

КИБЕРИНТЕРФЕЙСНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В. О. Осипова, Е. В. Самохина

Инновационное образование ориентировано не столько на передачу знаний, сколько на овладение базовыми компетенциями, умениями, навыками, которые затем, по мере необходимости, позволяют приобретать новые знания и навыки уже самостоятельно. Большое число учебных заведений постепенно вводит в практику использование технологии виртуальных приборов, совокупности имитационного математического моделирования и аппаратно-программных технических средств. Виртуальные приборы, представляющие собой тренажеры, чаще используются в дистанционной форме обучения, поскольку организация удаленного доступа к реальным средствам измерений является задачей достаточно дорогой и сложной и не всегда оправдана. Описывается технология виртуальных приборов в образовании, а также их преимущества. Рассмотрены устройства прототипы разрабатываемого виртуального осциллографа. Предложена модель виртуального осциллографа, который может использоваться в сфере образования.

Ключевые слова: осциллограф, виртуальные измерительные приборы, цифровая обработка сигналов, автоматизация измерений, среда разработки LabVIEW.

Введение

Жизнь и деятельность современной молодежи в большей степени «компьютеризированы», поэтому использование информационных технологий органично вписывается в образовательный процесс. Использование студентами информационных технологий повышает эффективность процесса усвоения знаний, формирует информационную и информационно-технологическую грамотность учащихся, развивает и поддерживает на необходимом уровне умения преобразовывать информацию с целью получения нового учебного продукта.

В связи с современной тенденцией большая часть учебных заведений во всем мире ввела в практику использование технологии виртуальных приборов (ВП), совокупности имитационного математического моделирования и аппаратно-программных технических средств.

Вводя термин «виртуальный прибор» следует подчеркнуть, что данное понятие имеет две трактовки. Во-первых, виртуальный прибор – это набор аппаратно-программных средств в сочетании с обычным персональным компьютером (ПК) для того, чтобы пользователь мог взаимодействовать с компьютером как со специально разработанным для него обычным электронным устройством. Во-вторых, под виртуальным прибором понимается виртуальный тренажер – компьютерная модель, имитирующая работу физического оборудования (приборов, устройств) при различных условиях и создающая иллюзию действий с физической аппаратурой [1].

Рассматривая вопрос профессиональной подготовки будущих специалистов, стоит отметить, что лабораторные работы на ВП можно рассматривать как способ получения представления о работе инженера, либо ученого, в процессе которого формируются его умения научной деятельности.

Технология виртуальных приборов

Настоящее время характеризуется стремительным появлением и развитием новых информационных технологий. Технология виртуальных приборов, позволяющая создавать системы измерения, управления и диагностики различного назначения практически любой производительности и сложности, является одной из таких новых и революционных технологий. Суть этой технологии состоит в том, что измерительная и управляющая часть приборов и систем реализуется на аппаратной основе (устройств ввода-вывода аналоговых и цифровых сигналов), а их функциональная часть и пользовательский интерфейс – программными способами.

Поскольку функциональные характеристики системы, построенной на базе виртуальных приборов, определяются программным обеспечением, простая плата аналого-цифрового/цифроаналогового преобразования (АЦП/ЦАП) может быть одновременно и вольтметром, и осциллографом, и генератором, и тензометром, и каким угодно другим прибором, экономя рабочее пространство и средства пользователя [2].

Преимущество и эффективность виртуальных измерительных технологий состоит в возможности программным путем, опираясь на мощь современной компьютерной техники, создавать разнообразные приборы, измерительные системы и программно-аппаратные комплексы, легко перестраивать их к изменяющимся требованиям, уменьшать материальные затраты и время на разработку. При этом создаваемая измерительная система может быть оптимальным образом адаптирована для решения поставленных задач с учетом их особенностей.

При использовании виртуальных измерительных технологий электронная вычислительная машина (ЭВМ) становится неотъемлемым компонентом автоматизированных измерительных и управ-

ляющих систем. Это дает возможность измерительным системам с телекоммуникационными сетями обеспечивать дистанционный доступ к измерительному и управляющему оборудованию.

