

# AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ

PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

CİLD 08 BURAXILIŞ 04 2021

Platform &  
workflow by  
**OJS/PKP**



INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE: MODERN  
INFORMATION, MEASUREMENT AND CONTROL SYSTEMS: PROBLEMS  
AND PERSPECTIVES (MIMCS 2020)

**The beautiful thing about learning is nobody can take it away from you—B. B. King**

**E-ISSN: 2674-5224, DOI: 10.36962/PAHTEI**

**AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ**

**PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

**ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА**

**VOLUME 08 ISSUE 04 2021**

**CİLD 08 BURAXILIŞ 04 2021**

**JOURNAL INDEXING  
CROSSREF**

**EESTI, TALLINN 2021**



**Editors-in-chief:** Mustafa Babanlı.  
**Deputy of Editor-in chief:** Rauf Aliyarov.  
**Baş Redaktor:** Mustafa Babanlı.  
**Baş redaktorun müavini:** Rauf Əliyarov.  
**Technical and reviewer team manager:** Mehriban İsmayilova.  
**Texniki və resenzerent qrupun meneceri:** Mehriban İsmayilova.

**©Publisher:** Azerbaijan State Oil and Industry University. İ/C 1400196861 (Azerbaijan).  
**©Nəşriyyat:** Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).  
**Rector:** Mustafa Babanlı. Doctor of Technical Sciences. Professor.  
**Rektor:** Mustafa Babanlı. Texnika Elmləri Doktoru. Professor.  
**Registered address:** 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.  
**Qeydiyyat ünvanı:** Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.  
**©Editorial office:** 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.  
**©Redaksiya:** Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.  
**©Typography:** Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).  
**©Mətbəə:** Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).  
**Registered address:** 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.  
**Qeydiyyat Ünvanı:** Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.

**©Publisher:** ICRET. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594.  
**©Nəşriyyat:** MTÜ Beynəlxalq Tədqiqat, Təhsil & Təlim Mərkəzi. Q/N 80550594.  
**Director and Founder:** Seyfulla İsayev (Azerbaijan).  
**Direktor və Təsisçi:** Seyfulla İsayev (Azərbaycan).  
**Deputy and Founder:** Namig İsayadə. PhD in Business Administration. (Azerbaijan).  
**Direktorun müavini və Təsisçi:** Namiq İsayadə. PhD. Biznesin İdarə Olunması. (Azərbaycan).  
**©Editorial office / Redaksiya:** Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117  
**Telephones / Telefonlar:** +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94  
**Website/Veb səhifə:** <http://www.scia.education/>  
**E-mail:** sc.medigroup2017@gmail.com



©LLC ASOİU , MTÜ IRETC. All rights reserved. Reproduction, store in a retrieval system, or transmitted in any form, electronic of any publishing of the journal permitted only with the agreement of the publishers. The journal is published and is shared in soft copy only. Publishing the journal in hard copy is prohibited. The editorial board does not bear any responsibility for the contents of advertisements and papers. The editorial board's views can differ from the author's opinion. The journal published and issued by The Southern Caucasus Media.

© MMC ADNSU, MTÜ IRETC. Bütün hüquqlar qorunur. Jurnalın hər hansı bir nəşrinin çoxalma, axtarış sistemində saxlanılması və ya istənilən formada ötürülməsi, elektron çıxarılması yalnız nəşriyyatların razılığı ilə icazə verilir. Bu jurnal ancaq elektron formada nəşr olunur və paylaşılır. Bərk kitab formasında çıxarılmasına icazə verilmir. Redaksiya heyəti reklam və yazıların məzmununa görə heç bir məsuliyyət daşmır. Redaksiya heyətinin fikirləri müəllifin fikirindən fərqli ola bilər. Cənubi Qafqaz Media tərəfindən nəşr olunan və buraxılmış jurnal.



## TABLE OF CONTENTS

<b>Вагиф Аббасов</b> КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ЛИНЕАРИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	05
<b>Günel Nəmidova</b> AZƏRBAYCANDA BIZNES PROSESLƏRİNİN TƏŞKİLİNİN MÜASİR VƏZİYYƏTİ VƏ İNKİŞAF MEYLLƏRİ .....	11
<b>Лиана Птащенко</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИЕ В УКРАИНЕ КОРПОРАТИВНОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ И РАСТУЩЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭГОИЗМА .....	16
<b>Байрам Ибрагимов, Фахранда Мамедова.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ SDN, NFV И IMS .....	24
<b>Sənan Cəfərov, Oqtay Mirzəyev, İcabikə Sərdarova</b> AZƏRBAYCAN NEFT SƏNAYESİNDƏ “İNTELEKTUAL” NEFT YATAQLARINI QURULMASI YOLLARI .....	29
<b>Шахла Зейналова</b> ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР .....	34
<b>Dürdanə Rüstəmovə</b> GÜNƏŞ ENERJISI POTENSIALINDAN İSTİFADƏNİN EKOLOJİ FAYDALARI .....	39
<b>Əbdülağa Qurbanov</b> KARBONİDROGENLƏRİN HİDROGENLƏ TƏMİZLƏNMƏSİNİN TEXNOLOJİ PROSESİNİN ARAŞDIRILMASI .....	45
<b>Rəfəil Əsədov, Tamella Məhərrəmovə, Elçin Məlikov</b> POLİETİLENİN ALINMASI PROSESİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI .....	49
<b>Kərim Bağırzadə</b> NEFTQAZÇIXARMA TEXNOLOJİ PROSESİNDƏ İDARƏ OLUNAN PARAMETRLƏR .....	54
<b>Şöhrət Əliyeva</b> REGIONAL İNNOVASIYA SİYASƏTİNİN İDARƏ EDİLMƏSİNİN TƏKMİLLƏNDİRİLMƏSİ ÜSULLARI .....	60
<b>İsrafil Bəxtiyarov</b> KORPORATİV RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN STRUKTUR VƏ FUNKSIONAL DÖZÜMLÜLÜYÜNÜN EHTİMAL GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQIQI .....	65
<b>Gültac Abdullayeva</b> ARDUNIO MİKROKONTROLLERİ ƏSASINDA HAVANIN TEMPERATURUNU VƏ NƏMLİYİNİ ÖLÇƏN CİHAZ .....	71
<b>İbadət Məmmədov</b> MÜASİR UNİVERSİTETDƏ İNNOVASIYALI TEXNOLOGİYALARIN KEYFİYYƏTLİ TƏHSİL MÜHİTİNƏ İNTEQRASIYASININ TƏHLİLİ .....	75
<b>Kəmaləddin Ramazanov</b> İNFORMASIYANIN TOPLANMASI VƏ EMALININ ELEKTRON SİSTEMLƏRİNİN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ .....	80
<b>Юрий Скорин, Татьяна Андрющенко</b> ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СОЦИАЛЬНОГО ПАРТНЕРСТВА В ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	86
<b>Юрий Скорин</b> ВИРТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ КАК КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА .....	95



