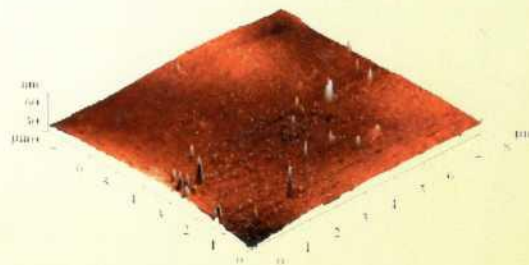
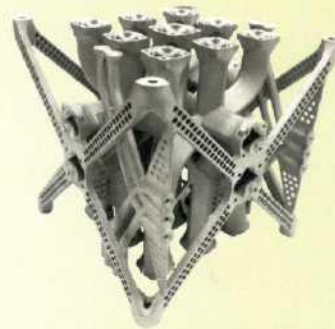
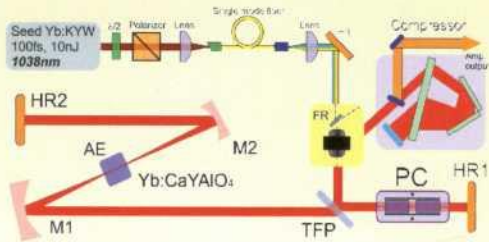




10-я Международная научно-техническая конференция

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ - 2017



Минск
БНТУ
2017

**MINISTRY OF EDUCATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS
STATE COMMITTEE ON STANDARDIZATION OF THE REPUBLIC
OF BELARUS**

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

BELARUSIAN NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

BELARUSIAN STATE INSTITUTE OF METROLOGY

**INSTITUTE OF APPLIED PHYSICS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF BELARUS**

INSTRUMENTATION ENGINEERING-2017

**Proceedings
of the 10th International Scientific and Technical Conference**

November 1–3, 2017
Minsk, Belarus

**Minsk
BNTU
2017**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ**

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН БЕЛАРУСИ**

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ-2017

**Материалы
10-й Международной научно-технической конференции**

**1–3 ноября 2017 года
Минск, Республика Беларусь**

**Минск
БНТУ
2017**

УДК 681.2(063)
ББК 34.9я431
П75

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор О.К. Гусев (председатель);
канд. экон. наук, доцент Е.В. Гурина; д-р техн. наук, доцент Н.А. Жагора;
д-р техн. наук, профессор М.Г. Киселёв; д-р физ.-мат. наук, доцент М.А. Князев;
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.В. Кулешов; д-р физ.-мат. наук., профессор
А.М. Маляревич; д-р физ.-мат. наук, В.В. Машко; чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук,
профессор Ю.М. Плескачевский; д-р техн. наук, доцент П.С. Серенков;
д-р техн. наук, профессор В.Л. Соломахо; чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук,
профессор С.А. Чижик; д-р физ.-мат. наук, профессор К.В. Юмашев; канд. техн. наук,
доцент Р.И. Воробей, канд. техн. наук, доцент А.К. Тявловский (отв. секретарь)

Рецензенты:

д-р тех. наук, доцент Н.И. Мухуров;
чл. корр. НАН Беларуси, д-р тех. наук, проф. А.В. Белый

Издание содержит материалы 10-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2017» по направлениям: измерительные системы и приборы, технические средства безопасности; методы исследований и метрологическое обеспечение измерений; физические, физико-математические, материаловедческие и технологические основы приборостроения; управление производством и подготовка специалистов для приборостроительной отрасли.

Материалы конференции могут представлять интерес для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и магистрантов, специалистов реального сектора экономики, занимающихся исследованиями, разработкой и производством приборов и измерительных систем.

