

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Создание программного осциллографа в среде LabVIEW

УДК 621.317.757:004.946.004.415.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ71	Коробов Евгений Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОАР, ИШИТР)	Заревич Антон Иванович	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОАР, ИШИТР)	Суханов Алексей Викторович	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент (ОСГН, ШБИП)	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ООД, ШБИП)	Атепаева Наталья Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н.		
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по направлению 27.04.01

«Стандартизация и метрология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для решения комплексных задач метрологического обеспечения, контроля качества, технического регулирования и проверки соответствия с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОК-12, 13, 15, 16, 19; ПК- 17, 18, 19, 21, 22, 26). Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р2	Выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров, устанавливать оптимальные нормы точности и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов, кроме того, уметь принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-5, ПК-3, 4, 8, 12, 23, 24). Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р3	Выполнять работы в области стандартизации и сертификации: по созданию проектов стандартов, методических и нормативных материалов и технических документов, по нормоконтролю и экспертизе технической документации, участвовать в проведении сертификации продукции, услуг, систем	Требования ФГОС (ОК-17, 19; ПК- 1, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 17, 18, 21, 24). Критерий 5 АИОР (п.1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов

	качества и систем экологического управления предприятием, участвовать в аккредитации органов по сертификации, измерительных и испытательных лабораторий	EURACE и FEANI
P4	Выполнять работы в области контроля и управления качеством: участвовать в оперативной работе систем качества, анализировать оценку уровня брака и предлагать мероприятия по его предупреждению и устранению, участвовать в практическом освоении систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-3, 9, 15, ПК-2, 5, 11, 12, 13, 15, 21). Критерий 5 АИОР (п. 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P5	Использовать базовые знания в области экономики, проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; проводит анализ затрат на обеспечение требуемого качества и деятельности подразделения, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	Требования ФГОС (ОК-8, 9, 18, ПК-10, 25). Критерий 5 АИОР (п.2.1, 1.3, 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Универсальные компетенции		
P6	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-3, 4, 5). Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, 18, ПК- 26). Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов

		EURACE и FEANI
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, представлять и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-17,19). Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P9	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-1, 13, 14, ПК-26). Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, 7). Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 27.04.01 Стандартизация и метрология
Отделение школы (НОЦ): Отделение Автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ71	Коробов Евгений Александрович

Тема работы:

Создание программного осциллографа в среде LabVIEW	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3998/с от 20.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Предмет исследования – процесс измерения параметров электрических сигналов.</p> <p>Объект исследования – цифровая обработка измерительных сигналов с приставки DAQ-устройства.</p> <p>Основная задача – разработать виртуальный прибор цифровой осциллограф, предназначенный для наблюдения сигналов со входов лабораторной приставки DAQ-устройства.</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>Исследовать принципы построения цифровых осциллографов и определить их функциональные возможности для внедрения в свой прибор. Изучить среду разработки NI LabVIEW и освоить инструменты необходимые для создания программных осциллографов. Создать виртуальный прибор цифровой осциллограф.</p>
---	--

<p>Перечень графического материала</p> <p>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Блок-схема и интерфейс разработанного осциллографа. Презентация магистерской диссертации в программе Microsoft Office Power Point 2010.</p>
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич. Ассистент кафедры МЕН.
Социальная ответственность	Атепаева Наталья Александровна. Старший преподаватель (ООД, ШБИП).
Английский язык	Диденко Анастасия Владимировна. Доцент (ОАР, ИШИТР).

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

3.1 Инструменты LabVIEW необходимые для работы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Заревич Антон Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ71	Коробов Евгений Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ71	Коробову Евгению Александровичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических и человеческих	– Стоимость расходных материалов; – Оклад исполнителей: научный руководитель, студент
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	– Отчисления во внебюджетные фонды; – Расчет дополнительной заработной платы.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	– Потенциальные потребители результатов исследования; – Анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	– Структура работ в рамках научного исследования; – Определение трудоемкости выполнения работ; – Разработка графика проведения научного исследования; – Бюджет научно-технического исследования. v
3. Определение ресурсной и экономической эффективности исследования	– Оценка эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры МЕН	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ71	Коробов Евгений Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ71	Коробову Евгению Александровичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	7.04.01 Стандартизация и метрология

Тема ВКР:

Создание программного осциллографа в среде LabVIEW	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Магистерская диссертация представляет собой разработку виртуального прибора цифрового осциллографа, предназначенного для наблюдения сигналов с лабораторной приставки DAQ-устройства. Исследования проводились в аудитории учебной лаборатории №208Б корпуса №10. Кабинет представляет специально оборудованный для этих целей компьютерный класс площадью 44.3 м ² с 11 рабочими местами.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Нормативно-техническая документация (НТД): СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03; Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ; СанПиН 2.2.4.548–96; 2011; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СП 52.13330.2016 Е; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; СНиП 21 – 01 – 97;
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ вредных факторов включает: - нарушение параметров микроклимата; - повышенный уровень шума; - повышенный уровень электромагнитных излучений; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - повышенный уровень вибрации. - нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса. Анализ опасных факторов, таких как: - Короткое замыкание - Статическое электричество - Поражение электрическим током Снижая воздействия вредных и опасных факторов улучшается условия на рабочем месте и производительность труда работника.
3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия на литосферу: образование отходов при утилизации компьютера, мебели, люминесцентных ламп.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	указать наиболее типичную ЧС - пожар разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ООД, ШБИП)	Атепаева Наталья Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ71	Коробов Евгений Александрович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа - ИШИТР

Направление подготовки - 27.04.01 Стандартизация и метрология

Отделение школы (НОЦ) - ОАР

Период выполнения – осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Обзор литературы по разработки цифровых осциллографов в программной среде LabVIEW	30
	Создание виртуального цифрового осциллографа	30
	Финансовый менеджмент	10
	Социальная ответственность	10
	Выполнение раздела на иностранном языке	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Заревич Антон Иванович	к.т.н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н с.н.с.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 120 страницы, 55 рисунков, 34 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: программирование, осциллограф, виртуальный прибор, сбор данных, наблюдение за сигналом.

Актуальность работы заключается в необходимости обеспечения виртуальным осциллографом аудитории необеспеченные подобным реальным оборудованием.

Предмет исследования: процесс измерения параметров электрических сигналов.

Объект исследования: цифровая обработка измерительных сигналов с приставки DAQ-устройства.

Целью магистерской диссертации является разработка виртуального прибора цифрового осциллографа, предназначенного для наблюдения сигналов со входов лабораторной приставки DAQ-устройства и измерение основных параметров сигнала.

Задача:

1. Исследовать принципы построения цифровых осциллографов и определить их функциональные возможности для внедрения в свой прибор.
2. Изучить среду разработки NI LabVIEW и освоить инструменты необходимые для создания программных осциллографов.
3. Создать виртуальный прибор цифровой осциллограф.

Работа представлена введением, семью разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

В первом разделе «Классификацией осциллографов» выполнен обзор существующих типов осциллографов, ознакомление с техническими и функциональными характеристиками современных осциллографов ведущих производителей и рассмотрены основные требования, предъявляемые к осциллографу.

Во втором разделе идёт описание используемого оборудования, принцип работы система сбора данных и драйвера связывающий DAQ с средой разработки LabVIEW.

В третьем разделе работы выполнен краткий обзор на графическую среду программирования виртуальных приборов LabVIEW , описана рабочая область и основные инструменты LabVIEW необходимые для разработки прибора.

В четвертой разделе описаны основные этапы создание виртуального цифрового осциллографа и дополнительных функций анализа спектра и генерации сигналов.

В пятом разделе представлен интерфейс разработанного виртуального цифрового осциллографа и описаны его элементы управления. А также рассмотрены причины и пути решения проблем с буфером, которые учитывались при создании прибора.

В шестом разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрены следующие вопросы:

- определена структура работ в рамках научного исследования;
- проведен расчет трудоемкости выполнения работ;
- построен график проведения научного исследования;
- рассчитан бюджет научно-технического исследования (НТИ);

В седьмом разделе «Социальная ответственность» рассматривается комплекс мероприятий, с помощью которых происходит минимизация негативного воздействия факторов, возникающие при работе с компьютером.

В заключении подведены итоги, а также сделаны выводы о проделанной работе.

Оглавление

Введение	15
1 Классификация осциллографов.....	17
1.1 Технические и функциональные характеристики современных осциллографов.....	20
1.2 Требования предъявляемые к осциллографу.....	26
2 Обзор используемых устройств сбора данных.....	35
3 Обзор программы LabVIEW	45
4 Создание виртуального цифрового осциллографа.....	52
4.1 Создание блок-схемы осциллографа.....	52
4.2 Дополнительная функция для анализа спектра.....	60
4.3 Дополнительная функция генерации сигналов	65
5 Итоговый виртуальный прибор.....	67
5.1 Возможности панели управления.....	67
5.2 Использование памяти виртуальным прибором.....	74
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 78	
6.1 Потенциальные потребители результатов исследования	79
6.2 Анализ конкурентных технических решений.....	80
6.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	81
6.4 Определение трудоемкости выполнения работ.....	82
6.5 Бюджет научно-технического исследования.....	87
6.6.1 Расчет материальных затрат	87
6.6.2 Расчет заработной платы основных исполнителей проекта	88
6.6.3 Затраты по дополнительной заработной плате.....	90
6.6.4 Отчисления во внебюджетные фонды	91
6.6.5 Накладные расходы.....	91
6.6 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	93
Выводы по разделу	94
7 Социальная ответственность.....	95

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
7.2 Производственная безопасность	98
7.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	98
7.3.1 Отклонение показателей микроклимата	98
7.3.2 Повышенный уровень шума	99
7.3.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	100
7.3.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	101
7.3.5 Повышенный уровень вибрации	103
7.3 Опасность поражения электрическим током.....	104
7.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя.....	105
7.5 Экологическая безопасность	106
7.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	107
7.7 Опасность возникновения пожара	108
Выводы по разделу:	110
Заключение.....	111
Список использованных источников	112
Приложение А Созданный осциллограф	115
Приложение Б Пример работы созданного осциллографа	116
Приложение В Английская часть.....	119

Введение

В настоящее время потребителям предлагается различное измерительное оборудование представлен с широким выбором моделей.

Пожалуй, самый основной вопрос, который волнует не только рядовых пользователей, но и инженеров крупных производственных предприятий, научно-исследовательских лабораторий – стоимость осциллографа. На формирование цены оказывают влияние его основные характеристики (частота дискретизации, полоса пропускания, количество каналов, объем памяти, возможность анализа, обработки получаемой информации и так далее). Оптимальное сочетание таких факторов, как цена, функционал и известность производителя помогут сделать правильный выбор.

Повсеместное продвижение персональных компьютеров на протяжении минувших двадцати лет спровоцировало реальный переворот в структуре программного предоставления для автоматизированных измерительных и испытательных систем.

В учебной программе университета имеется такая дисциплина как: Метрология, стандартизация и сертификация (МСИС). Традиционно в рамках дисциплины МСИС лабораторные работы направлены на обработку прямых, косвенных, однократных и многократных результатов измерений.

Поскольку учебное лабораторное оборудование в аудиториях позволяет выполнять всевозможные виды электрических измерений, совершенно логично будет совместить и использовать эти электрические измерения в лабораторных работах по МСИС.

В распоряжении оборудования имеется продукция DAQ от компании National Instruments. Данные устройства могут быть задействованы в этих лабораторных работах. С этой целью необходимо создать на базе LabVIEW комплекс виртуальных приборов по работе с устройством NI DAQ.

Одним из ключевых факторов в природе сигналов является его наблюдение формы и спектра. На основе этих данных возможно получение

всех других параметров сигнала, такие как амплитуда, действующее значение, коэффициент нелинейных искажений, уровень гармоник и прочее.

Таким образом **актуальность работы** заключается в необходимости обеспечения виртуальным осциллографом аудитории не обеспеченные подобным реальным оборудованием.

Целью магистерской диссертации является разработка виртуального прибора цифрового осциллографа, предназначенного для наблюдения сигналов со входов лабораторной приставки DAQ-устройства и измерение основных параметров сигнала.

Предмет исследования: процесс измерения параметров электрических сигналов.

Объект исследования: цифровая обработка измерительных сигналов с приставки DAQ-устройства.

Задачи

1. Исследование принципов построения современных цифровых осциллографов и определение их функциональных возможностей.
2. Изучение программы LabVIEW и освоение инструментов необходимых для создания программных осциллографов.
3. Создание виртуального прибора осциллографа в среде LabVIEW.

При выполнении работы использовалось нижеследующее оборудование, инструменты и программное обеспечение:

- персональный компьютер с ОС Microsoft Windows 7
- офисное программное обеспечение MS Office (Visio, Word);
- среда графического программирования LabVIEW;
- система сбора данных NI USB-6251 и DAQ Signal Accessory;
- литературный анализ научной литературы по теме.

1 Классификация осциллографов

Осциллограф используется в исследованиях электрических сигналов во временной области путём наблюдения графика сигнала на экране

Цифровой осциллограф работает следующим образом. Полученный аналоговый сигнал преобразуется с помощью аналого-цифровому преобразователю (АЦП) в цифровую форму. Далее происходит кодирование, запоминание и выполнение некоторую его обработку, затем аналоговая форма сигнала восстанавливается и выдается на экран.