**Юрий Скорин**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ЗА СЧЕТ  
 ВНЕДРЕНИЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС КОМПЬЮТЕРНЫХ СПОСОБОВ  
 ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ..... 106

**Mehman Həsənov, Nadir Atayev**

YENI NƏSİL 3D OPTİK KOMMUTATORU ..... 118

**Taleh Əsgərov**

ƏŞYALARIN INTERNETİ ŞƏBƏKƏSİNDƏ BULUD TEXNOLOGİYALARINDAN  
 İSTİFADƏ ..... 124

**Rövşən Sadıqov**

NAFTEN ƏSASLI KORROZIYA İNHİBİTORUNUN NEFT VƏ QAZ QUYULARINA VƏ  
 YİGİM SİSTEMLƏRİ BORU XƏTLƏRİNƏ VURULMA TEXNOLOGİYASI ..... 128

**Əlizadə E.F., Cəlilov Ə.İ., Abdullayev M.Q.**

MIKROBIOLOJİ ÜSULLA NEFTVERİMİNİN ARTIRILMASI ..... 135

**Hikmət Əsgərov**

TƏRSİMİ HƏNDƏSƏ MƏSƏLƏLƏRİNİN VƏ ÇERTYOJLARIN EKOLOGİYANIN  
 QORUNMASINDA STANDARTLARIN TƏLƏBLƏRİNƏ CAVAB VERİLMƏSİ ..... 139

**L.U.Hajiyev, A.E.Ibrahimova**

ACCURATE LEVEL MEASUREMENT OF FOAMY SUBSTANCES ..... 147

**Elvira Yaqubova**

DİZEL VƏ BENZİN MÜHƏRRİKLƏRİ ARASINDAKI ƏSAS FƏRQLƏR ..... 153

**Isgandarzada E.B., Abbasov B.A., Ahmadli Sh.V., Guliyeva U.V., Islamova U.R.**

CONSTRUCTION, DEVELOPMENT AND SUBSTANTIATION OF DESIGN-  
 TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE  
 WORKING PROCESS OF THE DEVICE FOR SORTING GRANULAR MATERIALS ..... 156

**L.N.Cavanşirova**

MÜƏSSİSƏDƏ EKOLOJİ MONİTORİNG SİSTEMİNİN QURULMASI ..... 164

**Hikmət Əsgərov**

NEFT VƏ QAZ QUYULARININ QAZMA AVADANLIĞINDA EKOLOGİYANIN  
 QORUNMASINDA METROLOJİ TƏMİNAT ..... 167

**Fərəc Məhərrəmli**

EKOLOJİ MONİTORİNGİN NEFT SƏNAYESİNDƏ ROLU ..... 174

**N. Iskandarov, E.B.Isgandarzada**

NON-CONTACT TEMPERATURE MEASUREMENTS OF METAL SURFACES BY  
 INFRARED ..... 178

**N. Iskandarov, E.B.Isgandarzada**

THEORETICAL STUDY OF THE SELECTION AND USE OF CERTIFIED REFERENCE  
 MATERIALS IN METROLOGICAL MONITORING OF MEASUREMENT RESULTS ..... 183

**Şəhla Ramazanova**

ŞƏBƏKƏ KABEL DAMARLARINA ÖRTÜK ÇƏKİLMƏSİ VƏ ÖRTÜK ÇƏKİLMƏ  
 ZAMANI METROLOJİ PARAMETRLƏRƏ NƏZARƏT ..... 189

**E.E.Ağayev**

MEMBRAN TİPLİ MEXANİKİ QAZ SƏRFÖLÇMƏ AVADANLIQLARI VƏ  
 TERMOKOMPENSASIYA ..... 193





## ВИРТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ КАК КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Юрий Скорин