Существующие решения

Благодаря использованию виртуальных приборов появляется возможность создать междисциплинарный лабораторный комплекс на базе одного помещения. Принимая во внимание тот факт, что виртуальные приборы позволяют проводить все необходимые измерения и генерации, данный подход позволит в разы сократить затраты на оборудование и помещение. Тем самым повышается эффективность использования учебного пространства и организации образовательного процесса. Виртуальные приборы в полном объеме отражают тот функционал и интерфейс, которые имеют реальные измерительные устройства.

Одним из лидеров создания виртуальных приборов является американская компания National Instruments (NI), а именно платформа NI ELVIS III. Переходя к конкретному программному продукту, стоит отметить, что NI ELVIS III представляет собой инженерное решение нового поколения, отвечающее современным требованиям образования, а конкретнее, лабораторного обучения. Платформа объединяет широкий набор лабораторных инструментов, гибкие аналоговые и цифровые системы ввода-вывода, высокопроизводительный контроллер. Открытая программная архитектура поддерживает разнообразные экспериментальные исследования, позволяя студентам быстро освоить концепции с помощью готовых приложений и базовых программных интерфейсов прикладного программирования (application programming interface – API) или переключиться на низкоуровневое программирование встроенного процессора и программируемой пользователем вентильной матрицы (field-programmable gate array – FPGA).

Виртуальный осциллограф платформы NI ELVIS III оснащен съемной платой, которая легко может быть заменена на ряд других прикладных, используемых в процессе обучения. Данный виртуальный осциллограф хорошо зарекомендовал себя и широко используется в технических университетах для организации лабораторных практикумов по специальностям областей радиотехники, электроники и многих других сфер. Однако данный прибор недостаточно функциональный, а именно: производить математические операции перед входными сигналами, измерения времени нарастания/спада, измерения скважности и др. Поэтому было принято решение разработать собственный программный осциллограф, удовлетворяющий всем требованиям для обеспечения процесса обучения в университете.

Разработка виртуального прибора

Безусловно, National Instruments – ведущий разработчик программно-аппаратных и программных средств в области метрологии. Компания разработала виртуальную среду программирования – Лабораторию виртуального приборостроения (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench – LabVIEW), которая заметно упрощает интеграцию различного оборудования и создание лабораторных комплексов. Продукт используется для решения задач тестирования, проведения измерений, а также различных научных экспериментов. Данная программа легко взаимодействует с другими измерительными комплексами, импортируя их открытые библиотеки. Среда LabVIEW помогает визуализировать процесс измерения и анализа сигналов, с помощью различных встроенных блоков – приборов, из которых можно создавать большие системы.

Возьмем за основу среду разработки программирования LabVIEW. Для начала приступим к разработке лицевой панели виртуального прибора. Необходимо выбрать и скомпоновать требуемые индикаторы и рычаги управления прибором. Параллельно с этим нужно создавать блок-диаграмму прибора, которая представляет собой комбинацию из функциональных элементов и вспомогательных компонентов схемы. Создание блок-диаграммы производится аналогично лицевой панели – выбором необходимых элементов из палитры функций. Процесс создания происходит одновременно, то есть выбрав компонент для лицевой панели виртуального осциллографа, аналогичный блок будет добавлен на блок-диаграмму прибора. Элементы управления осциллографом представляют собой входные порты создаваемого устройства – так называемые порты или терминалы ввода информации. Терминалы вывода в данном случае – индикаторы на лицевой панели осциллографа.

Программная среда LabVIEW предлагает возможность создания как аналоговых, так и цифровых осциллографов. Это зависит от вида выбираемого источника сигнала. Так как в данной работе будет реализован цифровой виртуальный осциллограф, то необходимо выбрать соответствующий тип источника. Перейдем к генерированию цифрового сигнала посредством специальной функции Waveform Generation.