Осциллограф умеет:

- отображать значение напряжения в реальном времени;
- реализовывать функции сложение и вычитание сигналов;
- растягивать во времени записанный сигнал в памяти;
- захватывать, сохранять и отображает сигналы;
- отображать высокоскоростные периодические либо непериодические сигналы, прибывающие в входной канал;
- выявлять частотный диапазон путём использования БПФ;
- измерять частоту сигнала, искажения, вписываемые повреждённым компонентом, степень шумов, изменение шума в времени и большое количество иных характеристик.

По способу выведения информации их делят на две категории: с периодической и непрерывной разверткой.[1]

В основном случае устройство дает возможность видеть действие сигнала напрямую в экране. Их делят на стробоскопические, универсальные, высокоскоростные, специализированные, с возможностью запоминания и другие. Модели второго вида фиксируют получаемую кривую в фотоленте. Согласно числу лучей их подразделяют в одно-лучевые, двух-лучевые и трех-лучевые. Имеется в том числе и шестнадцати-лучевые (либо с огромным числом лучей) приборы. Но в основном осциллографы систематизируют согласно принципу действия. В данном случае акцентируют следующие разновидности.

1) Аналоговые

На сегодняшний день наибольшее распространение имеют осциллографы аналогового типа. Низкая стоимость аналоговых осциллографов является причиной предпочтения в массовом использовании данного класса осциллографов. Кроме того, благодаря постоянному развитию технологий разработчики оснащают их новыми возможностями, расширяют их функционал.

2) Цифровые

Предлагают больше опций, чем аналоговые модели. Их высокая цена компенсируется комфортным использованием, способностью к запоминанию полученной информации в цифровом виде в соответствии с заданными требованиями (масштабированием, нанесением меток и так далее). Кроме того, оцифровка сигнала повышает устойчивость «картинки».

3) Цифровые люминофорные

Модели этого типа наиболее дорогие. Однако использование технологии цифрового люминофора расширяет сферу их использования, наделяет их рядом преимуществ не только над аналоговыми, но и над цифровыми осциллографами. Так, например, кроме простой записи результатов тестирования, люминофорные приборы позволяют имитировать изменение интенсивности линий на осциллограмме, что дает возможность пользователю отслеживать все нюансы исследуемых сигналов.

4) Виртуальные

Приборы этого класса представляют собой приставку, которая может подключаться к персональному компьютеру, ноутбуку, планшету посредством не только USB-порта, но и через другие интерфейсы (ISA, PCI). При их использовании, благодаря совместимости операционных систем виртуального осциллографа и ПК, компьютер берет на себя задачу сбора, обработки, хранения информации. Это обеспечивает более быстрый и масштабный анализ получаемых сведений. Благодаря отсутствию монитора, блока для запоминания

они имеют компактные размеры и относительно невысокую стоимость, в сочетании с повышенным быстродействием.

5) Портативные

Это также подраздел цифровых устройств, которые обладают минимальными размерами благодаря использованию современных микросхем. В то же время их эксплуатационные характеристики, технические возможности практически не отличаются от обычных стационарных моделей.[3]

1.1 Технические и функциональные характеристики современных осциллографов

Рассмотрим основные характеристики цифровых осциллографов разных торговых марок в ценовом диапазоне от 18000 до 23000 рублей.

Торговая марка: TEKTRONIX.

В Тектроникс MSO 4104 два канала, верхняя граничная частота до 100 МГц. Чувствительность по вертикали колеблется от 1 до 10V.

Время горизонтальной развертки 50 с, общий объем памяти равен 1 Мб. В нём можно выполнять все основные математические функции. Существует возможно смотреть курсорные данные с маркеров.

Данная модель устройства, рисунок 1 является достаточно малогабаритная весом 2,4 кг. Ценовой диапазон такого цифрового осциллографа "Тектроникс MSO 4104" около от 18 до 20 тысяч рублей.[6]



Рисунок 1 - Осциллограф Тектроникс MSO 4104

Остальные сведения о технических характеристиках устройства, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики осциллографа MSO 4104

Входные каналы	4
Расчетное время нарастания 5 мВ/дел (типичное значение)	350 пс
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ) от 5 мВ/дел до 1 В/дел	1 ГГц
Тип	входа по переменному току, входа по постоянному току, заземленный вход
Аппаратные граница полосы пропускания	250 МГц
Входное сопротивление	1 МОм $\pm 1\%$, 50 Ом $\pm 1\%$
Чувствительность по входу 1 МОм	1 мВ/дел – 10 В/дел
Чувствительность по входу 50 Ом	1 мВ/дел – 1 В/дел
Разрешение по вертикали	Стандартное 8 бит бит (11 бит при высоком разрешении)
Максимальное входное напряжение 50 Ом	5 В _{ср. кв.} с пиковым значением $< \pm 20$ В
Максимальное входное напряжение 1 МОм	250 В _{ср. кв.} с пиковым значением $\leq \pm 400$ В
Диапазон значений смещения (для 50 Ом - данных нет)	1 МОм; 50 Ом 1 мВ/дел; 50 мВ/дел: ± 1 В 50,5 мВ/дел; 99,5 мВ/дел: $\pm 0,5$ В 100 мВ/дел; 500 мВ/дел: ± 10 В 505 мВ/дел; 995 мВ/дел: ± 5 В 1 В/дел; 5 В/дел: ± 100 В 5,05 В/дел; 10 В/дел: ± 50 В
Погрешность коэффициента усиления по постоянному напряжению	$\pm 1,5\%$ при установке смещения 0 В

Осциллографы торговой марки "Rigol " представлен на рисунке 2.

Рассматриваемая модель DS1102C наиболее популярная. В использовании осциллографы довольно просты, но есть весомый недостаток, это трудность точности регулировки чувствительности каналов, их предусмотрено два.[8]

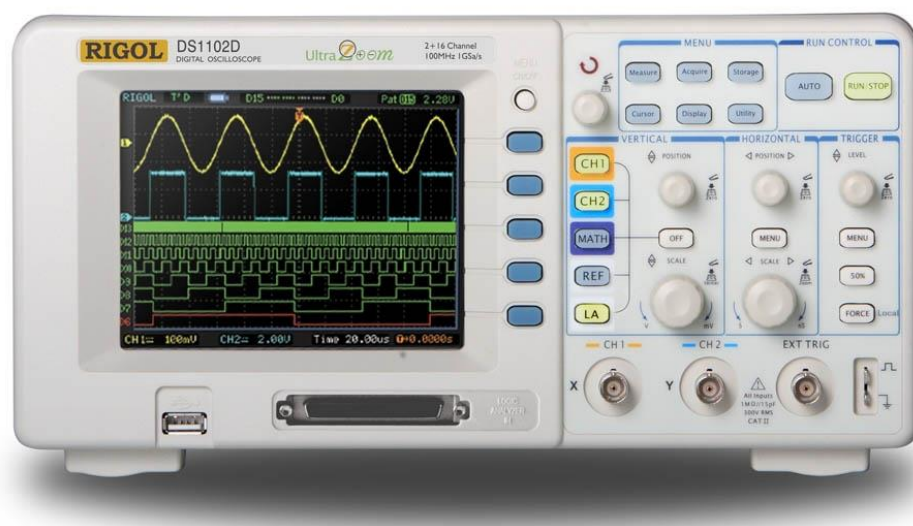


Рисунок 2 - Осциллографа DS1102C

Дисплей в осциллографе имеется двойной с временной разверткой. Для просмотра схем существует запуск.

Производители оснастили устройство регулятором интенсивности сигнала. Среднее время нарастания составляет 4 нс. Включать этот осциллограф можно в режиме фронта или в режиме наклона. Дизайн элементов управления достаточно удобный. Также в нём следует отметить, что присутствует функция слежения за сигналом. Имеется два векторный и точечный режим формирования. Объем памяти составляет 32 тысяч точек. Цена модели DS1102C колеблется в пределах 20 тысяч рублей. [10]

Подробнее технические характеристики данного устройства рассмотрены в таблице 2.

Таблица 2 Технические характеристики DS1102C

Каналы	2
Полоса пропускания	100 МГц
Объем памяти	1М точек на 1 канал; 512К точек на 2 канала
Частота дискретизации	400 Мвыборок/сек (в реальном времени), 25 Гвыборок/сек (эквивалентная)
Входной импеданс	1 МОм/15 пФ
Время нарастания	3,5 нс
Разрешение по вертикали	8 бит

Коэффициент отклонения по вертикали	2 мВ/дел до 5 В/дел
Максимально допустимое напряжение на входе	400 В (DC+AC пик)
Время горизонтальной развертки	5 нс/дел и 50 с/дел
Режим	XУ/полоса/
разность фаз	100 МГц $\pm 3^\circ$
Связь по входу	открытый; закрытый; заземление входа
Развертка	автоматическая, нормальная, однократная
Источники синхросигнала	канал 1 и 2, внешний, внешний/5, от сети питания
Курсорные измерения	ручные (интервал времени (ΔT), разность напряжений (ΔV), $1/\Delta T$); слежения; автоизмерения
Режим запуска	запуск по положительному или отрицательному фронту сигнала); по ТВ сигналу (PAL, NTSC, SECAM); по продолжительности импульса; по наклону фронта; поочередный запуск для наблюдения двух несинхронных сигналов
Математические функции	Присутствует функции сложения, вычитание, а также умножение и инвертирование
20 автоматических измерений	амплитуда, максимальное и минимальное значение, размах, уровень вершины, среднее значение, среднеквадратичное значение, уровень опоры, выброс перед и после фронтом, период, частота, длительность положительного и отрицательного импульса, время нарастания, время спада, коэффициент заполнения для положительного и для отрицательного импульса, задержка.
Анализ спектра на основе БПФ.	Хамминг, Блэкмен-Харис, Ханнинг, прямоугольное.
Встроенные цифровые фильтры	присутствует
Настраиваемая чувствительность запуска	присутствует
Хранение	10 осциллограмм, 10 настроек, BMP и CSV , осциллограммы и настройки
Встроенный частотомер	присутствует
Автокалибровка	присутствует

Торговая марка осциллографа: Owon

Осциллограф имеет кнопку Autoset, осциллограф сам предлагает выбор просмотра несколько периодов или 1 фронт, либо спадающие фронты. В функции измерений есть возможность показывать все измерения или отобразить интересные и добавить значения в нижнюю часть экрана.

Режимы выборки, прямая, пикового детектора или режим усреднения.

Длина записи можно ограничить от 1000 точек до 10 млн. точек. С левой стороны внизу экрана высвечивается информация в каком режиме работает осциллограф.

Функция утилиты предполагает выборы языка, но некоторые значения не все переведены. На устройстве присутствует кнопки выставления времени и даты на дисплее. Присутствует кнопка блокирования клавиш.

По дисплею возможность управления яркостью, выбор сетки, установка времени свечения меню.

В настройках находится калибровки осциллографа устанавливая начальные значения, проверка пробников и функция тестирования (данный разъем может также использоваться для функции триггера).

Курсорные измерения показывают значения маркеров между сигналами и разницу между ними.

В целом модель довольно удобная. Цена такого прибора составляет 23000 рублей. Данный осциллограф представлен на рисунке 3.

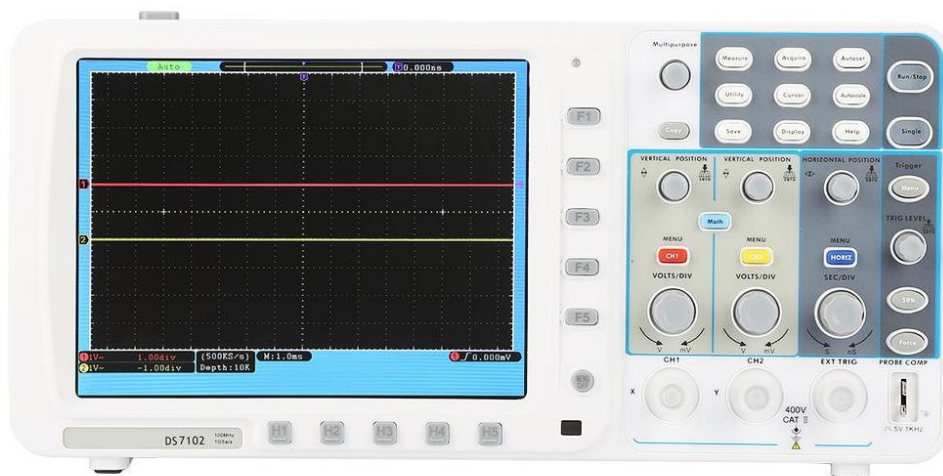


Рисунок 3 - OWON SDS7102

Технические характеристики этого осциллографа указаны в таблице 3.

В целом модель получилась довольно удобной. Цена такого прибора составляет 21000 рублей.

Таблица 3 - Технические характеристики OWON SDS5052EV.