к.т.н., доцент, ХНЭУ им. С. Кузнеца, Украина

Email: skorin.yuriy@gmail.com

### РЕЗЮМЕ

В статье в качестве концепции усовершенствования учебного процесса, повышения эффективности использования перспективных форм профессионального обучения определено внедрение в учебный процесс имитационных виртуальных тренажеров, построенных на базе виртуальных измерительных приборов и виртуализации измерительных процессов. Исследование базируется на проведенном анализе существующих, так называемых, традиционных, методов и средств измерений, оценке их недостатков и предложению в качестве альтернативного решения проблемы, виртуализации измерительного процесса. Рассматриваются варианты структуры, анализируются подходы к созданию, проводится оценка преимуществ и области применения виртуальных приборов. Отмечается, что кроме применения собственно по назначению, т.е. в качестве виртуальных средств измерений, достаточно перспективным является использование виртуальных приборов для построения на их основе виртуальных тренажеров, обеспечивающих повышение наглядности и качества обучения, в первую очередь, на так называемых, приборных учебных дисциплинах, что, в свою очередь, создает предпосылки для включения их в уже существующие или создания на их основе новых систем дистанционного обучения. Исследование предполагает [1]: во-первых, проведение анализа, осмысления и обобщения опыта использования современных методов и средств измерений, определение преимуществ и недостатков традиционных подходов к измерительному процессу; во-вторых, обоснование выбора виртуализации измерительного процесса, как наиболее эффективного средства совершенствования приборного парка; в-третьих, проведение анализа структуры и подходов к построению виртуальных приборов, оценку области их применения; в-четвертых, выделение виртуальных приборов в качестве базовых для построения на их основе виртуальных тренажеров, обеспечивающих повышение эффективности и наглядности учебного процесса и создающих предпосылки для создания и совершенствования систем дистанционного обучения; в-пятых, рассматриваемые в статье виртуальные компьютерные тренажеры имеют внешний вид, полностью соответствующий внешнему виду реальных приборов, для этого были созданы нестандартные ActiveX элементы, в отличие от других тренажеров, где внешний вид приборов и органов управления не соответствует внешнему виду реальных штатных приборов, что тоже немаловажно с точки зрения наглядности и эффективности процесса обучения.

**Ключевые слова:** виртуализация процесса измерений, виртуальный измерительный прибор, эффективность учебного процесса, имитационный виртуальный тренажер, методы и средства измерений, приборный парк, система дистанционного обучения.

**Введение:** Проведенный анализ современного состояния измерительной техники и тенденций ее дальнейшего развития свидетельствует о том, что наряду с разработкой и усовершенствованием традиционных средств измерений все большее значение приобретает



относительно новое направление, а именно разработка, так называемых, виртуальных измерительных приборов.

Этому способствует [1]:

во-первых, значительный прогресс в развитии средств электронно-вычислительной техники, в результате которого персональные компьютеры стали привычным и даже необходимым инструментом инженеров, ученых, преподавателей; во-вторых, парк средств измерительной техники зачастую пополняется и восстанавливается не такими темпами, как того требуют современные реалии; в-третьих, нарушение различных интеграционных связей значительно осложняет процесс разработки, а главное, производства современных средств измерительной техники. Все это вызывает необходимость поиска альтернативных способов совершенствования парка измерительных приборов, например, путем разработки и создания виртуальных измерительных приборов.

Таким образом, поступательное развитие вычислительной техники, компьютеризация всех отраслей хозяйства, наталкивает на мысль об использовании такого достаточно мощного технологического потенциала компьютеризации в деле совершенствования процесса измерений в измерительных системах.

Поиски решения привели к необходимости создания виртуальных приборов, аналоги которых уже существуют и демонстрируют огромные преимущества перед, так называемыми, традиционными приборами, что дает стимул и возможность к созданию на базе виртуализации процесса измерений образцов виртуальных компьютерных тренажеров, призванных обеспечить повышение наглядности и эффективности учебного процесса и создать предпосылки для значительного расширения функциональных возможностей систем дистанционного обучения.

Актуальность этого направления заключается в том, что [3]:

во-первых, состав штатных средств измерительной техники, который имеется в наличии и требуется для обеспечения качественного проведения учебного процесса, как правило, является ограниченным, часто требует ремонта, восстановления или замены, поэтому значение виртуальных компьютерных тренажеров в таких случаях трудно переоценить; во-вторых, с помощью виртуальных компьютерных тренажеров можно обеспечить приобретение практических навыков работы с наиболее современными средствами вычислительной техники, которые в связи с ограничением технических или экономических возможностей в настоящее время еще не используются в учебном процессе; в-третьих, виртуальные компьютерные тренажеры могут использоваться обучаемыми во время самостоятельной подготовки к занятиям, потому что они достаточно просты в эксплуатации, не требуют специальных знаний в области программирования, не являются критичными к аппаратному составу и программному обеспечению персонального компьютера, содержат подсказки и комментарии, которые практически руководят действиями оператора, отрабатывают его ошибки; в-четвертых, виртуальные компьютерные тренажеры, на наш взгляд, целесообразно создавать в первую очередь для наиболее современных приборов, еще отсутствующих в составе лабораторно-технической базы учреждения, на предварительном этапе подготовки к работам на штатной технике, во время самостоятельной подготовки к занятиям, при заочной форме обучения и тому подобное, то есть в тех случаях, когда доступ к штатным средствам измерительной техники ограничен или нецелесообразен; в-пятых, виртуальному компьютерному тренажеру можно придать дополнительные функции, которые не присущи реальному прибору, например, отражать физические процессы, которые происходят внутри прибора во время проведения измерительного эксперимента, проверки, предоставлять справочную информацию, осуществлять обработку и хранение результатов измерений и диагностики, проводить тестирование и контроль уровня знаний учащихся и тому подобное; в-шестых,



рассматриваемые в статье виртуальные компьютерные тренажеры имеют внешний вид, полностью соответствующий внешнему виду реальных приборов, для этого были созданы нестандартные ActiveX элементы, что тоже не маловажно с точки зрения эффективности процесса обучения.

Таким образом, можно сформулировать цели проводимых исследований, а именно, обоснование альтернативных способов совершенствования парка средств измерительной техники путем разработки виртуальных измерительных приборов и повышение эффективности учебного процесса путем разработки и внедрения виртуальных компьютерных тренажеров на базе созданных виртуальных приборов.

