

А.М. КЛИМЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харків,
В.В. СТАДНИК, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків,
Ю.І. СКОРІН, канд. техн. наук, доц., ХНЕУ, Харків

ВІРТУАЛЬНІ ПРИЛАДИ У ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

В статті розглянуті підходи щодо пошуку альтернативних способів вдосконалення парку засобів вимірювальної техніки шляхом розробки віртуальних вимірювальних приладів, розширення засобів їх створення та способів застосування, наведений приклад використання віртуальних вимірювальних приладів у навчальному процесі в якості віртуальної вимірювальної лабораторії. Іл.: 1. Бібліогр.: 9 назв.

Ключові слова: засоби вимірювальної техніки, віртуальні вимірювальні прилади, віртуальна вимірювальна лабораторія.

Постановка проблеми. Аналіз сучасного стану вимірювальної техніки та тенденцій її подальшого розвитку свідчить про те, що поряд з розробкою та удосконаленням традиційних вимірювальних приладів все більшого значення набуває досить новий напрямок, а саме розробка, так званих, віртуальних вимірювальних приладів.

Цьому сприяє, по-перше, значний прогрес в розвитку засобів електронно-обчислювальної техніки (ЕОТ), внаслідок якого персональні комп'ютери (ПК) практично стали необхідним інструментом інженерів, науковців, викладачів; по-друге, парк засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) поповнюється та відновляється не такими темпами, як того потребують сучасні вимоги; по-третє, порушення інтеграційних зв'язків з країнами колишнього СРСР значно ускладнює процес розробки, а головне – виробництва сучасних ЗВТ.

Все це потребує пошуку альтернативних способів вдосконалення парку ЗВТ, наприклад шляхом розробки та створення віртуальних вимірювальних приладів.

Аналіз публікацій. Розвиток обчислювальної техніки, комп'ютеризація усіх галузей народного господарства, наштовхує на думку про використання могутнього технологічного потенціалу комп'ютеризації в справі удосконалення процесу вимірювань у мехатронних системах [1]. Пошуки рішення привели до необхідності створення віртуальних приладів, аналоги яких вже існують за кордоном і демонструють величезні переваги перед, так званими, традиційними приладами.

Розглянемо деякі переваги віртуальних приладів. Віртуальність приладів визначається тим, що вони не є промисловими виробами у вигляді постійно існуючих об'єктів, а є тимчасовими об'єктами,

призначеними для рішення задач конкретного вимірювального експерименту [2].

При традиційному проведенні вимірювань прийнято визначати значення тієї або іншої фізичної величини за допомогою спеціалізованого вимірювального приладу, що являє собою конструктивно закінчену систему визначеного функціонального призначення з заздалегідь фіксованими можливостями сполучення з іншими пристроями. Відмінною перевагою віртуальних вимірювальних приладів є, насамперед, універсальність таких приладів і, що не менш важливо, практично необмежений потенціал щодо розширення функціональних можливостей вимірювальних приладів, причому без зміни апаратного складу приладів, а тільки за рахунок удосконалення програмного забезпечення [3, 4].

Існує декілька основних напрямків використання досягнень комп'ютерної техніки у удосконаленні процесу вимірювань, а саме розширення можливостей вже існуючих автономних промислових вимірювальних приладів, розробка і реалізація користувачем нових вимірювальних приладів, що існують віртуально, тобто без фізичного втілення у вигляді реально існуючого технічного пристрою.

Для реалізації першого напрямку можна використати промисловий вимірювальний прилад зі стандартним пристроєм сполучення з ЕОМ – уніфікованим інтерфейсом. Плата з аналогічним інтерфейсом встановлюється в комп'ютер, що повинний бути оснащений відповідним програмним забезпеченням для збору й обробки даних, їхнього представлення в зручній для користувача формі, а також керування самим вимірювальним приладом. Тим самим, до вимірювальних можливостей приладу додаються могутні обчислювальні, керуючі і графічні можливості комп'ютера й у підсумку виходить новий віртуальний прилад, який має набагато більш можливостей, ніж традиційний прилад. Наприклад, пара генератор-вольтметр у залежності від програмного забезпечення може перетворитися в аналізатор спектра, вимірювач перехідних процесів тощо [5].