Полоса пропускания	100 МГц
Количество каналов	2
Чувствительность по вертикали	от 2 мВ/дел до 10 В/дел.
Погрешность измерений	3%
Масштаб по вертикали	8 бит
Скорость развертки	от 2 нс до 100 с
Входные параметры	
Входной импеданс	1 МОм, 10 пФ
Режимы входа	AC, DC, GND
Максимальное входное напряжение	± 400 В ампл., CATI, CATII
Коэффициент деления (стандартных пробников)	x1; x10
Коррекция по коэффициенту пробника	x1; x10; x100; x1000
Система синхронизации	
Режимы синхронизации	авто, норм., единичный захват
Условия синхронизации	по уровню, по параметру импульса, видео, по нарастанию/спаду, внешний запуск
Источник синхронизации	CH1/CH2, внешний, внешний / 5, AC линия питания
Система цифровой обработки	
Тип выборки	в реальном времени
Скорость выборки	500 MB/c (SDS6062) ; 1 GB/c (SDS7072, SDS7102); 2 GB/c (SDS8102, SDS8202); 2,5 GB/c (SDS8302); 3,2 GB/c (SDS9302)
Эквивалентная скорость выборки	нет
Объем памяти	10М точек
Режим выборки	прямая выборка, регистрация пиков, усреднение
Усреднение	4, 16, 32, 64, 128, 256
Режим формирования формы	векторный, точечный
Функция послесвечения	нет, 1 с, 2 с, 5 с, постоянно
Алгоритм восстановления сигнала	sin(x)/x
Система измерений и математической обработки	
Автоматические измерения	Vpp, Vavg, Vrms, Freq, Period, Vmax, Vmin, Vtop, Vbase, Overshoot, Preshoot, Rise Time, Fall Time, Delay A→B↑, Delay A→B↓, +Width, -Width, +Duty, -Duty
Курсорные измерения	ручной режим установки курсоров, режим слежения (авто установка). delta-измерения
Функции математические	сложение, вычитание, умножение, деление, БПФ

1.2 Требования предъявляемые к осциллографу

Основными требованиями предъявляемые к осциллографу являются:

1. Полоса пропускания.

Полоса пропускания осциллографа – это диапазон в пределах которого ослабление сигнала осциллографом не превышает минус 3 дБ относительно величины сигнала на опорной частоте

Термин полоса пропускания цифровых осциллографов можно понимать как полоса пропускания для повторяющихся сигналов которая зависит от частоты дискретизации. В этом случае осциллограф воспроизводит повторяющийся сигнал за несколько запусков. Во втором случае полоса пропускания понимается для работы с однократными или с непериодическими сигналами. В таком случае она зависит от частоты дискретизации и осциллографу нужно захватить и оцифровать полученный сигнал за один такт.

Максимальная полоса пропускания обычных осциллографов начального уровня 100 МГц.

Чтобы избежать отсутствие важных деталей в осциллограмме для цифровых сигналов нужно захватывать основную, первую и пятую гармоники.

Полоса пропускания с учетом пробника как минимум в пять раз должна превышать максимальную полосу сигнала, чтобы гарантировать предел значения погрешности не больше от минус 2 до 2%. Это необходимо и для точного измерения амплитуды.[13]

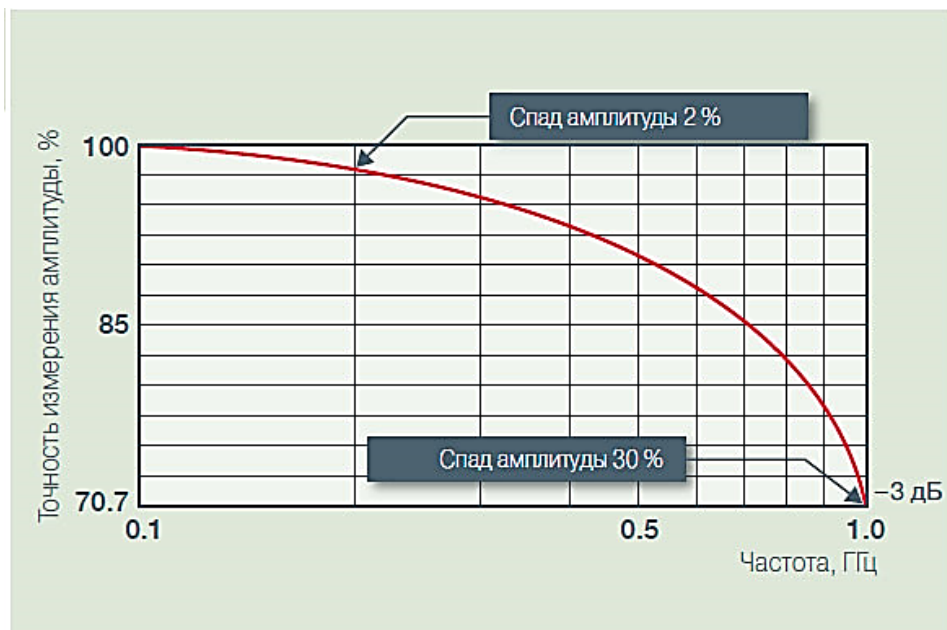


Рисунок 4 – Спад амплитуды

2. Частота дискретизации.

Частота дискретизации – равна скорости, с которой осциллограф может оцифровывать входной сигнал.

В случае когда используется сразу несколько каналов то одновременно значение частоты дискретизации уменьшается и появляются искажения.

Большая часть осциллографов работает на максимальной частоте дискретизации и на быстрых скоростях развертки.

Большинство осциллографов начального уровня имеют максимальную частоту дискретизации от 1 до 2 Гвыб./с, тогда как осциллографы среднего ценового диапазона могут предлагать от 5 до 10 Гвыб./с. На медленных скоростях развертки частота дискретизации автоматически снижается.

Частота дискретизации осциллографа определяет количество мелких деталей сигнала и сильно влияет на то, будет ли отображенный сигнал похож на реальный.

Частота дискретизации (число выборок в секунду) показывает, насколько часто осциллограф делает выборки сигнала. Чтобы осуществлялась точная воспроизведение формы частота дискретизации должна быть не менее чем в 5 раз превышать наивысшую частотную составляющую измеряемого сигнала.

Чем выше частота дискретизации, тем меньше теряется информации, но при этом память заполняется быстрее, а это ограничивает интервал захвата.

Минимальная частота дискретизации тоже может иметь важное значение, если нужно исследовать медленно меняющиеся сигналы в течение длительного времени.

Достоверность отображения сигнала зависит от частоты дискретизации и от применяемого способа интерполяции. Линейная интерполяция объединяет выборки сигнала прямыми линиями, однако такой метод ограничен реконструкцией сигналов с прямыми областями. Интерполяция « $\sin x/x$ » предполагает собою математическую процедура, в которой с целью наполнения интервалов среди действительными выборками рассчитываются вспомогательные точки.

Данная форма интерполяции отлично функционирует для сигналов криволинейной формы и непериодических сигналов, которые в настоящих схемах попадают существенно нередкого, нежели чистые меандры либо импульсы. Таким образом, интерполяция « $\sin x/x$ » наиболее преимущественна для приложений, где частота дискретизации превосходит полосу пропускания системы от 3 до 5 раз.

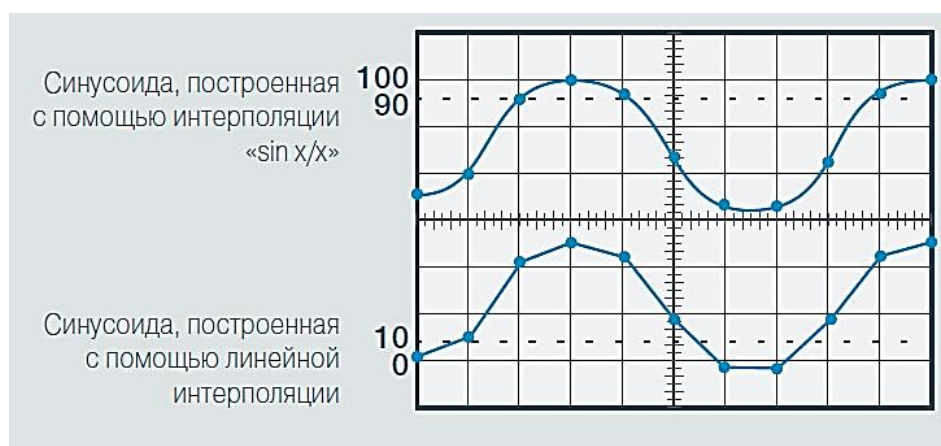


Рисунок 5 Формы интерполяции

Для захвата глитчей необходима скорость! Теорема Котельникова гласит, что с целью верной перестройки сигнала частота дискретизации обязана не менее чем в 2 раза быть выше его верхней частотной составляющей. Но данное

соответствие устанавливает абсолютный минимум, что используем только лишь к синусоидальным и периодическим сигналам.

Глитчи согласно определению считаются непериодическими, по этой причине дискретизация с удвоенной частотой наивысшей составляющей как правило мала. Высокая частота дискретизации увеличивает разрешение, разрешая разглядеть накладывающиеся друг на друга события.

2. Время нарастания цифрового осциллографа.

При работе с аналоговыми схемами основным критерием пригодности осциллографа является полоса пропускания. Очень важно чтобы осциллограф наиболее точно измерял длительность фронта, и к тому же был быстродействующим для точного захвата переходных процессов.

Зависимость в качестве точности зависит от времени нарастания, чем его меньше тем точнее осциллограф может передать тонкие детали быстрых перепадов. Особено нужно учитывать что этот параметр важен для точного измерения времени.

Точно также как и полосе пропускания время нарастания должно составлять в 5 раз ниже минимальной продолжительности фронта сигнала. Если измерение фронта 4 нс, то время нарастания должно быть 800 пс. Бывают ситуации когда правила не всегда выполнимы.

4. Требования к полосе пропускания пробника

Полоса пропускания пробника должна быть согласована с полосой пропускания осциллографа (с учетом «правила пятикратного превышения»), и при этом пробник не должен создавать излишнюю нагрузку на цепи тестируемого устройства.

При подсоединении пробника к тестируемому аппарату он становится составной составляющей измеряемой цепочки, внося в ее собственное сопротивление, емкость и индуктивность, которые способны оказать влияние в итоге измерения. С целью снижения подобного воздействия правильнее применять осциллографы и пробники одного изготовителя.

Важную роль играет нагрузка на исследуемую цепь. Обычное приемлемое значение активной нагрузки стандартного пассивного пробника имеет значение 10 МОм и выше, а вот емкостная 10, 12 или даже 15 пФ для измерения на высоких частотах может создать серьезные проблемы.

Что касается пробников то требуется чтоб они имели входную емкость не более 10 пФ. Наиболее лучшие пассивные пробники которые обладают входной емкостью менее 4 пФ и полосой пропускания 1 ГГц.

5. Количество каналов.

Весьма немаловажно, для того чтобы в осциллографе существовало достаточное для решения данной прикладной задачи число каналов. 2 или же 4 аналоговых канала дадут возможность измерять и сопоставлять временные свойства сигналов аналоговых приборов. А например в случае когда происходит отладка цифровой системы, применяющей параллельную передачу сведений требуется от 8 и более количества каналов.

Осциллографы смешанных сигналов дают вспомогательные цифровые каналы, какие показывают только лишь два логических уровня и имеют все шансы продемонстрировать их в варианте сигнала шины. Комбинированные осциллографы обладают специальным РЧ вводом с целью исполнения высокочастотных замеров в частотной области.

Каналы должны обладать достаточным диапазоном частот, линейностью, Также важно чтоб обладали точностью усиления, что приводит к установке соответствующего коэффициента отклонения, равномерностью АЧХ и обладали стойкостью к воздействию статического электричества.

Многие приборы в целях экономии применяют единую для некоторых каналов систему дискретизации. В таких обстоятельствах частота дискретизации способно уменьшаться в связи с количеством применяемых каналов.

Изолированные каналы упрощают замеры с гальванической развязкой. В отличие от осциллографов с несимметричным входом, «общие» проводники

входных каналов имеют все шансы являться изолированы друг от друга и от «земли».

6. Гибкая система запуска.

Гибкая система запуска гарантирует прочное отображение и дает возможность показывать определенные части сложных сигналов.

Все без исключения осциллографы обеспечивают запуск по фронту, и большая часть – по длительности импульса.

Для захвата своеобразных отклонений и наиболее результативного применения длины записи требуются такие осциллографы, которые обладают расширенные режимы запуска для наиболее сложных сигналов.

Чем обширнее подбор условий запуска, тем больше гибкость применения осциллографа, благодаря чему как можно скорее обнаруживать предпосылки образующихся трудностей:

- запуск согласно строке или кадру видеосигналов стандартной и большой четкости;
- запуск согласно очередности событий А и В, замедление по времени либо по событиям;
- запуск согласно сигналам последовательных (I2C, SPI, CAN/LIN, USB ...) и синхронных шин;
- запуск согласно условию – скорость нарастания, глитч, продолжительность импульса, время ожидания, рант, время установки и удержания.

Запуск дает возможность начать горизонтальную развертку с необходимого места сигнала, а не просто с того участка, где завершилась предыдущая развертка. При однократном запуске совершается захват по всем каналам синхронно.