**Материалы и методы:** Проведение практически любого научного исследования представляет собой глубоко индивидуальный, творческий процесс, успех которого зачастую зависит от рационального сочетания качественных оценок с использованием, например, аналитических методов, с количественными оценками, которые опираются на конкретные факты и опыт предыдущих исследований. Как правило, при проведении большинства исследований, в частности исследований, связанных с разработкой концепции повышения эффективности учебного процесса путем внедрения виртуализации и компьютерных тренажеров, построенных на базе виртуальных измерительных приборов, в полной мере могут использоваться конкретно-научные методы, представляющие собой совокупность теоретических и эмпирических методов.

Эмпирические методы, задействованные во время проведения исследований, обеспечили возможность сбора, систематизации и организации эмпирического материала, представляющего собой полную гамму фактов, результатов экспериментов и наблюдений в области, как исследования концепции повышения эффективности учебного процесса вообще, так и с использованием виртуальных тренажеров на базе виртуальных средств измерений с широким использованием информационных технологий и компьютерной техники.

Логические, теоретические методы, основанные на реализации обобщения всей массы данных, полученных эмпирическим путем, позволили оценить проблему, заключающуюся в необходимости совершенствования учебного процесса, методов и средств, в рамках данной проблемы, провести анализ публикаций, сформировать гипотезу и провести оценку собранных эмпирическим путем фактов, предложив, как направления решения поставленной задачи, выбор виртуализации и компьютерных тренажеров, как наиболее эффективного средства повышения эффективности учебного процесса.

Новизна проведенных исследований заключается в том, что было проведено комплексное исследование теоретических и практических аспектов повышения эффективности учебного процесса, в результате которого на основе сравнительно-сопоставительного метода был проведен анализ эффективности использования традиционных средств измерений и подходов на базе использования последних достижений информационных технологий и компьютерной техники в виде виртуализации измерительного процесса, а также внесены конкретные предложения по комплексному использованию традиционных и виртуальных приборов, рассмотрен комбинированный метод использования виртуальных тренажеров в учебном процессе, разработаны оригинальные ActiveX элементы, делающие внешний вид виртуальных тренажеров полностью соответствующим внешнему виду традиционных приборов, что полностью совпадает с взглядом на критерии новизны научных исследований, приведенных в таких публикациях, как [8; 9]. Так в публикации [8] под новизной исследования понимается "насколько являются современными и оригинальными используемые в исследовании представления и методы", кроме того, в публикации [9]





автору представляется вполне правомерным введение этих критериев в оценивание научной новизны наряду с фиксацией фактов прироста знаний и т. п. [9].

**Литературный обзор:** Повышению эффективности учебного процесса в целом и проектированию систем, обеспечивающих достаточно эффективную профессиональную подготовку специалистов, а также обучающих сред с использованием компьютерных тренажеров, в частности, всегда уделялось много внимания, чему свидетельствует значительное количество публикаций касательно вопросов совершенствования учебного процесса [10–21].

Так, различные аспекты и пути повышения эффективности использования перспективных форм интерфейсов и тренажеров рассматривались в работах целого ряда отечественных и зарубежных авторов, таких как [11–13].

Вопросами, связанными с эргономическим проектированием перспективных форм интерфейсов и компьютерных тренажеров, уделяли внимание авторы таких работ, как как [14; 15].

Практикой построения тренажеров для широкого круга объектов в разное время занимались такие авторы, как [16–18].

Исследованиями феноменов, связанных с виртуальной реальностью и интерактивностью, занимались [19; 20].

**Решение проблемы:** Виртуальные приборы представляют собой концепцию, создающую предпосылки для организации программно-управляемых систем сбора данных и управления широкой номенклатурой различных технических объектов и технологических процессов, причем система реализуется посредством создания программной модели некоего гипотетического или реально существующего измерительного средства, или другого объекта, при этом и средства управления (кнопки, тумблеры, рукоятки, переключатели, лампочки и т. п.), и сама логика работы прибора реализуются программным путем. Связь же программы с указанными техническими объектами осуществляется через интерфейсные узлы, которые представляют собой драйверы внешних устройств, а именно, контроллеров промышленных интерфейсов, цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и т. п. [5].

Виртуальность приборов определяется тем, что они не являются промышленными изделиями в виде постоянно существующих объектов, а являются временными объектами, предназначенными для решения задач конкретного измерительного эксперимента. При традиционном проведении измерительного эксперимента принято определять значение той или иной физической величины с помощью специализированного измерительного прибора, представляющего собой конструктивно законченную систему определенного функционального назначения с заранее фиксированными возможностями соединения с другими устройствами. Отличительной преимущественной особенностью виртуальных приборов, является, прежде всего, универсальность таких приборов и, что не менее важно, практически неограниченный потенциал по расширению функциональных возможностей приборов, причем без изменения аппаратного состава приборов, а только за счет совершенствования программного обеспечения [1; 3].