Блок генератора основан на структуре ветвления Case Structure, состоящей из различных генераторов сигналов функций (таких как, например, синус, меандр или же пила). Для удобства управления необходимо вывести на лицевую панель элементы, обра-

тившись к которым можно будет включить генерацию сигналов требуемой формы, а также параметров – амплитуды, частоты сигнала, частоты дискретизации, шага квантования. Предусмотрим возможность наложения белого гауссовского шума на входные сигналы, а также запись массива данных. Помимо данных элементов добавим на лицевую панель специальный индикатор Waveform Graph, который будет отображать графики и работать аналогично осциллографу. Запрограммированный в LabVIEW генератор тестовых сигналов отображен на рис. 1.

Лицевая панель данного устройства показана на рис. 2.

Перейдем к рассмотрению DAQ-устройства, которое выполняет функции ЦАП, а также формирует аналоговые и цифровые сигналы на выходе.

Для повышения точности обработки необходимо привести сигналы с измерительных устройств к одному виду. Развязку сигналов, их усиление, деление, а также фильтрацию, мультиплексирование и многие другие функции выполняют устройства нормирования измеряемых сигналов. Также для улучшения характеристик измерительных приборов требуется еще ряд схем обработки, например, дополнения моста, либо же усиления с большим коэффициентом усиления. В целом большая часть компьютерных измерительных систем вместе со встраиваемыми DAQ-устройствами содержат устройства нормирования сигналов.

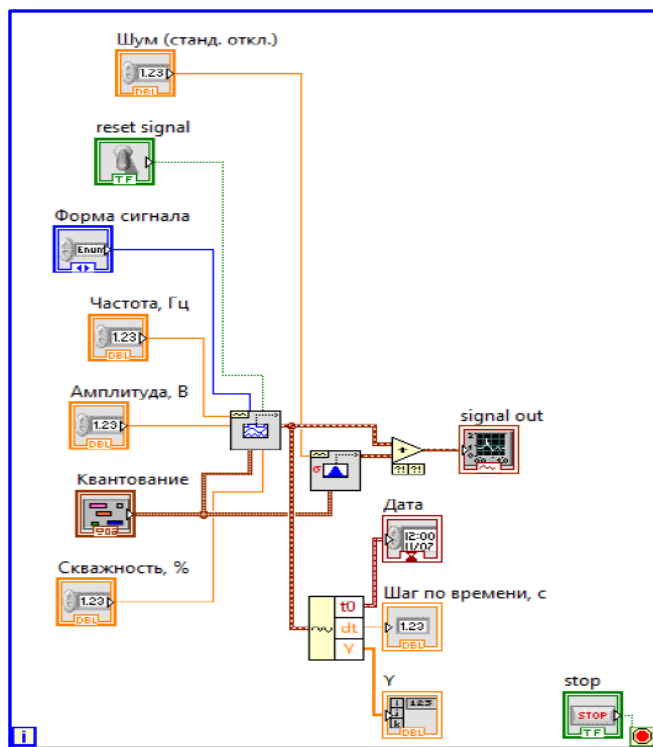


Рис. 1. Блок-диаграмма генератора тестового сигнала

Датчики осуществляют генерацию электрических сигналов для измерения некоторых физических величин, таких как, например, температура, сила тока и т. д. Термисторы, терморезисторы, термопары, датчики линейных и угловых перемещений наиболее часто используются в работах по измерению. Для начала необходимо преобразовать входные сигналы в пригодную для DAQ-устройства форму. Функции сбора данных NI и виртуальный прибор DAQmx относятся к следующему поколению драйверов NI DAQ. Основным элементом NI DAQmx является задача, которая может быть создана как в программе MAX, так и в LabVIEW.

Перейдем к разработке ВП-осциллографа на базе DAQmx, который будет выполнять роль источника сигнала. Требуется добавить несколько элементов (частоту выборок, количество выборок на канал, количество каналов на входе) на лицевую панель ВП, а также индикатор для отображения полученного сигнала. Пользователь сам может задавать число выборок для канала. Если будет задано конечное число, блок NI-DAQmx автоматически определит это. Если не подключить его, то он возьмет число выборок из буфера памяти.

