельный вариант лабораторной работы. При этом состав лабораторного задания, ход его выполнения, последовательность действий, интерфейсы пользователя, формируемые программным обеспечением (ПО) системы на экране, должны в значительной мере соответствовать «модельному» варианту, проделанному дома.

Разработанные модели имеют даже графический экран установки необходимого режима работы ЛГ. На рис. 3а показан случай установки правильного режима работы со значением тока накачки, равным 1,5 мА, и с включенными СРП и БЧП. В противном случае моделируются данные, соответствующие нештатному режиму работы.

На рис. 3б показан графический экран, формируемый при измерении порогового тока генерации, то есть такого тока накачки, при котором появляется световой поток на входе фотоприемника и, соответственно, ненулевое напряжение на его выходе. При нажатии на кнопку *Пуск* моделируется пошаговое изменение тока накачки и измерение фототока с построением графической зависимости. На рис. 3в показан пример моделирования измерения неидеальной выходной характеристики ЛГ. На ней можно указать так называемую «зону захвата», когда датчик теряет возможность измерения угловой скорости, а также гистерезисные явления [11]. На рис. 3г моделируется процесс установки ЛГ в разные положения, сбора и обработки данных с определением скорости вращения Земли, географических координат и азимута. Все моделируемые данные могут быть сохранены в файл текстового формата с помощью кнопки *Записать файл*.



(а)



(б)

положения ЛГ с тем, чтобы измерить проекции скорости вращения Земли, а потом рассчитать по заданному алгоритму полную скорость вращения, географические координаты и азимут. Все необходимые формулы имеются в учебно-методическом пособии, и студент имеет возможность проверить правильность вычислений, выполняемых программой.

Как уже отмечалось, в заключительной части каждой лабораторной работы студенты сравнивают результаты выполнения первой и второй частей лабораторных работ между собой. Такое сравнение результатов моделирования, отражающего идеальный процесс, с реальным экспериментом, когда проявляются методические и инструментальные погрешности и оказывают влияние внешние факторы, представляет большой интерес.

Заключение

К моменту написания статьи был полностью изготовлен опытный образец данного лабораторного практикума. В его состав вошли виртуальная измерительная система, учебно-методическое пособие, виртуальные модели и прикладные программы. Все программные средства практикума были созданы в среде LabVIEW 2011. Учебно-методическое пособие было написано и сначала оформлено в электронном виде, а затем сдано в печать.

С использованием опытного образца практикума были проведены пробные занятия со студентами МИЭМ НИУ ВШЭ, подтвердившие правильность использованных при его создании технических и учебно-методических подходов и решений. Дополнительные преимущества практикума авторы видят в возможности изучения на его основе современных информационно-измерительных технологий, технологии виртуальных приборов и основ программирования в LabVIEW.

Дальнейшую апробацию практикума и внедрение в учебный процесс планируется провести в осеннем семестре 2014 года.

Данная работа выполнена в рамках гранта Минобрнауки Российской Федерации (Госконтракт №8037).

Литература:

1. ГОСТ Р 8.818-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений и системы измерительные виртуальные. Общие положения.
2. Тревис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. / 4-е издание, перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2011. 904 с.
3. Алексеев В.В. Виртуальные средства измерений // Приборы. 2009. № 6. С.1-7.
4. Бессонов А.С. Модельное проектирование компьютерных средств измерений с помощью технологии виртуальных приборов. – М.: МТТУ МИРЭА, 2013.
5. Глинченко А.С. и др. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с использованием интернет-технологий: учеб. пособие. – М.: ДМК Пресс, 2008.
6. Батоврин В.К. и др. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий / под ред. В.К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2009.
7. Федосов В.П., Цветков Ф.А. Сочетание реального и виртуального в подготовке бакалавров, специалистов и магистров по направлению «Радиотехника» // Открытое образование. 2009. № 5(76). С.6-18.
8. Азарова В.В., Голяев Ю.Д., Дмитриев В.Г. Кольцевые газовые лазеры с магнитооптическим управлением в лазерной гироскопии / Квантовая электроника. 2000. №2(30). С. 96-104.
9. Жуков К.Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. – М.: ДМК-Пресс, 2011.
10. Тарасов Л.В. Четырнадцать лекций о лазерах. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 176 с.
11. Панов М.Ф., Соломонов А.В., Филатов Ю.В. Физические основы интегральной оптики: Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

Бессонов Алексей Станиславович,
канд. техн. наук, доцент, ст. научн. сотрудник,
ОАО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха».