Но использование виртуальных приборов пока еще сталкивается с некоторыми, порой, значительными, трудностями. Одна из них носит чисто субъективный, и потому временный характер. Это привычка работы с приборами, имеющими традиционные органы управления и блоки сбора и представления информации. Сохранению этой тенденции способствует и политика фирм, создающих традиционную контрольно-измерительную аппаратуру. Анализ технических возможностей современных осциллографов, генераторов сигналов и других



приборов таких фирм, как "LeCroy" (серий 93LC, генератор сигналов LW420A), "Tektronix" (серий TDS 500C/700C и ряд других), "Hewlett-Packard" (INFINIUM) показывает, что упомянутые приборы фактически реализуют перевернутую концепцию виртуальных инструментов, когда измерительный прибор соединяется с компьютером не посредством интерфейса, а путем встраивания ПК в корпус прибора. В случае компании "LeCroy" измерительные приборы строятся вокруг компьютерного процессора, а компания "Tektronix" создает специализированные процессоры, но суть от этого не меняется. Успехи микроэлектроники в создании элементной базы с субмикронными размерами элементов позволяют разместить в одном корпусе и измерительный прибор, и компьютер. Это позволяет расширить универсальность применения измерительной аппаратуры нового поколения, но подобная практика соответствующим образом отражается на цене и усложнении процесса управления подобными приборами. В то же время не слишком материально обеспеченные учебные заведения вполне могут решать проблемы оснащения своих лабораторий с помощью высокопроизводительных и одновременно относительно дешевых плат сбора данных, встраиваемых в компьютер. Сравнительно не так давно на рынок виртуальных инструментов с такими платами вышла компания "LeCroy" с изделиями SigAqCard (PCI/ISA стандарт), SigGenCard [2]. Подобные платы сбора информации выпускаются и отечественными производителями. Примерами реализации такого подхода являются и отечественные приборы, например, вольтметр В7-34, частотомер ЧЗ-64 со встроенным микропроцессорным контроллером. Одним из важнейших недостатков таких приборов является достаточно ограниченные возможности встроенных средств вычислительной техники. Более перспективным, на наш взгляд, является подход, в основу которого положен принцип объединения компьютера с блоком управления, основу которого составляет плата сбора и преобразования данных.

Таким образом, в общем случае виртуальный прибор состоит из двух следующих основных компонентов, а именно, устройства управления и обработки информации, то есть персонального компьютера, и платы сбора и преобразования данных.

Первый компонент, а именно персональный компьютер, не требует затрат на его изготовление или приобретение, потому что является необходимым атрибутом современности, и, уже сейчас является обязательным инструментом на рабочем месте инженера-метролога. Поэтому будем рассматривать его, как уже существующий, компонент виртуального измерительного прибора.

Второй компонент, а именно, блок управления, содержит аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), для выработки управляющих аналоговых сигналов, преобразователь код-код (ПКК) и плату сбора и преобразования данных, например, плату сбора данных SDI-ADC16-16, которая в общем случае содержит мультиплексор микроконтроллер, порт RS-485, запоминающее устройство, преобразователь напряжения и фильтр.

Плату сбора и преобразования данных является рациональной альтернативой набору сложных устройств и комплектующих реального прибора. Производство платы сбора и преобразования данных в несколько раз дешевле, чем прибора в целом, что подтверждено проведенным анализом ориентировочных цен.

Обслуживание сложных крупногабаритных устройств, приборов и систем требует значительных затрат времени, средств и обслуживающего персонала с высокой квалификацией. Плата сбора и преобразования данных, в свою очередь, отличается простотой в использовании и обслуживании, а также благодаря наличию в программном обеспечении системы подсказок, работа с виртуальным прибором не требует от оператора специальных знаний в области программирования.

Обобщенная структурная схема виртуального измерительного прибора приведена на рис.1.

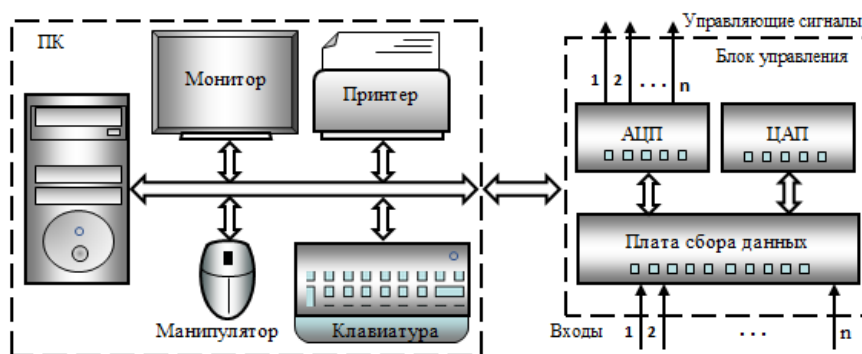


Рис. 1. Обобщенная структурная схема виртуального прибора

Таким образом, можно констатировать, что современный виртуальный измерительный прибор является технически объединенной совокупностью персонального компьютера, в простейшем случае, со встроенной специальной платой сбора и преобразования данных, либо с дополнительным блоком, который подключен к персональному компьютеру с помощью соединительного кабеля, если проводятся более сложные и многофункциональные измерения. Плата сбора и преобразования данных осуществляет ряд функций, а именно, функцию ввода информации в компьютер, коммутирование, дискретизацию, квантование и кодирование сигналов, которые поступают от контролируемых объектов. Функцию же моделирования измерительной системы и обработки входных сигналов, которые являются фактически результатами измерения этих сигналов, с помощью заданных алгоритмов, а также функцию отображения результатов обработки входных сигналов на экране монитора, определяет компьютер, управляемый специально разработанным программным обеспечением.

Отличительной особенностью виртуальных приборов является также и то, что все органы управления, а также структурные особенности моделируемой измерительно-информационной системы отображается на мониторе компьютера, а сам процесс управления осуществляется в наглядной и удобной для пользователя форме, с помощью стандартного манипулятора или клавиатуры.

Поэтому, подобная виртуальная панель управления измерительным прибором, в отличие от панели управления обычной измерительной аппаратуры, может быть многократно перепроектирована для оптимального использования в конкретных условиях проводимого измерительного эксперимента.

При использовании подобной платы сбора и преобразования данных, а также соответствующего программного обеспечения, разработчик как бы проектирует данное конкретное средство измерений, оптимизируя его для поведения того или иного измерительного эксперимента или конкретного метрологического задания [3].