✓	<i>Серенков П.С., Лесин А.С.</i> КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОДХОД КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНИВАНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	173
✓	<i>Серенков П.С., Сацукевич А.А., Иванова Н.Н.</i> КОНЦЕПЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ МЕТОДАМИ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ.....	175
✓	<i>Серенков П.С., Романчук В.М., Сацукевич А.А., Басинюк В.Л.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	177
✓	<i>Соколовский С.С., Малиновская С.Л.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	179
✓	<i>Спесивцева Ю.Б., Боровисюк Т.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СМК ОАО «2566 ЗРРЭВ».....	181
✓	<i>Стадник В.В., Подорожняк А.А., Коваль А.А.</i> НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПЕРВИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ.....	183
✓	<i>Стадник В.В., Скорин Ю.И.</i> СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИИ WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION.....	185
✓	<i>Хорлоогийн А.С., Казанская В.Д., Фомиченко Е.А.</i> ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ УСЛУГИ.....	187
✓	<i>Цитович Б.В., Соколовский С.С., Петрусенко П.А.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИК ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ.....	189
✓	<i>Павлов К.А., Боярковская К.С.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ГУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ, КОНТРОЛЮ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ».....	191
✓	<i>Лебедев А.Н., Афоненко А.А.</i> СТАНДАРТИЗАЦИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ОСОБЕННОСТИ И НЕУЧТЕННЫЕ ФАКТОРЫ.....	193
✓	<i>Длугунович В.А., Никоненко С.В., Беляев Ю.В., Кучинский П.В., Попков А.П., Цикман И.М., Скумс Д.В., Тарасова О.Б.</i> СОЗДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭТАЛОННОЙ БАЗЫ БЕЛАРУСИ ДЛЯ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ОПТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	194
✓	<i>Матюш И.И., Спесивцева Ю.Б.</i> КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ.....	196

Секция 3. ФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ, МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

	<i>Степаненко Д.А., Емельянова А.С., Плескач М.А., Солодкая Н.В.</i> РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЕРЕДАТОЧНЫХ МАТРИЦ.....	199
	<i>Сандомирский С.Г.</i> НОВЫЙ ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА СТАЛЕЙ В ПРИБОРАХ МАГНИТНОЙ СТРУКТУРОСКОПИИ.....	201
	<i>Данько К.А., Долматов А.И.</i> РАСХОДНЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА СВЕРХЗВУКОВОГО ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА ДЕТАЛИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	202
	<i>Францкевич Н.В., Францкевич А.В., Шеденков С.И.</i> ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ SiSi_xNySi	204

Научное издание

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ-2017

Материалы
10-й Международной научно-технической конференции

1–3 ноября 2017 года
Минск, Республика Беларусь

Ответственный за выпуск *А.К. Тявловский*
Оформление и компьютерная вёрстка *К.В. Пантелева*

Подписано в печать 25.10.2017. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 54,75. Уч.-изд. л. 21,41. Тираж 140. Заказ 902.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

которая по результатам моделирования не превышает значения $4 \cdot 10^{-3}$. При длине учебных последовательностей $N = 540$ и периоде квантования $T = 1$ с погрешность обучения динамической нейросетевой модели первичного измерительного преобразователя после 100 эпох обучения составляет $7.6 \cdot 10^{-7}$.

Полученные результаты могут быть полезны при исследованиях и проектировании интеллектуальных первичных измерительных преобразователей и интеллектуальных измерительных информационных систем.

1. Hashemian H.M. Monitoring and measuring I&C performance in nuclear power plants – USA: International Society of Automation, 2014. – 376 с.

2. Materassi D. Reconstruction of topologies for acyclic networks of dynamical systems // Proc. of the American Control Conference. – 2011. – P.37– 41.
 3. Cessac B. Neural Networks as dynamical systems // International Journal of Bifurcations and Chaos. – 2010. – № 6 (20). – P. 1585–1629.
 4. Любченко Н.Ю. Дослідження моделі мікропроцесорного вимірювача системи терморегулювання / Н.Ю. Любченко, А.О. Подорожняк, А.М. Клименко, В.М. Гурський // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2016. – № 5. – С. 54–61.
 5. Полярус О.В. Динамічна нейромережева модель первинного перетворювача / О.В. Полярус, А.О. Подорожняк, А.О. Коваль // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – 2014. – № 35. – С. 152–160.

УДК 681.324

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИИ WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION

Стадник В.В.¹, Скорин Ю.И.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина

Анализ текущего состояния парка средств измерительной техники свидетельствует о том, что состав штатных средств измерительной техники, существующий в наличии и который необходим для обеспечения качественного проведения учебного процесса, как правило, ограничен, часто требует ремонта, восстановления или замены, поэтому такое направление повышения эффективности учебного процесса, как создание виртуальных измерительных приборов трудно переоценить [1].

Дальнейшее совершенствование информационно-коммуникационных технологий требует поиска альтернативных способов совершенствования парка средств измерительной техники, например, путем разработки и создания виртуальных измерительных приборов [2].

Развитие вычислительной техники, компьютеризация всех отраслей народного хозяйства, наталкивает на мысль об использовании мощного технологического потенциала компьютеризации в деле совершенствования процесса измерений.

Поиски решения привели к необходимости создания виртуальных приборов, аналоги которых уже существуют за рубежом и демонстрируют значительные преимущества перед так называемыми традиционными приборами.