Для того, чтобы такой виртуальный прибор работал верно и без ошибок, необходимо задать ряд настроек вручную: в блоке Timing – число выборок на канал, частоту сбора данных; чтобы не переполнить буфер – число выборок на канал для чтения не должно быть равно размеру буфера или быть больше него; значение ввода Number of samples требуется задать либо в четыре, либо в два раза меньше размера буфера.

Для того, чтобы буфер все же не переполнился, необходимо постоянно отслеживать число доступных выборок в нем, тем самым, с какой скоростью происходит удаление данных из памяти. В случае возрастания числа выборок вероятность ошибки в работе вырастает. На рис. 3 приведена блок-диаграмма виртуального прибора осциллографа, учитывая возможные ошибки наложения и переполнения.

Для отображения в реальном времени полученной информации нужно обратиться к лицевой панели виртуального прибора (рис. 4). Данные заполняют буфер определенного размера в памяти, после чего перепишут значения, заполняя буфер сначала.

Процесс разработки виртуального осциллографа завершается присоединением всех вспомогательных приборов и получением конечного технического решения. На рис. 5 и 6 изображены блок-схема и лицевая панель итогового виртуального устройства.

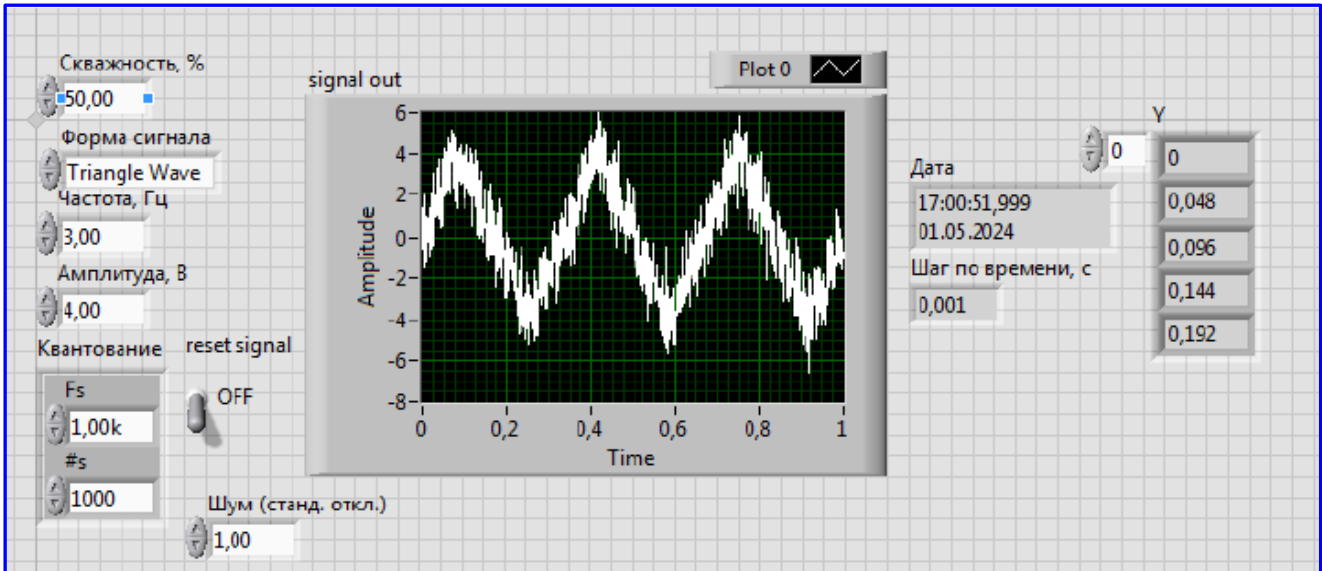


Рис. 2. Лицевая панель генератора тестовых сигналов

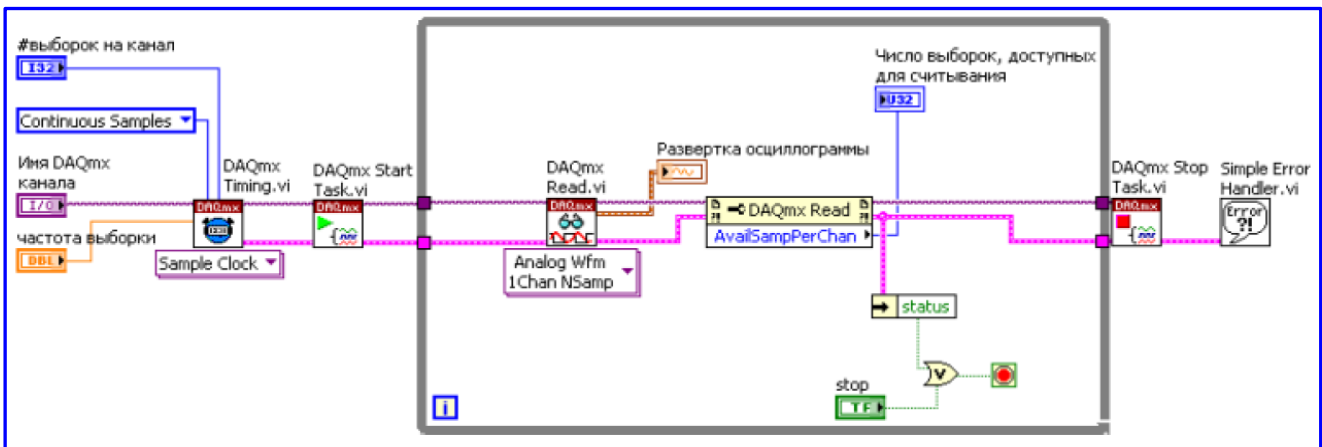


Рис. 3. Блок-диаграмма виртуального прибора осциллографа