Так на базе платы сбора и преобразования данных ADC 16-32 был разработан действующий макет виртуального измерительного прибора, а именно - виртуального вольтметра постоянного тока, и пакет программного обеспечения для его реализации. Экспериментальные исследования прибора показали, что при реализации программного усреднения результатов измерений с метрологическими характеристиками виртуальный вольтметр является аналогом распространенного штатного цифрового вольтметра В7-16А.

Наиболее известной фирмой, занимающей лидирующие позиции в разработке как аппаратных модулей, так и программного обеспечения, является фирма National Instruments. Аппаратные модули, а также специализированное программное обеспечение для

виртуальных приборов, разработанное этой фирмой, под общим названием LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – лабораторный виртуальный прибор рабочего места инженера), получило в настоящее время достаточно широкое распространение, причем продолжает совершенствоваться уже сейчас охватывает достаточно широкий спектр возможностей как в плане управления собственно процессом измерений, так и методов, связанных с обработкой и отображением результатов измерений [3]. Но, данная разработка имеет существенные недостатки в плане визуализации процесса измерений и отображении их результатов. Дело в том, что программная среда "LabWiEW" хотя и позволяет отобразить переднюю панель средства измерений, но не дает возможности оператору вносить изменения, корректировать как внешний вид, так и функциональные возможности выбранного прибора и по сути, в плане визуализации, является достаточно условной, лишь частично приближенной к реальному объекту моделью.

Для решения измерительных задач и проведения измерительного эксперимента, данное обстоятельство не является критическим, но, если мы говорим о виртуальном тренажере, задействованном в учебном процессе, здесь вопрос визуализации, то есть насколько внешний вид тренажера соответствует внешнему виду традиционного прибора, приобретает важнейшее значение. Таким образом, актуальность приобретает вопрос, связанный с визуализацией процесса измерений, то есть разработки виртуального тренажера, внешний вид и функциональные возможности которого можно было бы корректировать как во время разработки, так и в процессе работы. Так был разработан виртуальный измерительный комплекс в виде пакета программного обеспечения под общим названием "Виртуальная измерительная лаборатория" в состав которой вошли несколько компьютерных тренажеров, таких как "Виртуальный цифровой вольтметр", являющийся виртуальным тренажером штатного вольтметра В7-16А, "Виртуальный цифровой частотомер", являющийся тренажером штатного частотомера ЧЗ-64, а также тренажеры аналоговых приборов, таких как "Виртуальный электронный осциллограф", являющийся тренажером штатного осциллографа С1-114А, "Виртуальный комбинированный прибор", являющийся тренажером штатного прибора Ц4312Т, "Виртуальный электронный вольтметр".