В другому напрямку застосування комп'ютерної техніки у системах автоматизації вимірювань комп'ютер стає основним модулем віртуальної вимірювальної апаратури, що представляє собою функціональний еквівалент вимірювального приладу, логічна схема якого повинна бути розроблена в період проектування експерименту з обліком його специфічних вимог. Це досягається шляхом додавання до комп'ютера багатофункціональних або спеціалізованих плат розширення і оснащення їх необхідним програмним забезпеченням. Віртуальні прилади, реалізовані у виді багатофункціональних плат розширення до персональних

комп'ютерів, мають більшу універсальність у порівнянні з промисловими приладами [6, 7].

Мета статті. Дана стаття присвячена пошуку альтернативних способів вдосконалення парку засобів вимірювальної техніки шляхом розробки віртуальних вимірювальних приладів.

Віртуальна вимірювальна лабораторія. Віртуальні прилади здатні повною мірою замінити традиційні вимірювальні засоби (осцилографи, вольтметри, аналізатори спектру тощо). Важливою особливістю віртуального приладу є те, що розроблена і відтворена на екрані монітора програмним шляхом зовнішня панель приладу може повністю копіювати панель традиційного засобу вимірювань. Крім того, на відміну від панелі управління традиційного приладу така віртуальна панель може корегуватися як на етапі проектування, так і в процесі експлуатації.

Розглянемо докладніше переваги віртуального приладу. Так, вартість віртуального приладу складається з вартості двох компонентів: вартості комп'ютера і плати збору даних.

Наявність персонального комп'ютера – необхідний атрибут сучасності, тому будемо розглядати його як вже існуючий компонент віртуального вимірювального приладу. Відповідно до сучасних міжнародних рекомендацій з устаткування робочого місця інженера метролога наявність ПК є необхідним елементом.

Плата збору даних у виді фізичного об'єкта являє собою невеликий пристрій із заданою виробником кількістю входів і виходів, тобто є альтернативою наборові складних пристроїв і комплектуючих реального приладу. Виробництво плати збору даних дешевше, ніж приладу в цілому, що підтверджують орієнтовні ціни. Наприклад: вартість сучасних цифрових вольтметрів, у залежності від типів і метрологічних характеристик приладів, може перевищувати вартість плати збору даних на цифрові вольтметри майже у десять разів.

Надійність приладу, у цілому, складається із суми надійності окремих, але взаємопов'язаних у єдине ціле, закінчених компонентів. Надійність персонального комп'ютера задає і гарантує фірма-виробник. Плата збору даних, по суті, є окремим закінченим пристроєм і її надійність вище надійності стандартного вимірювального приладу за рахунок відсутності додаткових пристроїв і зв'язків між ними.

Обслуговування складних великогабаритних пристроїв, приладів і систем вимагає великих витрат часу, засобів і висококваліфікованого обслуговуючого персоналу. Плата збору даних відрізняється простотою у використанні й обслуговуванні, а також завдяки наявності в програмному

забезпеченні системи підказок, робота з віртуальним приладом не потребує від оператора спеціальних знань.

Значною перевагою використання ПК у складі віртуального приладу є можливість створення максимально дружельного інтерфейсу для оператора. Зручний і зрозумілий режим підказок, звичне оформлення передньої панелі, можливість поміняти колірну гаму, усе це і багато чого іншого робить віртуальний прилад ергономічним і приємним для користувача.

Простота діалогу, можливість швидкої переконфігурації, вбудований апарат обробки даних дозволяють створювати на основі персонального комп'ютера і плати збору даних безліч різноманітних гнучких вимірювальних систем. Швидко, неproblemатично взаємозамінність плати збору даних, можливість дублювання особливо важливих елементів вимірювальних систем, широкі можливості моніторингу й обробки сигналу, можливість передачі інформації, як у локальній, так і глобальній мережі – усе це вказує на універсальність віртуальних вимірювальних приладів.