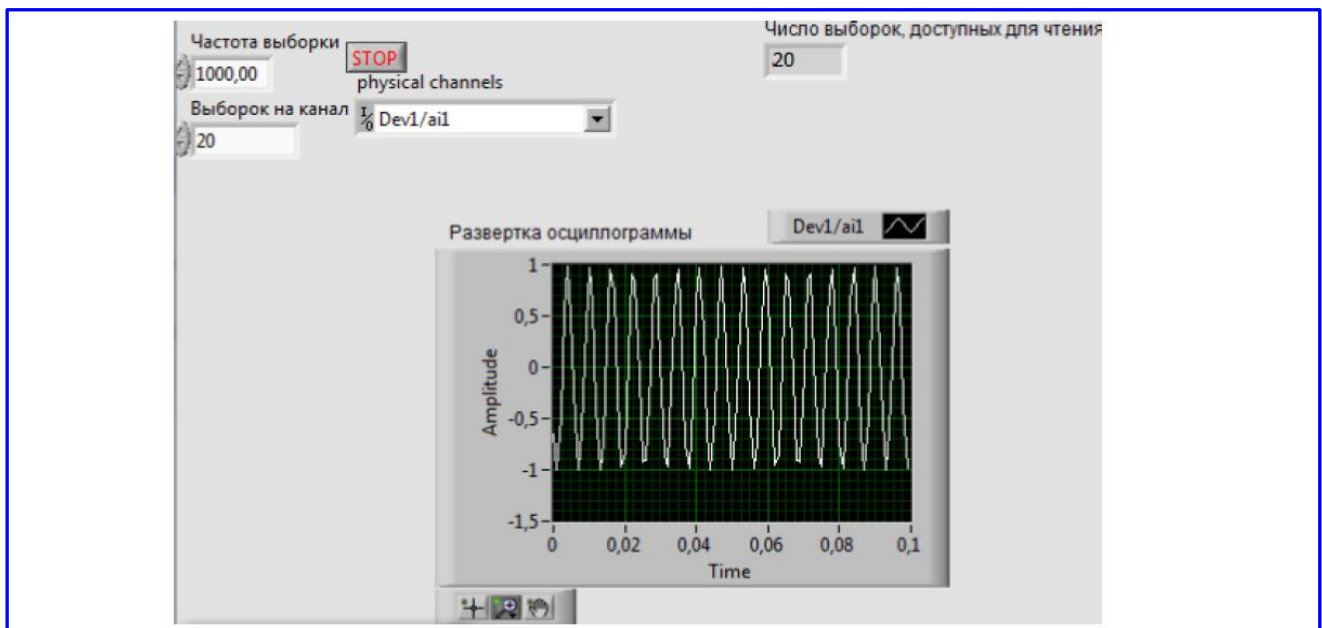


Рис. 4. Лицевая панель прибора, содержащего буфер

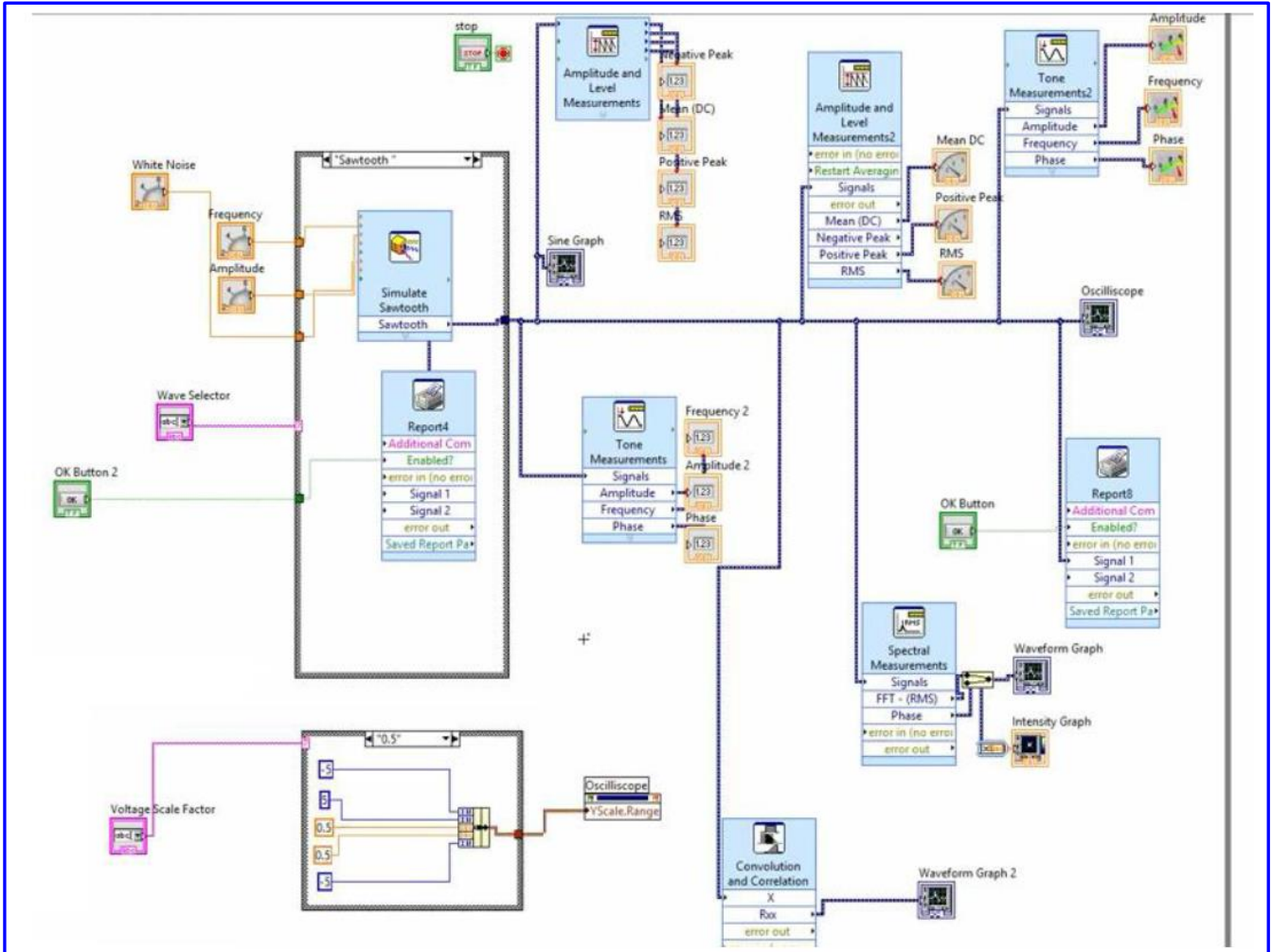


Рис. 5. Блок-схема итогового виртуального осциллографа с присоединением всех вспомогательных приборов

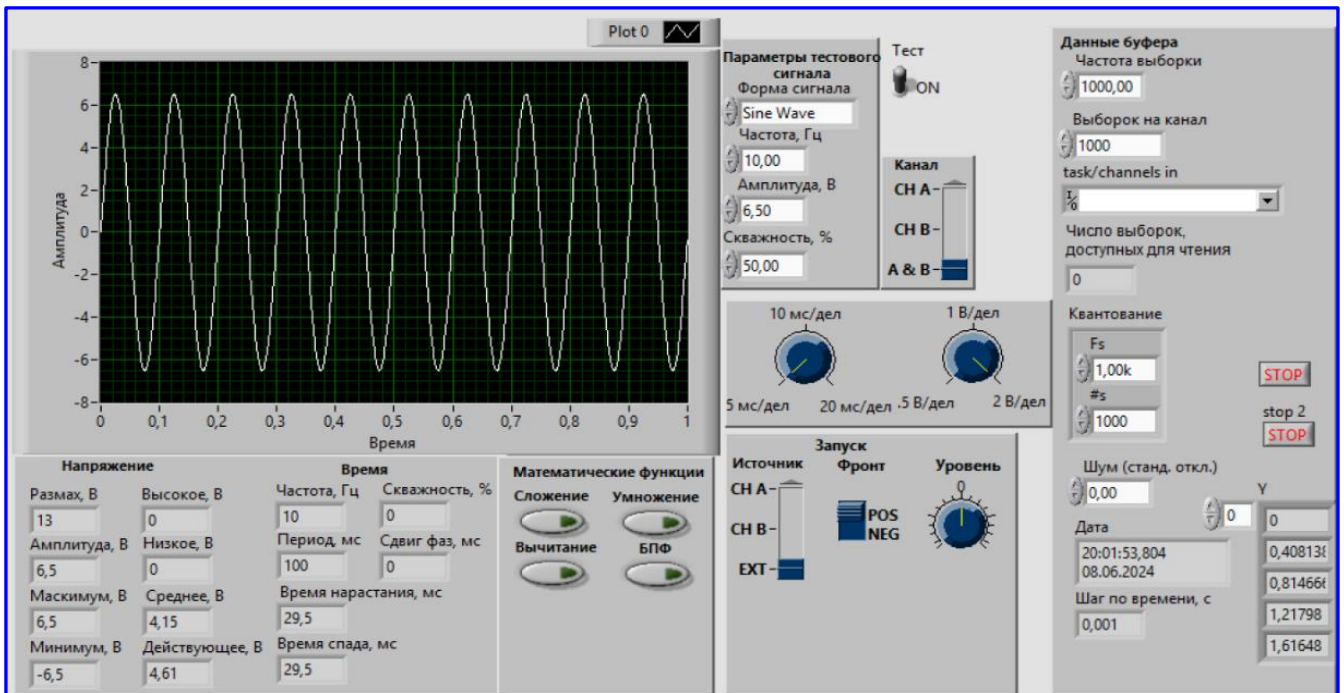


Рис. 6. Лицевая панель итогового виртуального осциллографа

Необходимо отметить, что на рис. 5 не показаны полностью составляющие части конечного устройства ввиду громоздкости всей схемы.