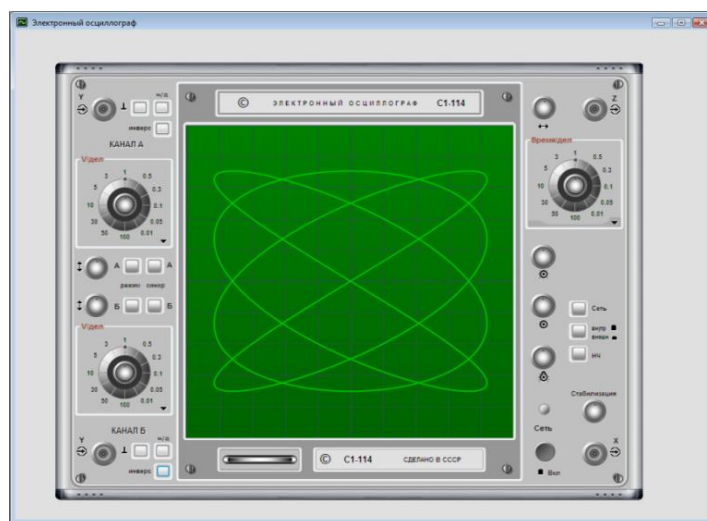


Рис.2. Виртуальный электронный осциллограф

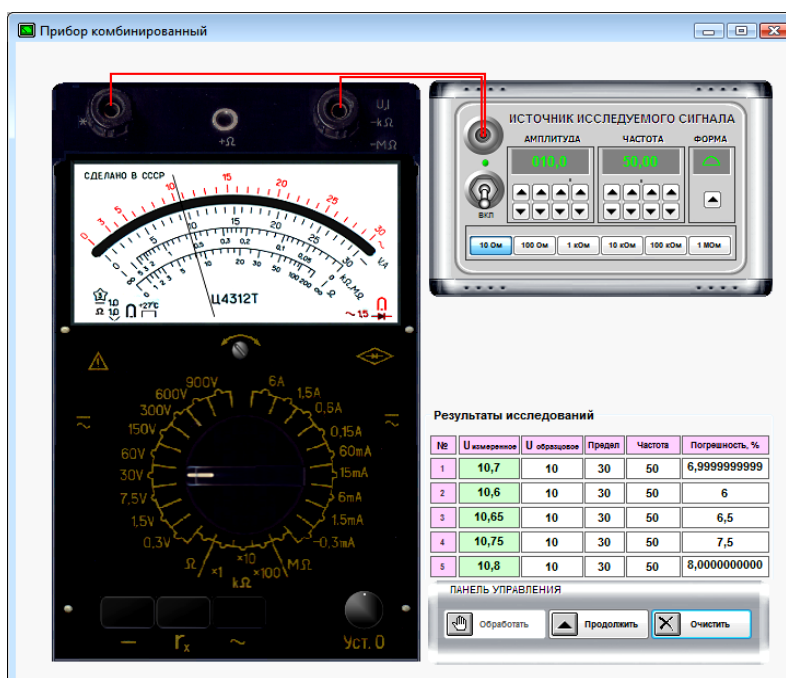


Рис.3. Виртуальный комбинированный прибор

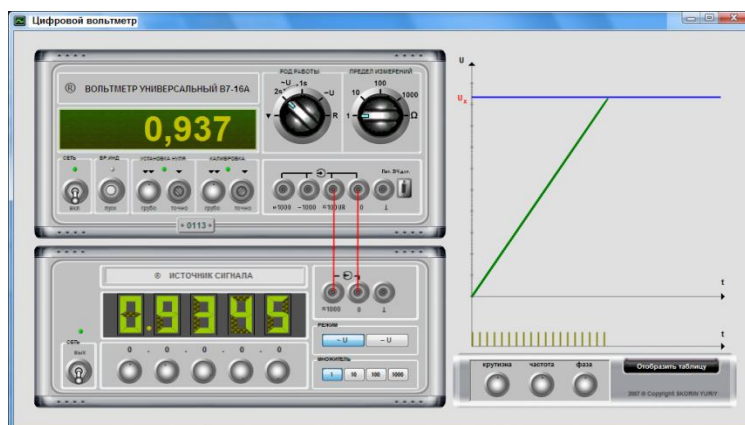


Рис. 4. Виртуальный цифровой вольтметр

Перечисленные компьютерные тренажеры могут использоваться в учебном процессе как отдельно, так и в составе общего цикла-практикума. Методика проведения измерительного эксперимента с помощью того или иного виртуального прибора-тренажера практически не отличается от существующих методик, присущих соответствующим традиционным измерительным приборам, поэтому и не рассматривается в рамках данной статьи. Разработанный программный продукт по принципу построения является модульной структурой и содержит блок управления или программную оболочку, общую для всех виртуальных тренажеров, входящих в состав виртуальной измерительной лаборатории и позволяющей пользователю ознакомиться со структурой виртуального практикума, осуществить прямой доступ к основным разделам справочной информации, осуществлять запуск интерактивных модулей лабораторных работ, а также сохранять результаты работы, распечатывать отчет о результатах проведенных исследований и т. д.





Консоль включает в свой состав следующие контекстные меню:

- меню "Программа работы", в котором приведена цель исследований, целевая установка, порядок выполнения исследований, основные теоретические сведения и рекомендации по проведению исследований;
- меню "Составление отчета", которое содержит полный набор инструментов и средств для набора, редактирования и сохранения текста отчета об исследовании;
- меню "Проведение исследований" с помощью которого и реализуются функции того или иного виртуального тренажера, входящего в состав виртуальной измерительной лаборатории, приведено на рис. 2–4.

**Результаты:** Важной особенностью разработанного программного продукта является то, что его работа может быть реализована в режиме подсказки, когда программа фактически руководит действиями оператора, предоставляет комментарии и подсказки, а также блокируется при осуществлении оператором действий, способных вызвать критическую ошибку.

Виртуальному компьютерному тренажеру можно придать дополнительные функции, которые не присущи реальному прибору, например, отражать физические процессы, которые происходят "внутри" прибора во время проведения измерительного эксперимента, предоставлять справочную информацию, осуществлять обработку и хранение результатов измерений и диагностики, проводить тестирование и контроль уровня знаний учащихся и тому подобное.

Поэтому в зависимости от назначения каждого конкретного виртуального тренажера некоторые модули программного продукта содержат интерактивные электронные таблицы, временные диаграммы, графики, отображающие физические процессы, которые происходят в приборе во время проведения измерительного эксперимента, чем способствуют повышению эффективности учебного процесса.

Что касается области применения виртуальных компьютерных тренажеров, то на наш взгляд, в первую очередь их целесообразно создавать для моделирования наиболее современных приборов, еще отсутствующих в составе лабораторно-технической базы учреждения или приобретение которых является затруднительным с точки зрения их стоимости, а также на предварительном этапе подготовки к проведению работ на штатной технике или во время самостоятельной подготовки к занятиям, при заочной форме обучения и тому подобное, то есть в тех случаях, когда доступ к штатным средствам измерительной техники ограничен или нецелесообразен.

Разработанный пакет программного обеспечения является законченным и самодостаточным программным продуктом, в состав которого входит инсталляционный модуль, адаптированный под большинство платформ программного обеспечения. Представленный программный продукт полностью адаптирован к использованию в сети интернет или локальных компьютерных сетях. Еще одна важная особенность программного продукта состоит в том, что он является базовым для построения виртуальных измерительных приборов и компьютерных тренажеров других видов и типов.

Но следует отметить, что внедрение компьютерных тренажеров в процесс обучения никоим образом не предполагает некую подмену штатных традиционных приборов их компьютерными моделями, а наоборот только дополняет и расширяет возможности как преподавателей, так и учащихся.

Вопрос, связанный с выработкой концепции, методики совместного использования в учебном процессе, как штатных традиционных приборов, так и их компьютерных моделей-тренажеров еще требует серьезного осмысления и к сожалению не является целью данной публикации.



В плане дальнейшего развития пакета программного обеспечения следует отметить, что возможности пополнения парка виртуальных приборов является практически неограниченными, поэтому интересно было бы осуществить построение, например, виртуальных аналоговых приборов, анализаторов спектра и т.д.

Также является практически неограниченной сфера использования разработанных виртуальных приборов, на их основе можно строить измерительные системы для исследований не только автономных средств измерений, а и измерительно-информационных систем, параметры и внешний вид которых можно корректировать как на стадии разработки, так и в процессе работы.