Расширенные функции запуска могут помочь отыскать необходимые сведения. Запуск согласно установленным условиям дает возможность отметить конкретное место осциллограммы и выявить отклонения. Функции запуска разрешено настроить в особые условия во входном сигнале, облегчая, в

частности, нахождение импульсов, продолжительность которых меньше установленной.

7. Длина записи

Длина записи – это число точек, из которых состоит зарегистрированная осциллограмма. Осциллограф имеет ограниченный объем памяти для записи выборок, поэтому чем больше объем памяти, тем большую длину записи можно получить.

Длина записи деленная на частоту дискретизации, задает время захвата.

Правильный осциллограф общего назначения способен сохранить свыше 2000 точек, чего достаточно для устойчивого синусоидального сигнала (требующего как минимум 500 точек). Однако с целью отыскания факторов отклонений в сложных поочередных потоках данных преимущественно следует использовать осциллограф с цифровым люминофором (DPO) с длиной записи 1 миллион точек либо выше.

Так как осциллограф способен сохранять только ограниченное количество выборок, временное окно захвата осциллограммы обратно пропорционально частоте дискретизации осциллографа.

8. Система навигации и анализа.

Функция воспроизведения и паузы автоматически перемещает окошко обзора по осциллограмме. Данное позволяет избавить руки и сосредоточиться на сигнале.

Функция поиска и маркировки дает возможность рассматривать целую взятую осциллограмму и автоматически фиксировать возникновения конкретных пользователем событий.

Расширенный поиск позволяет устанавливать разнообразные критерия, подобные условиям запуска, в согласовании с которыми будут автоматически проявляться и обозначаться события в захваченном сигнале.

Функция масштабирования дает возможность растягивать интересную часть осциллограммы и передвигать окошко обзора назад и вперед в области шкалы времени.[11]

Маркеры дают возможность обозначать интересные действия. С целью быстрого перехода между ними и обычного замера временных промежутков можно применять органы управления передней панели.

Осциллографы с длиной записи в миллионы точек могут осуществлять захват в протяжении продолжительного времени, то что весьма немаловажно с целью изучения непростых сигналов. Размещение маркеров может помочь, к примеру, определять приостановки на шине CAN.

9. Расширенная поддержка приложений.

Приложения для измерения целостности сигнала и джиттера дают возможность совершеннее исследовать особенности сигнала в числовых системах, обнаруживать предпосылки появления проблем качества сигналов и рассматривать давая объективную оценку их влиянию.

PC приложения дают возможность представления сигналов в частотной области и рассмотрения с поддержкой спектрограмм и кривых зависимости амплитуды, частоты и фазы от времени.

Прикладное ПО для учебных заведений: чтобы создавать технологии следующего поколения, студенты, изучающие электронику, должны научиться разбираться в сложных электронных схемах.[11]

10. Панель управления.

Интерфейс управления осциллографа должен быть органичным. Удобство использования очень важно для лояльности потребителей устройства, привыкая к одному расположению привлекателен выбор того оборудования который больше похож на предыдущий. А также чем проще расположены эти элементы, тем быстрее пройдет обучение по использованию.

Осциллографы должны быть просты в управлении даже для неопытных пользователей. Интерфейс пользователя дает существенный вклад во время решения инженерной задачи.

Постоянно применяемые функции должны располагаться в удобном месте интерфейса, а родной язык должен поддерживаться в интерфейсе.

Элементы управления автоматической настройки и сброса к значениям по умолчанию дают возможность моментально настроить устройство. Оциллограф обязан мгновенно реагировать на использование органов управления.[13]

2 Обзор используемых устройств сбора данных

Процесс измерения электрических сигналов поступающих от сенсоров, датчиков или преобразователей называется сбором данных. Для того чтобы обработать измеренные результаты их необходимо также внести в компьютер.

Устройства сбора обрабатывают и анализируют данные от сигналов реальных физических объектов. Ими можно измерять силу значения силы тока, сила света, напряжение, температура, давление, крутящий момент.

Базовая структура компонентов системы DAQ-система состоит из:

- Датчика который преобразует физические величины в электрический сигнал. Например в электрическое напряжение или ток.

- Устройства кондиционирования (усиление, возбуждение, линеаризация, развязка и фильтрация) – средства подключаются к измерительному прибору для того чтобы увеличить точность измерений или уменьшить шум.

- Лабораторная приставка DAQ – аппаратные средства, используемые для получения, сбора и обработки данных.

- Приложения NI, специально разработанные для программирования измерительных и управляющих систем, с помощью которых управлять настройками приборов.

Блоки и кабели терминалов, бывают экранированные и неэкранированные. Экранированные блоки терминалов правильнее защищают от шумов. Определенные блоки терминалов предоставляют вспомогательные возможности, к примеру, компенсацию холодного спая, что необходимо для правильного замера температуры с помощью термопары.

Кабель представляет сигналы с блока терминалов к аппарату DAQ. Разъемы кабеля могут обладать 100, 68 либо 50 контактов. Выбор кабеля зависит от применяемого блока терминалов и прибора DAQ. На рисунке 6 показана панель DAQ Signal Accessory.



Рисунок 6 панель DAQ Signal Accessory

DAQ SignalAccessory на базе ПК собирает данные и управляется с помощью платы сбора данных PCI-6251. Оно может быть использовано для демонстрации и испытания аналоговых, цифровых функции устройств сбора данных. DAQ SignalAccessory может использоваться в лабораториях и в промышленности для проектирования и тестирования приложений сбора данных.[10]

В DAQ устройстве имеются разъемы для присоединения проводов. На панели доступны три канала аналогового ввода, один из которых соединен с датчиком температуры, и два канала аналогового вывода.

Панель DAQ Signal Accessory умеет генерировать сигнал с управляемый переключателем диапазона частот и ручкой плавной перестройки частоты. С помощью его можно изображать на графики синусоидальные или прямоугольные волны. Разъем для заземления присутствует между ними. Рассмотрим структуру лабораторной приставки DAQ подробнее, рисунок 7.

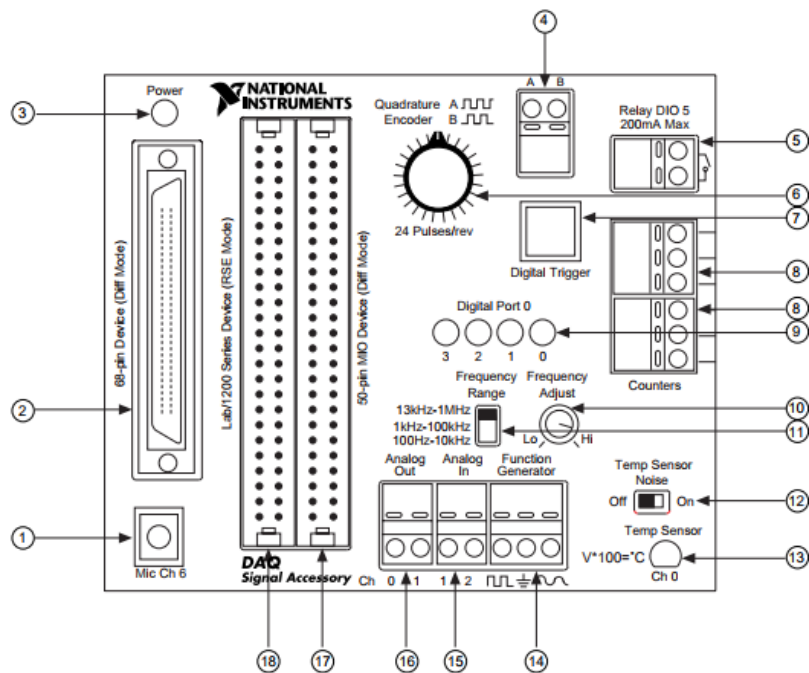


Рисунок 7 Элементы структуры приставки DAQ

Состоит данное устройство из 18 элементов:

1. 3,5-мм монофонический разъем для микрофона
2. 68-контактный разъем устройства
3. Индикатор питания
4. Выхода квадратурного кодера
5. Быстроразъемный терминал для реле DIO 5
6. Ручка квадратурного кодера
7. Цифровой триггерный кнопочный переключатель
8. Клемм быстрого подключения для счетчиков В
9. Светодиодов цифрового порта
10. Регулятор частоты генератора функций
11. Функциональный генератор Выбор частотного диапазона
12. Генератор шума
13. IC Датчик температуры
14. Клемм быстрого подключения для генератора функций
15. Терминал быстрого подключения для AI каналов 1 и 2
16. Терминал быстрого подключения для каналов АО 0 и 1
17. 50-контактный разъем устройства MIO

18. Разъем для устройств серии Lab / 1200 [10]

Для генерации синусоидального сигнала, подключили к DAQ-аппарату с поддержкой кабель объединили канал аналогового ввода 1 с функциональным генератором синусоидального сигнала в соответствии с рисунком 8.

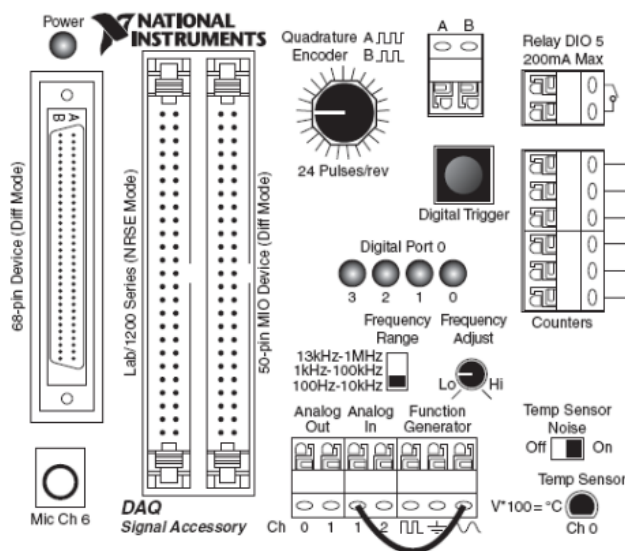


Рисунок 8 – Соединение аналогового ввода 1 с генератором сигнала

Мы использовали ручку переключения диапазона частот FrequencyAdjust функции генератора, чтобы выбрать диапазон частот. Есть три типа диапазона переключаемый с помощью FrequencyRange представленный на рисунке 9.



Рисунок 9 – выбор диапазона от 100 Гц до 10 кГц, от 1 до 100 кГц и от 13 кГц до 1 МГц.

В DAQ приборы серии M обладают частотой дискретизации 250 000 отсчетов в секунду. Из этого следует, сбор данных одноканальный выполняется с частотой дискретизации 250 000 отсчетов в секунду.

Типичные DAQ-приборы включают ЦАП для каждого аналогового вывода и они всё без исключения обновляются в одно время. По этой причине

для абсолютно всех каналов необходим только единственный тактирующий update clock сигнал обновления.

Диапазон выходного напряжения ЦАП определяется опорным напряжением которое подаётся от внешнего либо от внутреннего источника. Внутренне опорное напряжение составляет плюс 10 В. Можно задать биполярный или униполярный диапазон ЦАП.

Сигналы синхронизации аналогового ввода.

Кнопка цифровой синхронизации предназначена для выдачи TTL импульса, синхронизирующего аналоговый ввод или вывод. При нажатии кнопки уровень сигнала меняется от плюс 5 В до 0 В, а при отпускании возвращается обратно к плюс 5 В. Четыре светодиода подключены к первым четырем цифровым линиям устройства DAQ. Светодиоды управляются инверсной логикой, то есть при высоком уровне на линии светодиод не горит, и наоборот. [9]

Панель DAQ Signal Accessory содержит также датчик положения, который вырабатывает два цуга импульсов при повороте ручки. Предусмотрены терминалы для ввода и вывода сигналов двух счетчиков устройства DAQ. Кроме этого, на панели находится реле, вход для термопары и микрофонный разъем.

Передавать данные от устройства DAQ в компьютер можно через различные интерфейсы. С помощью платы DAQ с шиной PCI, или плату синтерфейсом PCMCIA для ноутбука, либо устройство DAQ которое подключается по USB.

Система сбора данных NI USB-6251 сочетает в себе преимущества М-технологий и высокоскоростного интерфейса. В нём реализована концепция ведения нескольких потоковых действий, таких как аналоговый ввод, аналоговый вывод, дискретный ввод и дискретный вывод. Все указанные действия происходить могут одновременно. Устройство представлено на рисунке 10.



Рисунок 10 - Система сбора данных NI USB-6251

Устройство предоставляет экономичные и надежные функции сбора данных для широкого спектра областей применения, начиная с простой автоматизации лабораторных исследований и заканчивая исследовательскими работами, разработкой систем верификации и тестирования, а также испытаниями на производстве.

Технические характеристики:

АЦП 16 бит/1,25 МГц;

ЦАП 16 бит;от

Частота вывода 2,8 МГц;

Два 32-битовых таймера-счетчика с частотой счёта 2,8 МГц;

Число каналов аналогового ввода: 16 с общей землей или 8 дифференциальных;

Аналоговый вывод: 2 канала.

Дискретный коррелированный В/В, 24 цифровых входа/выхода, уровень сигнала TTL.

TTL (transistor–transistor logic) – транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ) – это устоявшийся с 60-х годов XX-го века стандарт логических элементов, построенных на транзисторной биполярной технологии с напряжением питания плюс 5 В.