Але використання віртуальних приладів поки зустрічає деякі труднощі. Одна з них носить чисто суб'єктивний характер. Це звичка роботи з приладами, що мають звичайні органи управління і блоки збору і представлення інформації. Збереженню цієї звички сприяє і політика фірм, що виробляють традиційну контрольно-вимірювальну апаратуру. Аналіз технічних можливостей найбільш сучасніших осцилографів, генераторів сигналів і інших приладів таких фірм, як "LeCroy" (серій 93LC, генератор сигналів LW420A), "Tektronix" (серій TDS 500C/700C і ряд інших), "Hewlett-Packard" (INFINIUM) показує, що згадані прилади фактично реалізують вивернуту концепцію віртуальних інструментів, коли вимірювальний прилад сполучається з комп'ютером не за рахунок інтерфейсу, а шляхом "вбудовування" ПК у корпус приладу. У випадку компанії "LeCroy" вимірювальні прилади будуються навколо комп'ютерного процесора, а компанія "Tektronix" створює спеціалізовані процесори, але суть від цього не змінюється: успіхи мікроелектроніки у створенні елементної бази із субмікронними розмірами елементів дозволяють розмістити в одному корпусі вимірювальний прилад і ПК. Це розширює універсальність застосування вимірювальної апаратури нового покоління, але подібна практика відповідним чином відбивається на ціні та складності управління такими приладами. У той же час можливо вирішувати проблеми оснащення вимірювальних лабораторій за допомогою високопродуктивних і водночас дешевих плат збору даних, що вбудовуються в ПК. Нещодавно вихід на ринок віртуальних інструментів з такими платами почала компанія "LeCroy" з виробами

SigAqCard (PCI/ISA стандарт), SigGenCard. Поряд з виробами були розроблені рекомендації для реалізації на їхній базі: діагностики лазерних систем, контролю приладів з переносом заряду і радіаційних ушкоджень цифрових схем, робіт з оптичного зондування атмосфери, лазерної доплерівської анемометрії, вивчення швидкоплинних процесів.

Таким чином, у даний час можна говорити про еру віртуальних приладів, в основі яких лежить з'єднання аналогово-цифрового перетворювача з ПК.

Існує декілька підходів до побудови віртуальних ЗВТ. Так, наприклад такі фірми, як "LeGroy", "Tektronix", "Hewlett-Packard" фактично реалізують перевернуту концепцію побудови віртуальних приладів, тобто концепцію вбудови ПК, або мікропроцесорного контролера (МПК) в корпус приладу.

Прикладами реалізації такого підходу є і вітчизняні прилади: вольтметр В7-34, частотомір ЧЗ-64 з вбудованим МПК.

Одним з найважливіших недоліків таких приладів є досить обмежені можливості вбудованих засобів ЕОТ.

Більш перспективним є підхід, в основу якого покладений принцип поєднання ПК з платою збору даних (ПЗД), основними елементами якої є аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) і перетворювач код-код (ПКК). Можливо включення до складу ПЗД мікропроцесорного контролера, який виконує функції управління, синхронізації та підтримки програмного забезпечення (ПЗ).

В загальному випадку віртуальний прилад складається з двох компонентів: пристрою управління та обробки інформації, тобто персонального комп'ютера, і плати збору даних.

Перший компонент, а саме ПК, не потребує капітальних затрат на його виготовлення або придбання, тому що є необхідним атрибутом сучасності, і є обов'язковим інструментом на майже на кожному робочому місці.

Тому будемо розглядати його, як вже існуючий, компонент віртуального вимірювального приладу. Другий компонент, а саме плата збору даних (ПЗД), наприклад плата збору даних SDI-ADC16-16, в загальному випадку містить: мультиплексор, АЦП, мікроконтролер, порт RS-485, запам'ятовуючий пристрій, перетворювач напруги та фільтр.

Узагальнена структурна схема віртуального вимірювального приладу наведена на рис.

Таким чином можна вважати, що апаратна складова віртуального приладу є визначеною і далі доцільно зосередити увагу на програмному забезпеченні приладу.