*Колбас Юрий Юрьевич,
канд. техн. наук, нач. отдела
ОАО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха».*

*Соловьева Татьяна Ивановна,
канд. техн. наук, доцент каф. «Кибернетика»,
зам. декана по научной работе факультета
«Прикладная математика и кибернетика» НИУ ВШЭ.*

A.S. Bessonov, Yu.Yu. Kolbas, T.I. Solovyova

VIRTUAL LABORATORY WORKSHOP FOR LASER GYROSCOPE STUDYING

Virtual laboratory workshop for laser gyroscope studying is described. The computer measurements concepts are explained according to the new Russian standard. The virtual models application at workshop designing and in the educational process is considered.

Keywords: *laboratory workshop, ring laser, laser gyroscope, virtual measurement technology, virtual model, graphic programming environment LabVIEW*

References:

1. GOST R 8.818-2013. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenii. Sredstva izmerenii i sistemy izmeritel'nye virtual'nye. Obshchie polozheniya.
2. Trevis G., Kring G. LabVIEW dlya vseh. / 4-e izdanie, pererab. i dop. – M.: DMK Press, 2011. 904 s.
3. Alekseev V.V. Virtual'nye sredstva izmerenii // Pribory. 2009. № 6. S.1-7.
4. Bessonov A.S. Model'noe proektirovanie komp'yuternyh sredstv izmerenii s pomoshch'yu tehnologii virtual'nyh priborov. – M.: MTTU MIREA, 2013.
5. Glinchenko A.S. i dr. Issledovanie parametrov i harakteristik poluprovodnikovyyh priborov s ispol'zovaniem internet-tehnologii: ucheb. posobie. – M.: DMK Press, 2008.
6. Batovrin V.K. i dr. LabVIEW: praktikum po osnovam izmeritel'nyh tehnologii / pod red. V.K. Batovrina. – M.: DMK Press, 2009.
7. Fedosov V.P., Cvetkov F.A. Sochetanie real'nogo i virtual'nogo v podgotovke bakalavrov, specialistov i magistrorov po napravleniyu «Radiotekhnika» // Otkrytoe obrazovanie. 2009. № 5(76). S.6-18.
8. Azarova V.V., Golyaev Yu.D., Dmitriev V.G. Kol'cevyye gazovyye lazery s magnitoopticheskim upravleniem v lazernoj giroskopii / Kvantovaya e'lektronika. 2000. №2(30). S. 96-104.
9. Zhukov K.G. Model'noe proektirovanie vstraivaemykh sistem v LabVIEW. – M.: DMK-Press, 2011.
10. Tarasov L.V. Chetyrnadcat' lekciy o lazeraх. – M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM», 2011. 176s.
11. Panov M.F., Solomonov A.V., Filatov Yu.V. Fizicheskie osnovy integral'noy optiki: Uchebnoe posobie. – M.: Izdatel'skii centr «Akademiya», 2010.

*Bessonov Aleksey Stanislavovich,
Ph.D., Associate Professor, Senior Researcher
JSC "Research&Development Institute "Polyus" named after M.F. Stelmakh"*

*Kolbas Yurii Yurievich,
PhD, Head of Department
JSC "Research&Development Institute "Polyus" named after M.F. Stelmakh"*

*Solovyova Tatiana Ivanovna,
Ph.D., Associate professor of the Faculty "Cybernetics",
Deputy Dean for Academic Affairs
of "Applied Mathematics and Cybernetics"
Dept. NRU HSE*