Счетчики работают с ТТЛ совместимыми сигналами

От 0 до 0.8 В Получается низкий уровень то есть логический «0»;

От 2 до 5 В Будет высокий уровень то есть, логическая «1»;

Максимальная длительность фронта нарастания/спада = 50 нс

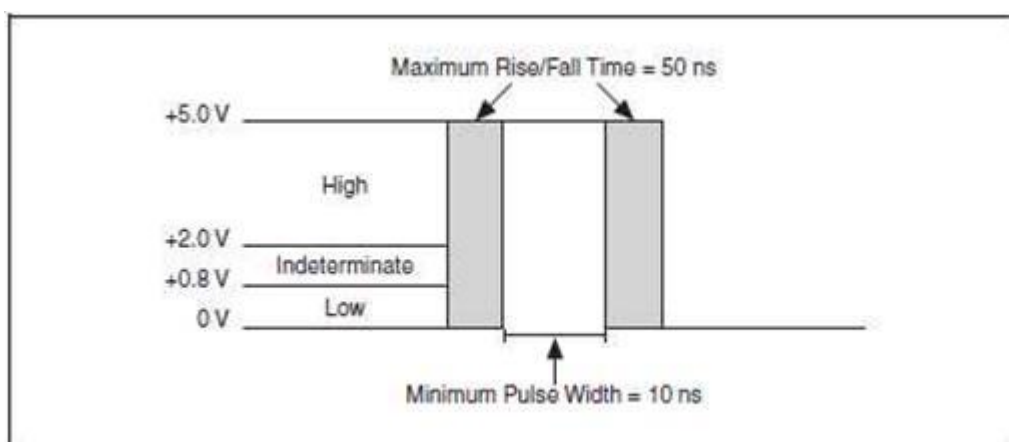


Рисунок 11 Характеристики TTL-сигнала

Небольшой уровень – с 0 вплоть до плюс 0.8 В, неустановленный уровень – с плюс 0.8 вплоть до плюс 2.0 В, большой уровень с плюс 2.0 вплоть до плюс 5.0 В, наименьшая продолжительность импульса = 10 нс, а самая большая длительность фронта нарастания/спада = 50 нс.

Для счетчиков немаловажно положение сигнала и переход с одного состояния в иное. Он умеет выявлять переход с логического нуля к логической единице, то есть нарастающие фронты. А также ниспадающие фронты, это переходы с логической единицы к логическому нулю. [10]

В составе функциональных DAQ-девайсов М серии применяется специальная заказная микросхема NI-STC 2, что распоряжается синхронизацией и тактированием действий ввода-вывода как для внутри аппарата, таким образом и среди некоторыми приборами. В микросхеме NI-STC 2, употребляемой в абсолютно всех приборах М серии, имелась кроме того учтена сопоставимость с АЦП, исполняемыми согласно наиболее нынешней технологические процессы, в этом количестве с 18-битовыми АЦП, использующимися в высокоточных приборах.

Существует 5 видов замеров с поддержкой счетчика: расчет числа фронтов, генерирование импульсов, определение свойств импульсов, определение частоты, измерение положения.

Счетчик состоит с последующих ключевых частей:

- Count Register (Счетный регистр) – в немой находится нынешнее роль счетчика, что возможно прочесть программно.

- Source – входной сигнал, который меняет нынешний статус счетчика, хранящееся в регистре. Расходомер разыскивает нарастающие и ниспадающие фронты данного сигнала. Подбор порядка – подсчитывать позитивные либо негативные фронты производится программно. Подобранный вид фронта именуют действующим фронтом сигнала. Если в доступ Source прибывает интенсивный фронт, положение счетчика меняется. Направленность немерено согласно инициативному фронту – инкремент либо декремент, кроме того избирается с поддержкой программного предоставления (СОГЛАСНО). Знак в входе Source обязан являться соединим с ТТЛ степенями.

Gate – входной знак, что позволяет (стробирует) перемена капиталом счетчика согласно инициативному фронту в входе Source. Результат способен осуществляться, если данный знак обладает или большой, или небольшой степень, или предполагает собою разнообразные композиции нарастающих и ниспадающих фронтов.

Out – выходящий знак, что предназначается с целью генерации единичных импульсов либо последовательностей импульсов и соединим с ТТЛ степенями.

Контакты, сопряженные с счетчиком

Все направления аналогового ввода, аналогового вывода и цифрового ввода-вывода обладают подходящие контакты с целью исполнения действий ввода и вывода. Для счетчиков применяются равно как контакты программируемых направлений PFI (Programmable Function Input), таким образом и специальные контакты. Выходные контакты счетчиков применяются только лишь с целью генерации импульсов. Направления Source и Gate отвечают контактам PFI, и их возможно применять в иных целях, никак не сопряженных с счетчиком.

Для того чтобы осуществлять ввод и вывод данных с устройства необходимы специальные виртуальные приборы разработанные в среде LabVIEW, и для их взаимодействия устанавливаются специальные драйвера.

В комплект поставки измерительные устройства National Instruments входит набор драйверов NI-DAQ, представляющий собой большую библиотеку функций и виртуальных приборов. Эти функции и виртуальные приборы можно вызвать в такой среде проектирования как LabVIEW. Чтобы создавать приложения, набор драйверов имеет прикладной программный интерфейс (API), который представляет собой библиотеку виртуальных приборов, функций, классов, атрибутов и свойств. Комплектный драйвер NI-DAQmx и утилита конфигурирования упрощают процесс настройки и измерений.

Драйвер установленный для управления измерительной системой NI-DAQmx является усовершенствованным вариантом драйвера NI-DAQ. В этом драйвере характеристики сильно отличаются от старого базового драйвера, но при этом совместим с ним.

Этот драйвер поддерживает все диапазоны измерительных приборов компании NI. Драйвера входят в комплект произведенных более двухсот модулей DAQ. Этот факт делает эти устройства легче в эксплуатации, добавляет гибкость при конфигурировании, высокопроизводительными множеством сред разработки, включая рассматриваемую среду разработки LabVIEW.

Основные преимущества NI-DAQmx драйвера:

- оптимизация в мультитядерных системах;
- улучшена возможности запуска; возможности управления отдельными каналами;
- многоканальная синхронизация;
- синхронизация «стимул – реакция».

Более 230 модулей среды LabVIEW снабжены драйвером режимом высокоскоростного многопоточного выполнения работы. Для пользователей

доступно интегрировать созданные ими программы в LabVIEW, что означает ускорения разработки.

Вместе с поставляемыми модулями поддерживаемые NI-DAQmx, драйвером поставляются программа настройки называемая Measurement & Automation Explorer, сокращенная формулировка MAX. Дополнительно к этому можно пользоваться утилитами тестирования и конфигурирования интерактивные тестовые панели, опорные диаграммы и виртуальные каналы.

ПО драйвера DAQmx позволяет разработчику без сложностей задавать необходимый вид сигналов и масштабировать выходные данные датчика для максимально реальной передачи собранных значений на реальные физические устройства.

DAQmx могут использоваться при решения таких задач как, задание диапазона и параметров входных сигналов для обработки и преобразование выходных данных с датчиков напряжения в форму, совместимую с настоящими физическими приборами. [8]

3 Обзор программы LabVIEW

Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (LabVIEW) это программирования виртуальных устройств в среде графического представления. Эта программа обширно применяется в области образования и промышленности, кроме того и в качестве обычного прибора с целью сбора сведений и управления устройствами в научно-исследовательских лабораториях. LabVIEW - достаточно сильная программа и подойдет на разных операционных системах.

Наименование программы произошло с первоначального использования программы в целях проведения исследований в лабораториях. В настоящее время наиболее обширное использование LabVIEW на лабораторных практикумах в университетах, преимущественно по объектам физики, электротехники, механики.

По сравнению с классическим стилем программирования, стиль в LabVIEW сильно отличается. Создавая виртуальный прибор так называемым «G» (от английского Graphical) методом графического представления объектов, всё программирование сводится к разработке графической схемы в виде блоков, осуществляемая путём их соединения. Каждый блок выполняет неповторимую функцию и в сборке блоков-схема преобразуется в исполняемый код. Такой способ программирования является отличной программной средой для многочисленных применений в научной и технической сфере.

Если сравнивать написание кода с помощью блоков в LabVIEW и традиционную разработку кода, можно прийти к выводу что с помощью данной программы различные задачи выполняются значительно быстрее и при этом затрачиваются меньше усилий.

Все компоненты блок схемы изображают узлы (nodes) блок-схемы, их объединяют с терминалами элементов управления и индикации и между собой линиями (wires).

Такой способ программирования управляется самими данными. В этой среде исполнительный элемент программы выполняется только тогда, когда

данные дошли на все его входы, и только потом далее поступают на выходные терминалы. Называется такой принцип - потоком данных.

Ключевой особенностью LabVIEW считается удобность управления процессом измерений в автоматическом либо интерактивном порядке. Анализ данных и впоследствии их обработка применяет широкий комплект функциональных библиотек общего и специализированного назначения. Взаимодействие с оператором выполняется на созданном виртуальном устройстве с помощью продуманного и элементарного в программировании графического интерфейса.

В LabVIEW встроено огромное количество разных функций которые отличаются степенью трудности. Каждая функция имеет иконку которая выбирается в палитрах и подпалитрах сгруппированные согласно своим категориям.

Так как их большое количество и они различаются, выделяют на две категории: на базовые и вспомогательные. В категорию базовых функций определены подпалитру таких функций как: числовые, логические, строковые, функции сравнения.

Программа выполняет поток данных с помощью таких элементов, как проводники, терминалы, структуры, участки. У любого компонента имеется своя функция и неповторимые возможности. Они практически никак не ограничивают возможности и воображения разработчика виртуального прибора. В следствии возникло большое число способов сочетание элементов программы, а значит и большое количество методов решений задач, но в плане функционала программы довольно равносильными.

Так как программа LabVIEW не русифицирована, следует знать английский язык на среднем уровне, только в таком случае программирование в ней не вызывает никаких трудностей. Программа вполне надежна, читабельна и при необходимости проста в изменениях элементов и структуры кода всего приложения.

Разрабатывая виртуальные программы в LabVIEW необходимо следовать основным правилам:

- тесно размещать элементы;
- ограничивать величина блок-диаграммы подприбора согласно высоте и ширине экрана;
- возле иконки должно быть описание;
- остерегаться навесов и изломов проводников;
- остерегаться наложения элементов и переплетений соединительных линий в блок-диаграмме;
- параллельные проводники должны проходить на одном и том же дистанции.
- уменьшать длину проводника: его основание и быть заметны на экране;
- дополнять метки для длинных проводников;
- группировать сопряженные данные в кластеры;
- обязательно строить поток данных слева направо.

3.1 Инструменты LabVIEW необходимые для работы

После запуска LabVIEW появляется стартовое диалоговое окно. Оно разделено на две группы вариантов действий пользователя. Левая часть окна позволяет создать новый ВП (Blank VI), пустой проект (Empty project) или создать ВП по шаблону.

Правая часть диалогового окна позволяет получить доступ к справочным материалам (Help).

Панель главного мени стандартно как и у других програм располагается сверху. Состоит из следующих пунктов выбора: File, Edit, View, Project, Operate, Tools, Windows и Help.

При создании пустого ВП (Blank VI) открываются два окна, содержащие лицевую панель (Front Panel) и блок-диаграмму (Block Diagram) виртуального прибора, рисунок 12.

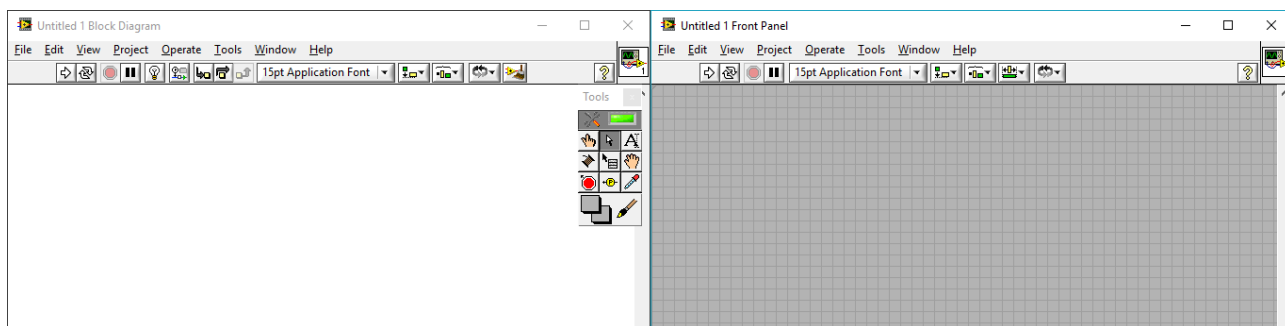


Рисунок 12 – Лицевая панель и блок-диаграмма ВП

На лицевой панели разрабатывается внешний вид будущего виртуального прибора. На ней создавались элементы управления и отображения осциллографа. Созданные элементы управления рассмотрим в другой главе.

Меню в котором располагается панель инструментов с помощью которой реализуют включение виртуального прибора или его редактирование. Панель инструментов блок-схемы немного отличается наличием управлением отладки виртуальным прибором.