Аппаратная составляющая виртуальных измерительных приборов, в настоящее время является достаточно определенной и заключается в сочетании персонального компьютера с аналоговым

адаптером (датчиком) измерительной и диагностической информации [3].

Такое сочетание осуществляется с помощью платы сбора данных, основными элементами которой в общем случае могут быть: аналогоцифровой преобразователь, порт, запоминающее устройство, мультиплексор, преобразователь напряжения и преобразователь код-код.

Также возможно включение в состав платы сбора данных микропроцессорного контролера, который выполняет функции управления, синхронизации и поддержки программного обеспечения.

Программная же составляющая виртуальных измерительных приборов, в частности – вопрос визуализации виртуальных устройств еще требует значительного совершенствования.

На рис. 1 приведена обобщенная структурная схема построения виртуального измерительного прибора.

В зависимости от назначения виртуальные измерительные приборы могут включать в свой состав:

- базы данных,
 - интерактивные электронные таблицы,
 - временные диаграммы,
 - графики,
- предоставляющие дополнительную диагности-ческую информацию, чем обеспечивают:
- повышение достоверности контроля параметров и качества диагностики,

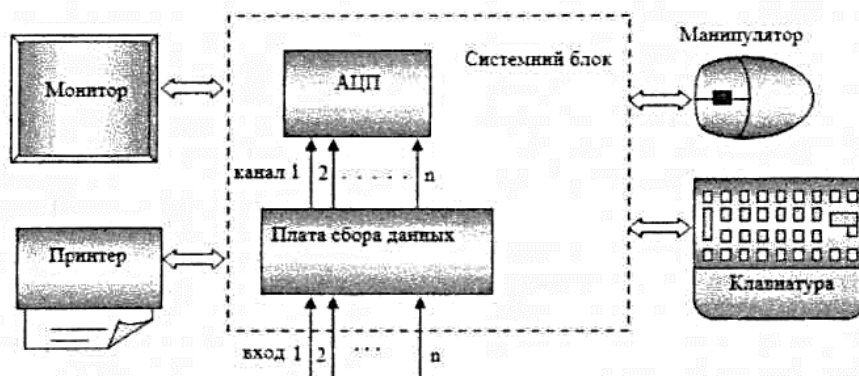


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема виртуального измерительного прибора

- отражают физические процессы, происходящие «внутри» прибора во время проведения измерительного эксперимента, чем предоставляют важную информацию разработчику для дальнейшего совершенствования виртуального прибора и расширение его функциональных возможностей.

Вторым, не менее важным направлением использования виртуальных приборов, является построение на их основе компьютерных моделей-тренажеров с целью совершенствования и повышения наглядности обучения и повышения квалификации персонала, пользователей виртуальных приборов [1-4].

Так, до настоящего времени, визуализация виртуальных измерительных приборов осуществлялась с помощью традиционной, существующей уже несколько десятилетий, Windows Forms технологии, с использованием при построении интерфейса устаревших компонентов User32 и GDI / GDI +, которые не могут устранить фундаментальные ограничения, источником которых являются системные элементы, созданные десятилетия назад.

Также важным недостатком Windows Forms технологии является использование растровой графики, приводящей к потере четкости, искажению изображения в виде, например, зазубренных краев элементов.

Кроме того, важным признаком современных виртуальных приборов является их насыщенность элементами, сложная графика, поэтому они требуют значительных ресурсов, что ведет к снижению производительности программных продуктов.

При этом аппаратное ускорение реализовать невозможно, потому что все графические процедуры, привязаны к центральному процессору и графический процессор видеокарты остается незадействованным.

Вот далеко не полный перечень недостатков традиционного подхода к визуализации виртуальных измерительных приборов.

Современное решение проблемы визуализации возможно с помощью технологии

Windows Presentation Foundation (WPF), абсолютно новой системы графического отображения для Windows, которую представила корпорация Microsoft.

К наиболее кардинальным изменениям, которые приносит WPF в мир визуализации виртуальных устройств можно отнести:

- аппаратное ускорение;
- графический механизм DirectX;
- независимость разрешения экрана;
- возможность гибкого выбора внешнего вида элементов управления;
- Web-образная модель компоновки;
- отображение объектов наиболее оптимальным способом;
- многофункциональная модель рисования;
- модель с форматированным текстом;
- анимация, как принцип программирования;
- поддержка аудиовизуальной среды;
- стили и шаблоны;
- декларативный пользовательский интерфейс;
- приложения со страничной организацией.