**Выводы:** В статье, во-первых, был проведен анализ традиционных подходов к измерительному процессу, проведено обоснование выбора виртуализации измерительного процесса, как наиболее эффективного средства совершенствования приборного парка, во-вторых, на базе платы сбора и преобразования данных ADC 16-32 был рассмотрен действующий макет виртуального измерительного прибора, а именно, виртуального вольтметра постоянного тока, и пакет программного обеспечения для его реализации, в третьих, было произведено выделение виртуальных приборов в качестве базовых для построения на их основе виртуальных тренажеров, обеспечивающих повышение эффективности и наглядности учебного процесса и создающих предпосылки для создания и совершенствования систем дистанционного обучения; в-третьих, решена достаточно важная прикладная задача, т.е. представлены виртуальные компьютерные тренажеры имеющие внешний вид, полностью соответствующий внешнему виду реальных приборов, для этого были созданы нестандартные ActiveX элементы, в отличии от других тренажеров, где внешний вид приборов и органов управления не соответствует внешнему виду реальных штатных приборов, что немаловажно с точки зрения наглядности и эффективности процесса обучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скорін Ю. І. Віртуальні прилади у вимірвальній лабораторії / Ю. І. Скорін, В. В. Стаднік, А. М. Клименко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – № 38. – 2012. – С. 84–92.
2. Скорин Ю.И. Создание виртуальных измерительных приборов средствами технологии Windows Presentation Foundation / Ю. И. Скорин, В. В. Стадник // Материалы 10-й Международной научно-технической конференции "Приборостроение-2017", 1–3 ноября 2017 г., – Минск: БИТУ, 2017. – с. 185–187.
3. Скорін Ю. І. Віртуальні вимірвальні та діагностичні прилади / Ю. І. Скорін, О. В. Щербаков, Т. І. Магдальць // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. Вип.4(102), том 1. Інформаційні технології та захист інформації. Х.: ХУПС.- 2012. – С. 65–68.
4. Скорін Ю. І. Робоча програма навчальної дисципліни «Метрологія і стандартизація» для студентів напряму підготовки «Комп'ютерні науки» всіх форм навчання / Ю. І. Скорін, В.В. Федько, О. В. Щербаков . – Навчальне видання. Харків: Вид. ХНЕУ, 2012. – 48 с.
5. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальный\\_прибор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальный_прибор).
6. Виртуальные измерительные приборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://strpo.ru/electricity/viii-virtual-measuring-instruments/>.



7. Принципы построения виртуальных тренажеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sunspire.ru/articles/part35/>.
8. Бермус А. Г. Общие основы педагогики: учеб пособие / А. Г. Бермус. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростов, гос. пед. ун-та, 1999. – 114 с.
9. Солнышков М. Е. Критерии новизны научно-педагогических исследований / М. Е. Солнышков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/kriteriy-novizny-nauchno-pedagogicheskikh-issledovaniy>.
10. Белов В. В. Компьютерная реализация решения научно-технических и образовательных задач: учебное пособие / В.В. Белов, И. В. Образцов, В. К. Иванов и др. // Тверь : ТвГТУ, 2015. – 108 с.
11. Рахманов Ф. Г. Применение имитационных виртуальных тренажеров в процессе профессионального обучения / Ф. Г. Рахманов // Молодой ученый. – 2015. – №9. – С. 1173-1175 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/89/17867/>.
12. Erokhin S.V. Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time volume 9. issue 2 Elektronische wissenschaft-liche Auflage Almanach ‘Raum und Zeit‘ bd 9. Ausgb. 2.
13. Зеленко Л.С., Топунов Л.В., Загуменнов Д.Д. Интерактивная интеллектуальная обучающая система, построенная на основе технологии виртуальных миров, как средство активизации учебно-познавательной деятельности учащихся / Л.С. Зеленко, Л.В. Топунов, Д.Д. Загуменное // Материалы XVII Всероссийской научно-методической конференции Телематика 2010. СПб., 2010. С. 335–336.
14. Батенькина О.В. Дизайн пользовательского интерфейса информационных систем: учеб. пособие. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 112 с.
15. Баканов А.С., Обознов А.А. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. - М.: Институт психологии РАН, 2011. – 176 с.
16. Колсанов А.В., Иващенко А.В., Кузьмин А.В., Черепанов А.С. Комплекс «Виртуальный хирург» для симуляционного обучения хирургии // Медицинская техника. 2013. №2 6. С. 7–10.
17. Iwata N., Fujiwara M., Kodera Y., Tanaka C., Ohashi N., Nakayama G., Koike M., Nakao A. Construct validity of the LapVR virtual-reality surgical simulator. Surg Endosc, 2011, vol. 25, no. 2, pp. 423-428.
18. Дозорцев В.М., Кнеллер Д.В. Типовой компьютерный тренажерный комплекс для обучения операторов ТП // Автоматизация в промышленности. 2003. № 2. С. 9–14.
19. The Nielsen CMO Report 2018: The Roadmap for Marketers Who Lead. URL: <https://www.nielsen.com/us/en/insights/reports/2018/cmo-report-2018-digital-media-roi-measurement-omnichannel-marketing-technology.html>.
20. Маньковская Н.Б., Мотлевский В.Д. Виртуальная реальность // Энциклопедия культурологии. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_culture/278/ВИРТУАЛЬНАЯ](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_culture/278/ВИРТУАЛЬНАЯ).
21. Сергеев С. Ф. Виртуальные тренажеры: проблемы теории и методологии проектирования / С. Ф. Сергеев [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=22513675>.
22. Баринов К. А., Концепция разработки программного обеспечения виртуальных лабораторных / К. А. Баринов, А. Б Николаев, А. В. Остроух // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 3-2. – С. 68–70.