Палитру инструментов можно вывести с помощью щелчка правой кнопки мыши при нажатой клавише Shift. Термин инструмент подразумевает специальный операционный режим курсора мыши. Все операции по созданию, редактированию и отладке ВП выполняются с помощью палитры Инструменты рисунок 13.



Рисунок 13 – Палитра инструментов

Когда в палитре выбирается какой либо из пунктов инструментов, указатель мыши приобретает его форму. Присутствует полезная кнопка автоматического включения инструмента при наведении сразу на объект без использования палитры. Но выбирай вручную другой инструмент это приводит к отключению данного автоматического режима

Для размещения элементов управления и отображения данных на лицевую панель используется палитр элементов управления и отображения. Палитра элементов управления и отображения доступна только с лицевой панели.

Все элементы проектирования интерфейса разделена на разделы и подразделы, бывают (числовые, строковые индикаторы, кнопки и прочие).

Для разработки кода программы используются панель контроллеров. Выводиться левым щелчком мыши на на пространстве блок-диаграммы.

Все элементы палитры контроллеров сгруппированы, рисунок 14.

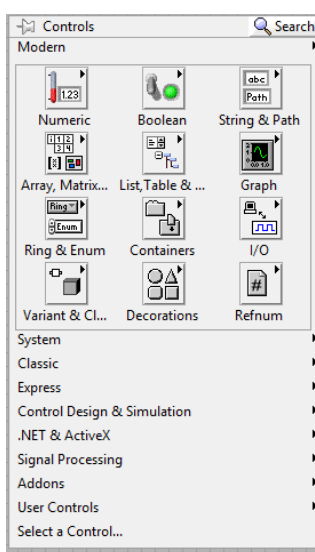


Рисунок 14 – Палитра элементов управления и отображения

При формировании лицевой панели производится выбор и установка на ней элементов управления и индикаторов из палитры элементов. Аналогично при разработке блок-диаграммы производится выбор и установка на ней функциональных элементов и подприборов из палитры функций данной панели.

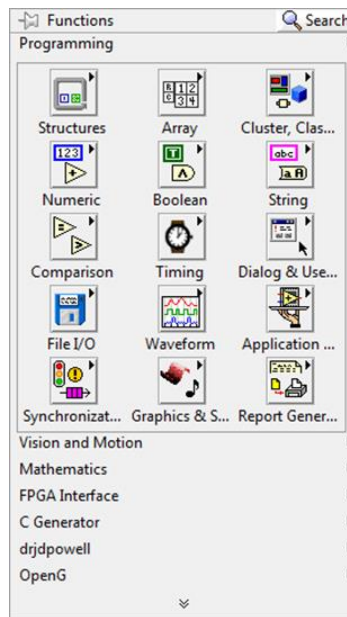


Рисунок 15 – Палитра функций

Размещение каждого компонента в лицевой панели сопровождается появлением соответственного терминала данных (terminal) в панели блок-схемы. Терминалы компонентов управления предполагают порты ввода данных в блок-схему, а терминалы индикаторов – порты вывода информации с блок-схемы в лицевую панель.

С целью обрабатывания введенных данных и программного управления параметрами и системами работы компонентов передней панели в панели блок-схемы располагаются требуемые константы, функции, подприборы и структуры, которые также обладают терминалы для ввода и вывода данных.

Существует два типа структур это цикл с фиксированным числом интеграций и цикл по условию. В первом варианте устанавливается значение количества раз сколько будет выполняться цикл, а во втором варианте цикл будет работать до тех пор, пока условия не будут истинными. По умолчанию цикл всегда находится в состоянии ложь.

В разработке осциллографа использовался метод построения блок структуры внутри цикла по условию. Было установлено так, чтобы цикл выжидает условие означающее нажатие кнопки стоп. [11]

Для настройки элементов управления осциллографом использовался сдвиговый регистр в цикле. Он автоматически подстраивает тип данных на тот который был к нему подключен.

Структура варианта, иначе называемая Case-структура использовалась для управления настройками развертки и чувствительности. Сначала существует два варианта от нуля, создавая больше нужно отметить было тот который будет включаться по умолчанию. И не забывать корректировать схожесть данных с элементом управления.

В неё помещался специальный инструментарий, который реализуется с помощью узла свойств. Этот узел позволял манипулировать разверткой и чувствительностью графического отображения сигнала. Создать узел (Property Node) можно из контекстного меню выбранного визуального блока.

Пример создания показан на рисунке 16.

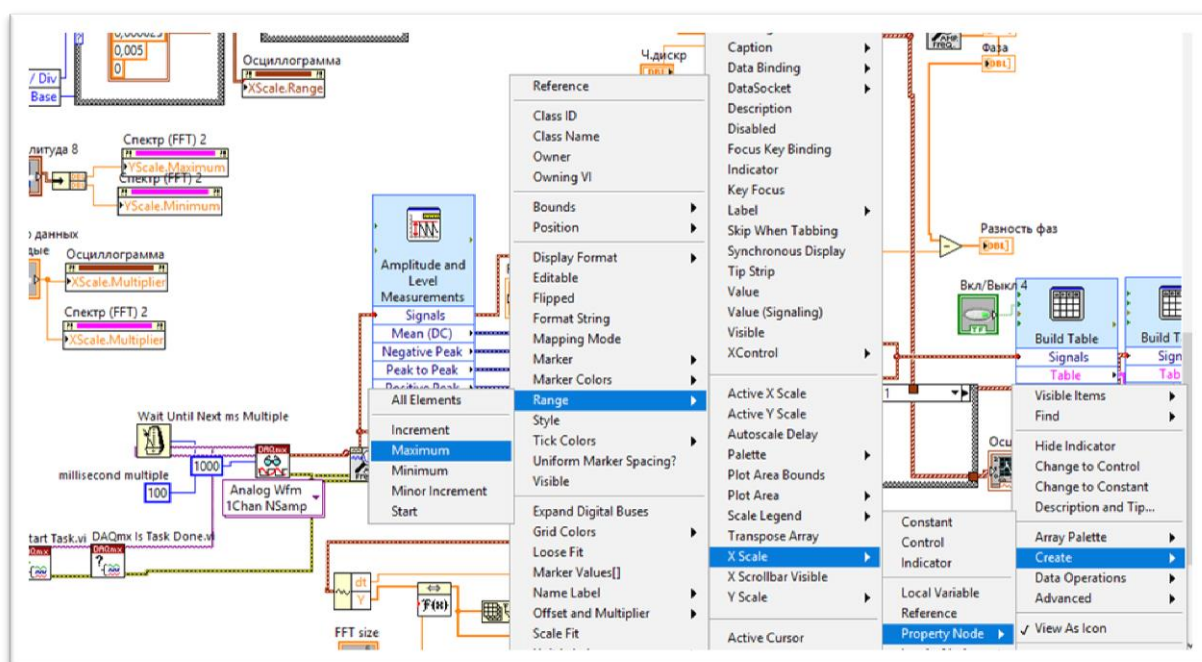


Рисунок 16 – Пример создания узла Property Nodes объекта передней панели.

4 Создание виртуального цифрового осциллографа

4.1 Создание блок-схемы осциллографа

В качестве источника сигналов используется устройство сбора данных DAQmx M-серии от компании National Instruments. Создание виртуального прибора цифрового осциллографа выглядит следующим образом.

Установив необходимые драйвера для работы с приставкой сбора данных запускаем LabVIEW. В появившемся окне в разделе New выбрали Blank VI. После этого открывается окно лицевой панели и окно блок-схемы.

Нам необходимо было использовать блоки для управления виртуальным прибором, на базе DAQmx устройства, поэтому создание начали с блок-диаграммы.

Необходимые блоки сбора данных размещены в палитре функций измерения сигналов в подменю DAQmx Data Acquisition.

Правой кнопкой мыши вызвали меню функций. Выбрав пункт Measurement I/O, открылось необходимое подменю DAQmx Data Acquisition.

Щелкнув правой кнопкой мыши на поле блок-диаграммы, вызвав палитру инструментов выбрали пункт Measurement I/O. В отрывшемся подменю нажали DAQmx Data Acquisition, и нам отобразилась палитра инструментов для создания виртуального прибора (рисунок 17).

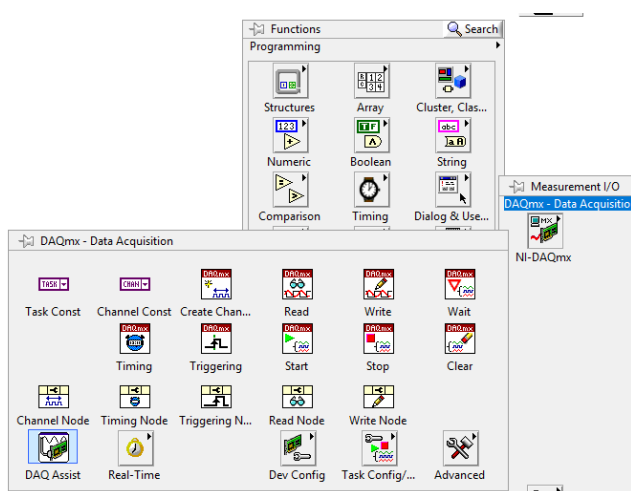


Рисунок 17 – Палитра инструментов подменю DAQmx Data Acquisition

В первую очередь был создан блок выбора канала. С помощью этого блока выбирается с какого канала DAQ-устройства будет производиться сбор данных.

Далее для создания виртуального канала выбрали из палитры DAQmx Create Virtual Channel и расположили на блок-диаграмму.

Этот блок создает канал, который указали в выпадающем меню конфигуратора входов этого виртуального прибора. Из выпадающего меню блока выбрали тип постоянного напряжения AI Voltage.

Следующим шагом выбрали блок DAQmx Timing (синхронизация). С помощью данного блока можно выбрать число генерируемых или собираемых выборок, а также создать буфер, если это необходимо, рисунок 18.

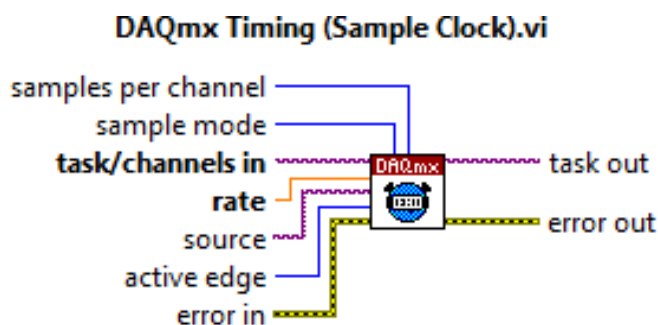


Рисунок 18 - Блок DAQmx Timing (синхронизация)

Блок DAQmx Timing (задается тип тактирования). В нём происходит выбор количества выборок для сбора или выбор количества выборок для генерации, и частоту выборки. В случае когда необходимо создать буфер, этот блок его создаёт.

В нём можно выбрать тактовые импульсы выборки, квитирование, неявное, использовать осциллограмму.

Мы выбрали опцию Sample Clock в выпадающем меню этого виртуального прибора для ввода аналогового сигнала.

На такой настройкой конфигуратора блок содержит следующие параметры, указанные в таблице 5:

Название в палитре	Перевод	Описание параметра
sample mode	режим выборки	Определяет как будет выполняться задача непрерывно либо в течение установленного предела времени выполнения.
samples per channel	количество выборок на канал	Задаёт количество выборок для сбора данных или генерации, если на входе sample mode установлено значение.
finite Samples	ограниченное количество выборок	Определяет объёма промежуточного буфер хранящий данные при их передачи из DAQ устройства в среду разработки LabVIEW.

Так как нам необходимо отображать, обрабатывать и производить запись данных по мере их поступления, для нашего случая использовали режим непрерывного сбора данных. Для этого устанавливался режим работы Sample mode (continuous). В блоке частота выборки задается с помощью rate (частота).

Для того чтобы использовать базовый генератор сигнала приставки DAQ, настройки которая задаёт терминал источника тактовых импульсов source, на входе к блоку оставили без изменений.

Канал с которого производится сбор данных подключили в раздел channels in (каналы)

Далее подключается блок DAQmx Start Task (начать задачу). Данный блок переводит задачу в состояние выполнения для того чтобы начать генерацию сигнала или её измерение, рисунок 19.

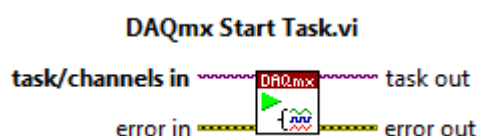


Рисунок 19 - Блок DAQmx Start Task (начать задачу)

Для считывание виртуальным прибор выборки из каналов, необходим узел свойств DAQmx Read. Конфигуратор данного виртуального устройства

предлагает сделать параметры получаемых данных, а кроме того вид операции: считать ли за один раз одну выборку либо некоторое количество, и считывать ли с одного или нескольких каналов. Блок представлен на рисунке 20.