Подводя итог, можно сказать, что по сути, новая система графического отображения Windows на базе современной технологии WPF позволяет создавать программное обеспечение виртуальных измерительных приборов, а именно – решать проблему визуализации виртуальных приборов способом, который невозможен или, по крайней мере, нецелесообразен, сложен или затратен при разработке виртуальных измерительных приборов традиционными средствами Windows Forms.

1. Мак-Дональд Мэтью. WPF 4: Windows Presentation Foundation в .NET 4.0 с примерами на C# 2010 для профессионалов : пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс». – 2011. – 1024 с.
2. Скорин Ю.І., Щербаков О.В., Магдалинь Т.І. Виртуальні вимірювальні та діагностичні прилади // Інформаційні технології та захист інформації: збірник наукових праць. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип.4 (102). – Т.1. – С. 65–68.
3. Скорин Ю.І., Стадник В.В., Клименко А.М. Виртуальні прилади у вимірювальній лабораторії // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Інформатика

та моделювання. – Харків: НТУ “ХПІ”. – № 38. – 2012. – С. 84-92.

4. Скорін Ю.І., Подорожняк А.А., Стадник В.В. Аналіз основних особливостей технології Windows

Presentation Foundation // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип.8 (106). – С. 257.

УДК 005.6:658.6

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ УСЛУГИ

Хорлоогийн А.С., Казанская В.Д., Фомиченко Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

По результатам анализа современного состояния процесса предоставления физкультурно-оздоровительных услуг в тренажерном зале разработана структура организационно-технической составляющей системы менеджмента качества, гарантированно обеспечивающая требования клиента, которая включает: 1) подсистему идентификации целей, 2) подсистему диагностики физического состояния, 3) подсистему формирования программы физической подготовки, 4) подсистему анализа и обратной связи.

Ключевую роль в структуре системы играет подсистема диагностики физического состояния клиента тренажерного зала, которая предполагает определение интегрального показателя физического состояния клиента, представляющего собой совокупность показателей физической работоспособности и функциональных параметров организма. Оценка интегрального показателя характеризует возможность клиента достигнуть поставленных целей.

Основу подсистемы составляет модульная система формирования контрольного комплекса показателей функционального и физического состояния клиента, поддерживаемого комплексом организационно-технических средств, имеющимся в организации, и обеспечивающим достоверную оценку интегрального показателя исходного состояния клиента. Методологической основой системы принят принцип функциональной взаимозаменяемости [1, 2].

Аналогами предлагаемого подхода являются системы назначения контрольного комплекса показателей качества промышленных технических объектов. Например, формирование комплексов показателей точности зубчатых передач в соответствии с ГОСТ 1643.

Основным рекомендуемым способом контроля функционального и физического состояния человека является медицинский контроль, который подразумевает использование клинических и параклинических методов медицинского обследования [3]. Как правило, тренажерные залы, предоставляющие физкультурно-оздоровительные услуги, не имеют в наличии сложного оборудования медицинского контроля показателей

функционального состояния и физической подготовленности клиента.

Тем не менее при определенных ограничениях можно без потери достоверности интегральной оценки исходного состояния клиента воспользоваться средствами и методами контроля, широко применяемыми в практике спортивной медицины и физического воспитания с учетом имеющейся материально-технической и методической базы организации. К ним относятся функциональные пробы, тестовые задания, в том числе и с применением методов экспертных оценок. Задача сводится к разработке методики формирования взаимозаменяемого комплекса измеряемых и (или) оцениваемых показателей, адаптированного по возможности под возможности тренажерного зала с одной стороны, и отвечающего критерию необходимой информативности, с другой стороны.

Очевидно, что интегральная оценка исходного состояния клиента тренажерного зала имеет иерархическую структуру, сформированную по критерию необходимой информативности.

На первом уровне иерархии предлагается интегральную оценку исходного состояния клиента в зависимости от вида услуг и целей физического совершенствования представить тремя комплексными показателями [2, 3]:

1) ФР – показатель физического развития, характеризующий физическое развитие клиента (кожно-жировая складка, динамометрия кистевая и др.);

2) ФС – показатель функционального состояния, характеризующий состояние сердечно-сосудистой, дыхательной и других функциональных систем клиента (проба Ромберга, проба Штанге и др.);

3) ФП – показатель физической подготовленности, характеризующий состояние физической подготовленности клиента (бег 60 м, прыжок вверх с места и др.).

Соответственно, объективно охарактеризовать исходное состояние клиента возможно с помощью подобранного контрольного комплекса единичных (измеряемых) показателей, представляющих для конкретного вида услуг и целей физического совершенствования все три ком-