Обратившись к лицевой панели виртуального осциллографа, можно менять интерфейс устройства, вводить требуемые параметры измерения, а также наблюдать полученные данные о входном сигнале. На рис. 6 показаны возможности функционала разработанного осциллографа. Устройство обладает двумя входами, поэтому в блоке «Канал» можно осуществлять переключение между входами, а также установить режим отображения обоих каналов. В случае необходимости можно использовать различные математические функции по отношению к подаваемым на входы сигналам. Справа, в блоке «Данные буфера», задаются параметры выборки, квантования, накладываемого шума и записи полученных данных.

Заключение

Решение создать ВП-осциллограф было обусловлено результатами сравнения параметров имеющих в лаборатории аппаратных приборов и описанных в различных источниках виртуальных технических решений. В рамках работы в среде программиро-

вания LabVIEW был разработан алгоритм работы цифрового виртуального осциллографа, не уступающего по своему функционалу современным аппаратным устройствам. Полученное устройство обладает рядом преимуществ и перспективно в использовании в дальнейшем для построения на его базе комплекса лабораторных работ.

Литература

1. Семина, В. О. Обзор сквозных технологий в образовании / В. О. Семина, И. Ю. Сагадеева, В. А. Пыхтин // Социальные и гуманитарные науки в условиях вызовов современности. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием : в 2-х частях. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», 2022. – С. 145–149.
2. Казин, А. А. Применение виртуальных приборов в лабораторных работах в средах LabVIEW и MULTISIM / А. А. Казин, И. Ю. Пыхтина, В. О. Осипова // Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем («Радиоинфоком-2023»). Сборник научных статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Москва : МИРЭА – Российский технологический университет, 2023. – С. 122–124.

Поступила в редакцию 20.06.2024

Валерия Олеговна Осипова, магистр кафедры телекоммуникаций, т. +7 (909) 321-67-82, e-mail: osipova@mirea.ru.
Елена Викторовна Самохина, кандидат технических наук, доцент, т. +7 (909) 623-40-77, e-mail: samohina@mirea.ru.
 (РТУ МИРЭА).

CYBER INTERFACE PROTOTYPING OF MEASURING EQUIPMENT

V. O. Osipova, E. V. Samokhina

Innovative education is focused not so much on the transfer of knowledge, as on mastering basic competencies, skills, which then, as necessary, allow you to acquire new knowledge, additional skills and abilities on your own. This is its difference from the traditional one. A large number of educational institutions are gradually putting into practice the use of virtual instrument technology, a set of simulation mathematical modeling and hardware and software hardware. Virtual devices, which are simulators, are more often used in distance learning, since the organization of remote access to real measuring instruments is a rather expensive and complex task, and is not always justified. This article describes the technology of virtual devices in education, as well as their advantages. The prototype devices of the virtual oscilloscope being developed are considered. A model of a virtual oscilloscope is proposed, which can be used in the field of education.

Keywords: oscilloscope, virtual measuring instruments, digital signal processing, measurement automation, LabVIEW development environment.

References

1. Semina, V. O. Review of end-to-end technologies in education / V. O. Semina, I. Yu. Sagadeeva, V. A. Pikhtin // Social and humanitarian sciences in the context of challenges of modernity. Proceedings of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists with International Participation: contains 2 parts. – Komsomolsk-na-Amure : Komsomolsk-na-Amure State Technical University, 2022. – P. 145–149.
2. Kazin, A. A. Application of virtual devices in laboratory research in the LabVIEW and MULTISIM environments / A. A. Kazin, I. Yu. Pikhtina, V. O. Osipova // Actual Problems and Prospects of Development of Radio Engineering and Information Communication Systems (RADIOINFOCOM – 2023). Collection of scientific articles based on proceedings of VII International Scientific and Practical Conference. – Moscow : MIREA – Russian Technological University, 2023. – P. 122–124.

Valeriya Olegovna Osipova, master's degree in the Department of Telecommunications, t. +7 (909) 321-67-82, e-mail: osipova@mirea.ru.
Elena Viktorovna Samokhina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
t. +7 (909) 623-40-77, e-mail: samohina@mirea.ru.
 (RTU MIREA).