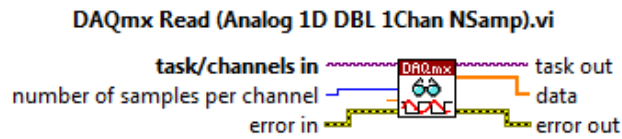


Рисунок 20 - Блок DAQmx Read (Чтение)

В меню представленном на рисунке 21 представляется возможность выбора типа ввода данных:

- analog (аналоговый);
- digital (цифровой);
- counter (ввод сигналов счётчика);
- more (дополнительный).

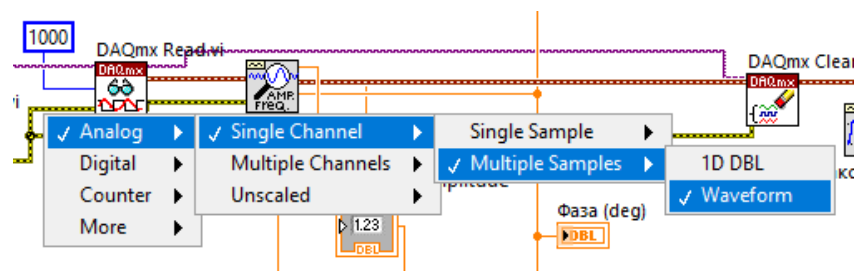


Рисунок 21 – меню выбора ввода данных DAQmx Read

Второе подменю имеет выбор опции использования количества каналов для считывание данных с устройства, либо выбор чтения данных с устройства без предварительного масштабирования.

Далее высвечивается следующее подменю выбора режима сбора данных однотоочным или многотоочный режим сбора данных.

Последнее подменю позволяет выбрать формат возвращаемых данных как формат осциллограмма или как формат число с плавающей запятой удвоенной точности.

При выборе многоточечного сбора данных используйте это меню для возврата данных в виде осциллограммы или массива числовых значений с плавающей запятой удвоенной точности.

В нашем случае используется многоточечный сбор данных аналогового типа ввода, с одним каналом для чтения многоточечного режим сбора данных. Формат возвращаемых данных осциллограмма.

Такой формат как кластер, он состоит из таких элементов как скалярное значение t_0 и t .

- t_0 – время получения первой точки массива.
- t – временной интервал между точками данных массива Y .
- Y – одномерный массив числовых данных (DBL).

Преимуществами такого типа данных является, возможность определения времени получения данных, упрощение действий построения данных на графике и отображение нескольких графиков в одном графическом индикаторе.

На лицевой панели прибора необходимо было расположить графический индикатор. Его можно найти, щелкнув правой кнопкой мыши на рабочем поле лицевой панели. А также, блоки для управления частотой выборок и количеством выборок на канал можно найти в подменю Classic→Numeric→Numeric Control. Блок индикации график можно обнаружить в разделе Express→Graph Indicators→Graph. Необходимое подменю приведено на рисунке 22.

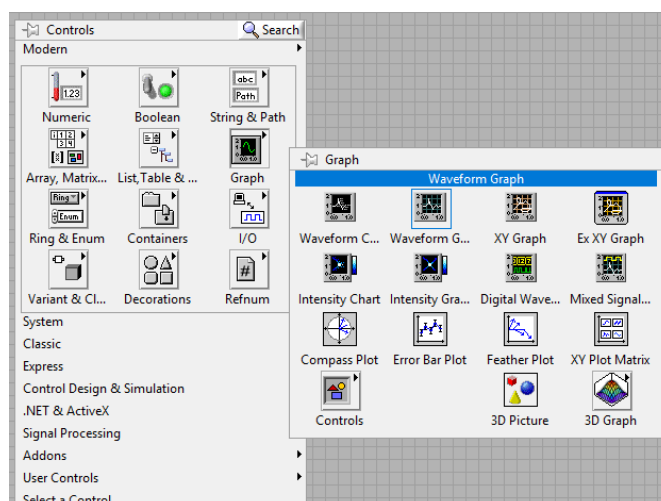


Рисунок 22 – Палитра выбора графических индикаторов

На данном этапе все блоки подключили ко входам и подсоединили к графическому индикатору Waveform Graph через Case структуру, с помощью которой регулируется количество отображения сигналов на самом графике.

График осциллограммы (Waveform Graph) – графический индикатор, который получает показатели в виде массива чисел и воспроизводит их с равномерным шагом. Схема соединения Case структуры показана на рисунке 23.

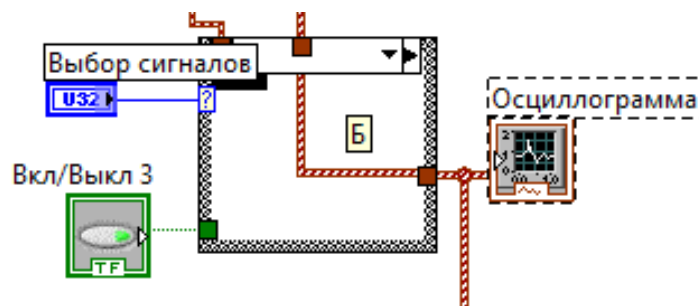


Рисунок 23 – Соединение с индикатором «Waveform Graph»

Следующим разместили блок DAQmx Clear Task, расположенный в палитре всех функций по измерениям с помощью блоков драйвера DAQmx – Data Acquisition. Этот блок очищает ресурсы памяти отведенные задаче. Рисунок 24.

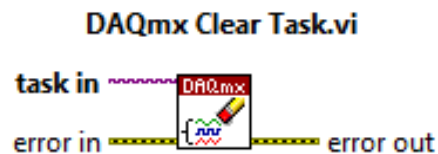


Рисунок 24 - DAQmx Clear Task

По завершении выполнения задачи ставится обработчик ошибок. При возникновении ошибки появиться диалоговое окно с информацией, касающейся ошибки и ее места возникновения для того, чтобы сразу на любом этапе можно быстро её устранить, рисунок 25.

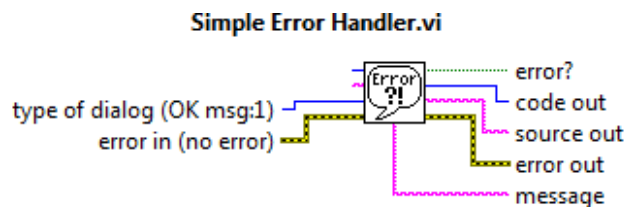


Рисунок 25 - Блок Simple Error Handler (Обработчик ошибок)

На блок диаграмму поместили функцию Wait until Next ms Multiple, выбранная функция находится в палитре функций и таймера. С помощью этой функции управляется скоростью выполнения цикла, рисунок 26.

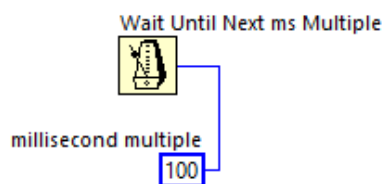


Рисунок 26 - Блок Wait until Next ms Multiple

Эта функция работает как пауза цикла, останавливая выполнение цикла на установленное время в константу, она должна быть кратна целому числу, умноженному на значение ввода в единицах миллисекундах. В нашем случае установили значение ввода равным 100 мс.

Необходимо было выполнить различные измерения сигнала, для этого воспользовались следующими блоками, представленные на рисунке 27.

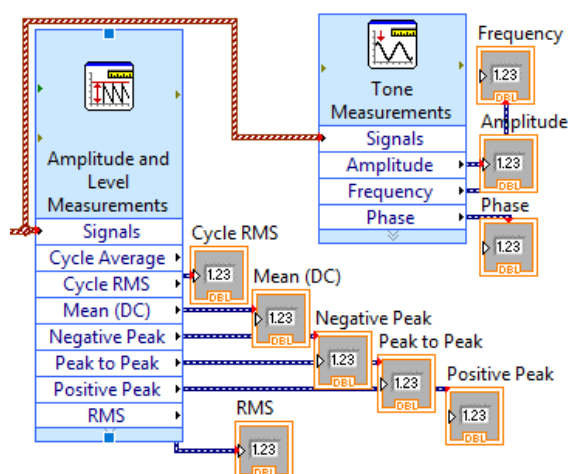


Рисунок 27 – Блоки для выполнения измерений значений сигнала

Amplitude and Level Measurements Express VI выполняет измерения параметров напряжения сигнала такие как: постоянная составляющая, среднеквадратического значения, значения максимального пика и минимального, значение размаха, среднего значения и среднеквадратического значения за период.

Tone Measurements Express VI осуществляет поиск гармоник с наивысшей частотой или наибольшей амплитудой. Этот VI определяет также частоту и амплитуду отдельной гармоники.

Считывание проводилось непрерывно, все блоки алгоритма поместили в цикл. Цикл завершит выполнение задачи, в случае возникновения ошибки или при принудительной остановке с лицевой панели нажатием кнопки стоп. [10]

4.2 Дополнительная функция для анализа спектра

На панели функций выбираем следующий блок Get waveform Components. С помощью блока «Получение компонентов осциллограммы» представленного на рисунок 28, выделяем необходимую информацию, а то есть шаг по времени и массив элементов.



Рисунок 28 - Блок «Получение компонентов осциллограммы (Get waveform Components)»

На вход подается массив данных «осциллограмма» (waveform) из которой и извлекаются компоненты.

Выход dt – будет представлять собой интервал времени между значениями полученного массива Y . Значение dt нам нужно чтобы определить шаг по частоте (разрешение), определяется количеством точек исходного сигнала: $df=1/(N*dt)$.

Дополнительные выходы и определение компонентов можно осуществить с помощью контекстного меню, выбрав те, которые необходимы.

Далее полученный массив значений отправляются на быстрое преобразование Фурье, представленный на рисунке 29. LabVIEW включает в себя функцию точечного БПФ, которая выводит массив, представляющий результат БПФ с каждой входной выборкой.

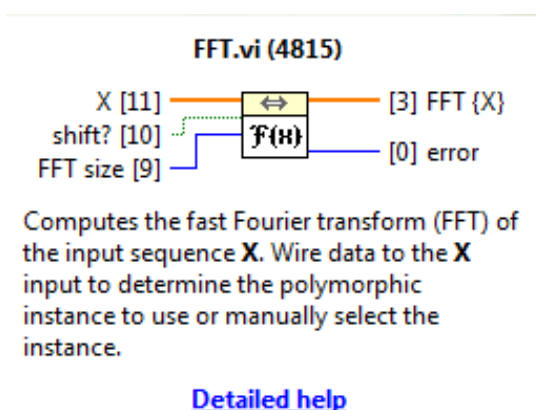


Рисунок 29 БПФ

Для настройки функции требуется некоторое время, а это означает, что нужно ввести некоторое количество выборок, прежде чем результаты станут значимыми. Для этого был подключен элемент управления для настройки FFT size.

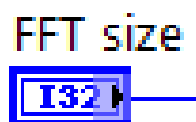


Рисунок 30 - Элемент управления

Для реальных входных данных два сопряженных зеркальных изображения в результате БПФ компенсируют мнимые части любых сложных синусоид и таким образом, суммируют в строго реальные, таким образом, вы получаете представление строго настоящие синусоиды.

Входные данные получены с приставки DAQ и являются строго реальными данными, поэтому результат БПФ отражается.

Если бы результат БПФ не был зеркально сопряженным, он представлял бы сигнал, который имел комплексные значения (ненулевые мнимые компоненты).

Так как БПФ зеркальный мы удалили половину массива значений. Для этого нами известное количество массива с помощью Array Size подключили на блок деления на 2. Полученная половина массива была подключена к входам length и index блока Array Subset представленном на рисунке 31.

Вход length определяет, сколько элементов, строк, столбцов или страниц необходимо удалить, а вход index указывает, что хотим удалить из массива, например элемент, строку, столбец или страницу.

На вход сверху блока в «массив (array)» был подключен основной массив значений, полученный после функции FFT который будет сокращаться.

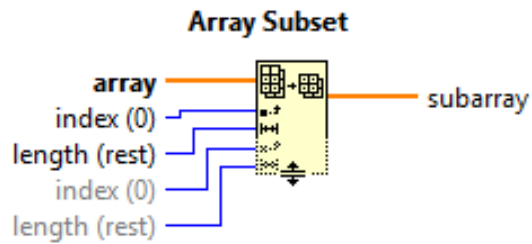


Рисунок 41 - «Заменить подмассив».

В данном блоке используется индекс последнего элемента массива. Можно подключить только один вход индекса.

На выходе subarray подаваемый на вход массив в результате реализации блока Array Subset выходит урезанный наполовину массив.

Массив значений комплексный поэтому используем следующий блок Complex To Polar, который находится в подменю палитры Mathematics > Numeric > Complex. Блок представлен на рисунке 32.

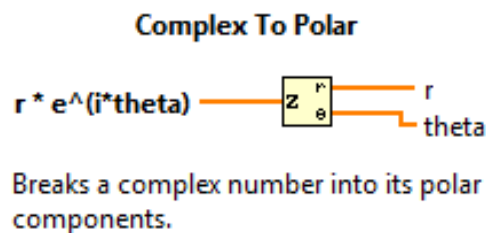


Рисунок 32 - «Complex To Polar».

Данная функция выполняет разделение комплексное значение на два заданные в полярных координатах значения.

Выход r который в дальнейшем соединили с следующим блоком, имеет ту же структуру типа данных, что и $r * e^{i*theta}$, но со скалярным представлением вместо комплексного.