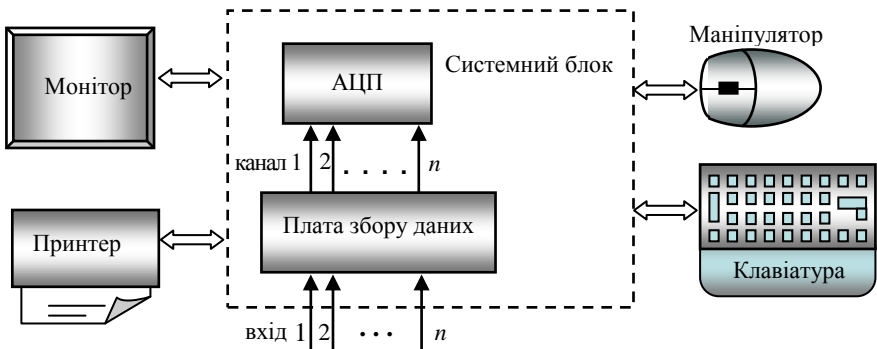


Рис. Узагальнена структурна схема віртуального вимірювального приладу

Широковідомий пакет “LabWiEW” реалізує розглянутий підхід до побудови віртуальних приладів, але має суттєві недоліки в плані візуалізації процесу вимірювань та відображенні результатів вимірювань. Програмне середовище “LabWiEW” хоча і дозволяє відобразити передню панель обраного ЗВТ, але не дає можливості оператору вносити зміни, корегувати зовнішній вигляд і функціональні можливості обраного приладу.

Таким чином, актуальності набуває питання, пов’язане з візуалізацією процесу вимірювань, тобто розробки віртуального приладу, зовнішній вигляд та функціональні можливості якого можна б було коректувати як під час розробки, так і в процесі роботи.

Аналіз існуючих інтерактивних програмних середовищ показав, що задача візуалізації може бути вирішеною за допомогою таких пакетів програмного забезпечення, як C+, C++, Visual Basic тощо, які мають практично однакові можливості й відрізняються покладеною в основу формалізованою мовою програмування. Обрання Visual Basic в якості інтерактивного програмного середовища для побудови віртуальних вимірювальних приладів викликано насамперед простою, доступністю і високим рівнем формалізованості мови програмування Basic, яка покладена в основу інтерактивного програмного середовища Visual Basic [8, 9].

З урахуванням вищезазначеного на базі плати збору даних ADC 16-32 був створений пакет програмного забезпечення для реалізації цілої низки віртуальних вимірювальних приладів, які мають метрологічні характеристики аналогічні метрологічним характеристикам відповідних традиційних приладів.

Так, до пакету програмного забезпечення надходить реалізація таких віртуальних приладів, як електронний осцилограф, прилад комбінований, цифровий вольтметр та цифровий частотомір, які складають віртуальну вимірювальну лабораторію.

Важливою особливістю розробленого пакету програмного забезпечення, а по суті – програмного продукту, є додаткові функціональні можливості, а саме можливість використання програмного продукту в навчальному процесі в якості системи дистанційного навчання.

Такі віртуальні прилади, на наш погляд, доцільно створювати насамперед для найбільш сучасних приладів, які ще відсутні у складі лабораторно-технічної бази закладу, на попередньому етапі підготовки до робіт на штатній техніці, під час самостійної підготовки до занять, при заочній формі навчання тощо. Тобто у тих випадках коли доступ до штатних засобів вимірювальної техніки є обмеженим або недоцільним.

Розроблений програмний продукт за принципом побудови є модульною структурою і містить спільний для всіх перелічених віртуальних вимірювальних приладів блок керування, реалізований у вигляді системної консолі, яка включає до свого складу такі меню:

- меню "Програма роботи", в якому наведена мета досліджень, цільова настанова, порядок виконання досліджень, основні теоретичні відомості, рекомендації щодо проведення досліджень тощо;
- меню "Складання звіту", яке містить повний набір інструментів та засобів для набору, редагування та збереження на ПК тексту звіту;
- меню "Проведення досліджень" за допомогою якого саме і реалізуються функції того чи іншого віртуального приладу.

Методика проведення вимірювального експерименту за допомогою того чи іншого віртуального приладу практично не відрізняється від існуючих методик, притаманних відповідним традиційним вимірювальним приладам, тому й не розглядається в рамках даної роботи.

Висновки. Важливою особливістю розробленого програмного продукту є те, що робота програмного забезпечення може бути реалізована в режимі "підказки", коли програма фактично керує діями оператора, надає коментарі та підказки, а також блокується при здійсненні оператором дій, що викликають критичну помилку.

У залежності від призначення деякі модулі програмного продукту містять інтерактивні електронні таблиці, часові діаграми, графіки, що відображають фізичні процеси, які відбуваються в приладі під час проведення вимірювального експерименту.

Розроблений пакет програмного забезпечення є закінченим і самодостатнім програмним продуктом, до складу якого надходить інсталяційний модуль під будь яку платформу програмного забезпечення. Він є повністю адаптованим до використання в мережі Internet та локальних комп'ютерних мережах. До того ж він є базовим для побудови віртуальних вимірювальних приладів інших видів і типів.

В плані подальшого розвитку пакету програмного забезпечення слід зазначити, що можливості поповнення парку віртуальних приладів є практично необмеженими, тому цікаво було б здійснити побудову, наприклад, віртуальних аналогових стрілочних приладів, таких як електронний вольтметр тощо. Також є практично необмеженою сфера використання розроблених віртуальних приладів, тобто на їх основі можна будувати вимірювальні системи для досліджень не тільки автономних засобів вимірювань, а і автоматизованих вимірювальних комплексів та систем, параметри та зовнішній вигляд яких можна коректувати як на стадії розробки, так і в процесі роботи.

Список літератури: 1. *Алексієв В.О.* Мехатроніка транспортних засобів та систем: Навчальний посібник / *В.О. Алексієв, В.П. Волков, В.І. Калмиков.* – Х.: ХНАДУ, 2004. – 176 с. 2. *Алексєєв В.В.* Метрологія, стандартизація и сертифікація / *В.В. Алексєєв.* – М.: Академія, 2010. – 384 с. 3. *Скорін Ю.І.* Віртуальні средства измерений / *Ю.І.Скорін, В.Е. Козлов, В.В. Стадник* // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вип. 6. – С. 86-89. 4. *Скорін Ю.І.* Використання комп'ютерних технологій для побудови автоматизованих систем віддаленого навчання / *Ю.І. Скорін, С.В. Герасимов, Ю.П. Шамаєв* // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 4. – С. 196 – 200. 5. *Коннова А.А.* Віртуальні інформаційно-вимірні прилади / *А.А. Коннова, Е.С. Зубченко* // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7 – С. 126 – 127. 6. *Афонский А.А.* Новое качество USB лаборатории — Ваша LAN-лаборатория / *А.А. Афонский* // Контрольно-измерительные приборы и системы. – 2008. – № 5. – С. 15 – 18. 7. *Герасимов С.В.* Принципи розробки та використання віртуальних засобів вимірювання / *С.В. Герасимов, А.О. Подорожняк, Ю.Б. Прибілев* // Військово-технічний збірник. – Л.: ЛІСВ НУ "ЛП". – 2011. – Вип. 1 (4). – С. 170 – 173. 8. *Макдональд М.* Microsoft Visual Basic.NET: рецепты программирования. Мастер-класс / *М. Макдональд.* – М.: Издательско-торговый дом "Русская редакция", 2004. – 704 с. 9. *Зиборов В.М.* Visual Basic 2010 на примерах / *В.М. Зиборов.* – СПб.: БХВ, 2010. – 336 с.

Статтю представил д.т.н. проф., начальник кафедры метрології та стандартизації Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба Кононов В.Б.

УДК 621.518.3

Віртуальні прилади в вимірній лабораторії / Клименко А.Н., Скорін Ю.І., Стадник В.В. // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2012. – № 38. – С. 84 – 92.

В статье рассмотрены подходы относительно поиска альтернативных способов совершенствования парка средств измерительной техники путем разработки виртуальных

измерительных приборов, расширения средств их создания и способов применения, приведен пример использования виртуальных измерительных приборов в учебном процессе в качестве виртуальной измерительной лаборатории. Ил.: 1. Библиогр.: 9 назв.

Ключевые слова: средства измерительной техники, виртуальные измерительные приборы, виртуальная измерительная лаборатория.

UDC 621.518.3

Virtual devices in the measuring laboratory / Klimenko A.M., Skorin Y.I., Stadnik V.V. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2012. – № 38. – P. 84 – 92.

In the article the considered approaches in relation to the search of alternative methods of perfection of park of facilities of measuring technique by development of virtual measuring devices, expansion of facilities of their creation and methods of application, an example of the use of virtual measuring devices is made in an educational process as a virtual measuring laboratory. Figs.: 1. Refs.: 9 titles.

Keywords: facilities of measuring technique, virtual measuring devices, virtual measuring laboratory

Надійшла до редколегії 12.03.2012