Далее строим графическую зависимость с помощью функции Bundleю, который находится в связки функций кластеров, представленных на рисунке 33. Чтобы получилось три входа в кластер, зажимаем нижнюю границу кластера и тянем вниз.

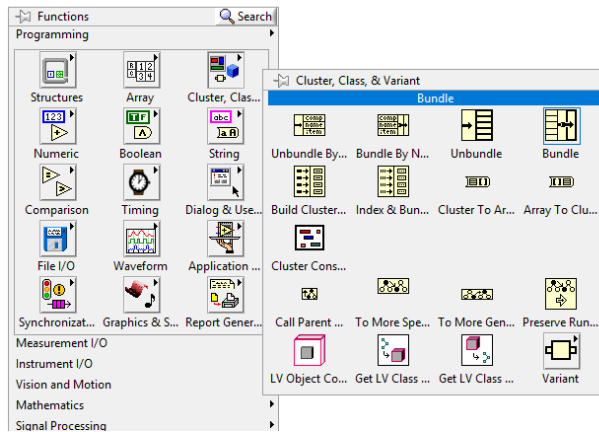


Рисунок 33 – Палитра кластеров (Cluster)

В нашем случае будут компоноваться в кластер следующий массив данных:

- начальное значение по оси X, которое устанавливаем, как значение 0;
- шаг по оси dt;
- массив значений.

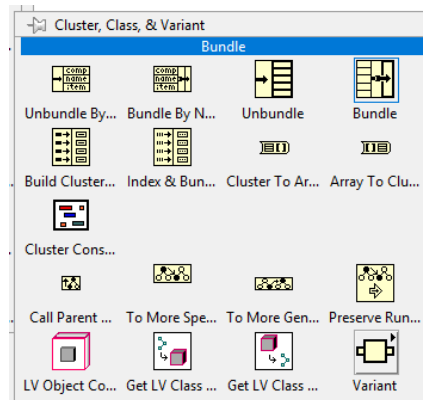


Рисунок 34 – Палитра кластеров (Cluster)

После установки начального значения по оси X константой 0, соединяем остальные два провода. Элемент константа представлен на рисунке 35.

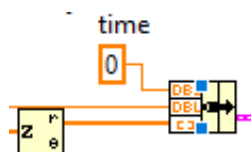


Рисунок 35 - Элемент константа

Фрагмент полученного анализатора спектра для разрабатываемого осциллографа представлен на рисунке 36.

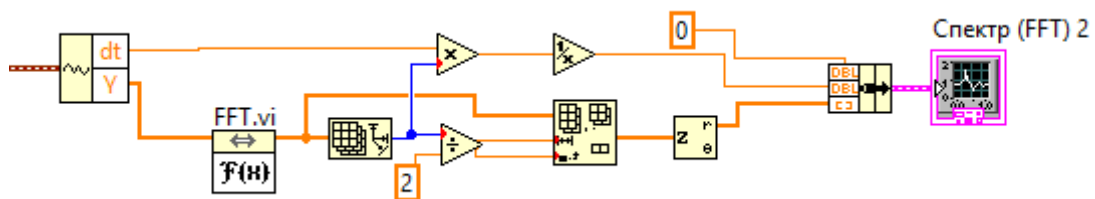


Рисунок 36 – Блок диаграмма анализатора спектра

4.3 Дополнительная функция генерации сигналов

В разработанном осциллографе создана дополнительная функция для генерации сигнала. Предусмотрена возможность генерирования виртуальных сигналов трёх распространённых форм: синусоидальной, треугольной, и прямоугольной формы.

В данной функции доступна регулировка частоты генерируемого сигнала и частоты дискретизации сигнала.

Принцип работы следующий, в ней применён цикл типа «While loop», который останавливается по нажатию кнопки лицевой панели «Остановить».

В цикле установлен блок «Wait Until Next ms Multiple», на который подано значение 100 миллисекунд. Это означает, что во время работы виртуального прибора генерации сигнала выполняется 10 повторений цикла в секунду.

Этого достаточно для работы с виртуальным прибором, наглядного отображения сигналов на дисплее и не перегружает ресурсы компьютера.

Тумблер при поднятии в положение «Вкл» подаёт логическое «Да» на зелёный индикатор работы осциллографа и на вход «Case» структуры которая является в основе блока генератора. Case Structure (структура ветвления), позволяет произвести выбор среди имеющихся форм сигнала

Данная структура выдаёт ноль (при значении логического «Нет» на входе в «Case» структуру) или (при значении логического «Да» на входе в «Case» структуру) соответствующее выбранной форме сигнала значение в генератор сигналов, выполненный в подпрограмме с названием «acquire signal.vi».

Имеется возможность изменения частоты сигналов с помощью двух ползунков, значение с которых подаётся на вход подпрограммы «acquire signal.vi», представлен на рисунке 37

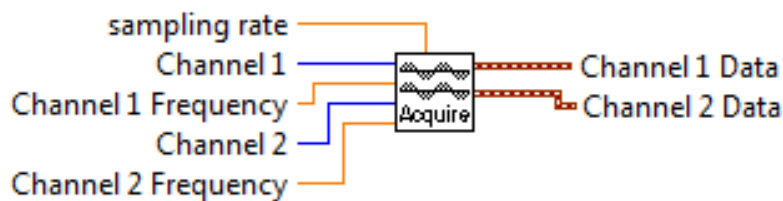


Рисунок 37 – подпрограмма создания сигналов

На выходе данная подпрограмма выдаёт двумерный массив данных, необходимых для отображения сигнала Б.

Далее два массива объединяются с помощью блока «Build Array» и подаются на вход блока «Waveform Graph», который и является дисплеем виртуального осциллографа на лицевой панели. Для выбора вида отображения графиков блок занесен в Case структуру.

Для регулировки параметров генерируемого сигнала с лицевой панели, к блок-схеме были созданы такие элементы управления как:

- форма сигнала;
- частота сигнала;
- амплитуда;
- частота дискретизации.

5 Итоговый виртуальный прибор

Итог блок схемы разработанного осциллографа представлен на рисунке в Приложении А.

Пример работы созданного виртуального прибора представлен на рисунке Б1, Б2, Б3 приложения Б

5.1 Возможности панели управления

Основное окно программы прибора используется для связи с прибором. Пользователь посылает команды используя панель управления и меню. Данные возвращаются и отображаются на координатных сетках графиков. Для измерений можно также использовать маркер и статусную строку “X” и “Y”. На рисунке 38 изображено основное окно программы.

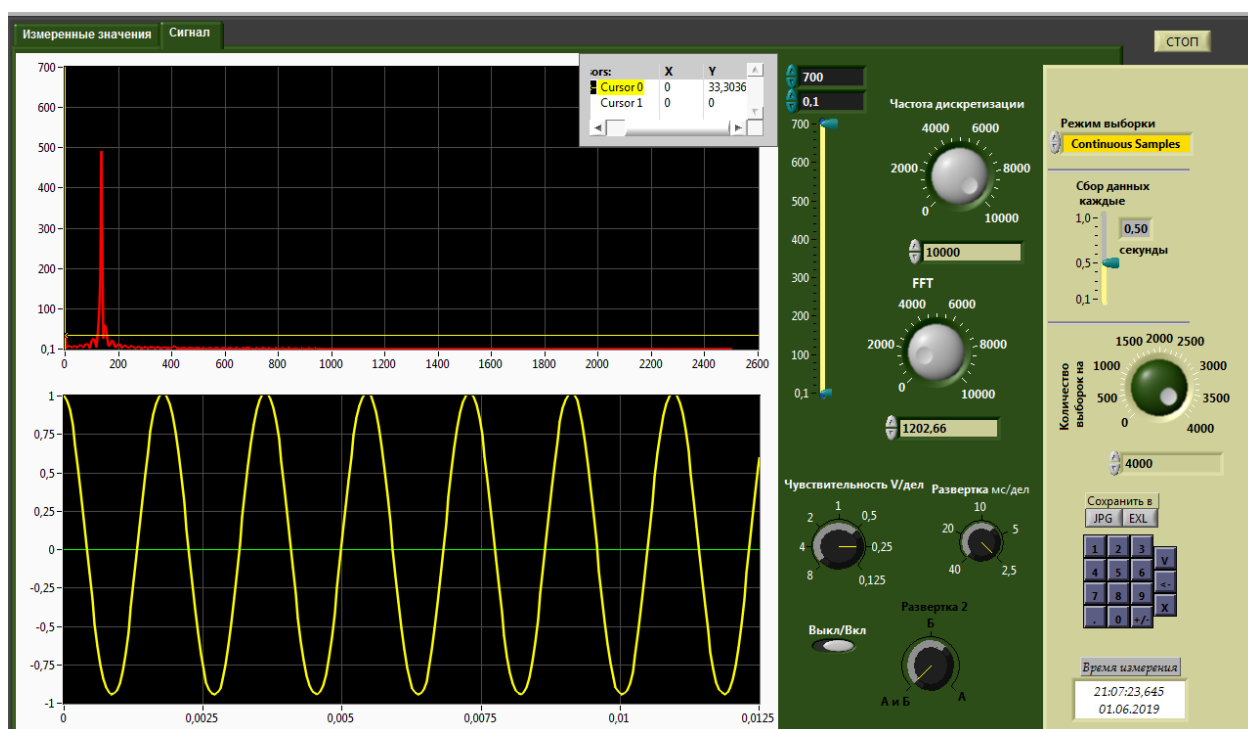


Рисунок 38 – Лицевая панель

Панель управления интерфейса — это часть с правой стороны главного окна программы. На неё имеются элементы управления, которые имитируют органы управления осциллографом. Используя их можно выбирать режима

выборки, управлять частотой сбора данных в секунду, доступна кнопка стоп, управление амплитудой, управление разверткой, частотой дискретизации и управление количеством выборок на канале и другие представлены здесь.

Рассмотрим подробнее элементы интерфейса разработанного виртуального прибора, он выглядит следующим образом. На лицевой панели после запуска виртуального прибора необходимо включить осциллограф, щёлкнув соответствующую кнопку в разделе – измерение значений.

Режим выборки управляется с помощью элемента выбора, представленного на рисунке 39.

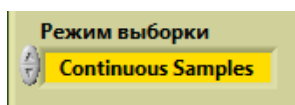


Рисунок 39 – Режим выборки

С помощью следующего элемента управляется частота сбора данных в секундах, например, на рисунке 40 выставлено значение сбор каждые 0,5 секунд.



Рисунок 40 – Выбора частоты сбора данных

Частота дискретизации выбирается с круглого элемента управления с возможностью корректировать значение на стрелках формы отображения выставленной частоты, рисунок 41.

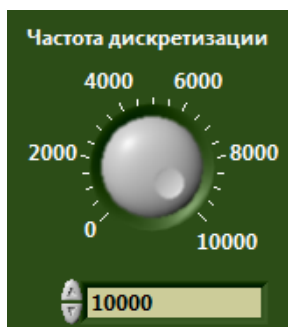


Рисунок 41 – Частота дискретизации

Количество выборок на канал управляется с похожего элемента управления, представленного на рисунке 42. Максимальное число выборок на канал 4000.

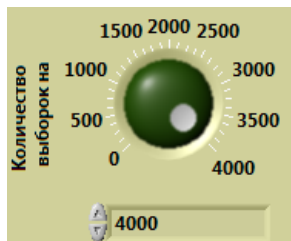


Рисунок 42 Количество выборок

Чувствительность управляется элементом управления указанным рисунком 43, возможности выбора от 0,125 до 8 вольт на деление.

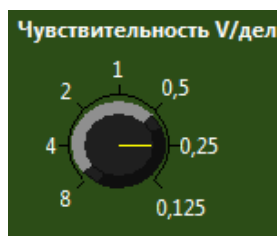


Рисунок 43 - Чувствительность

На рисунке 44 показан элемент управления разверткой. Время развертки напрямую влияет на то, как долго будет проводиться измерение. Время развертки подстраивается для поддержания калиброванной картинки на дисплее.



Рисунок 44 - Развёртка

Регулируя элементом, указанным на рисунке 45, возможность выставления размера БПФ. Также, как и у частоты дискретизации тут есть возможность корректировать выставленное значение маленькими стрелочками.



Рисунок 45 – Размер БПФ

Управление амплитудой графика анализатора спектра реализуется с помощью выставления максимальной и минимальной границы отображения графика, данный ползунок представлен на рисунке 46.

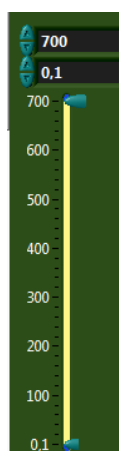


Рисунок 46 – Элемент управления амплитудой спектрального графика

Данные за каждый временной интервал будут математически извлекаться нужный кусочек информации из входного сигнала, помещается в память и отображается на дисплее в вкладке – измеренные значения.

Например, существует возможность включить только сигнал А или только сигнал Б, либо сигналы А и Б отображать одновременно, выбирая с помощью элемента управления.

Рядом с ползунками установлены индикаторы значений созданного виртуального сигнала. Элементы и индикаторы представлены на рисунке 47.

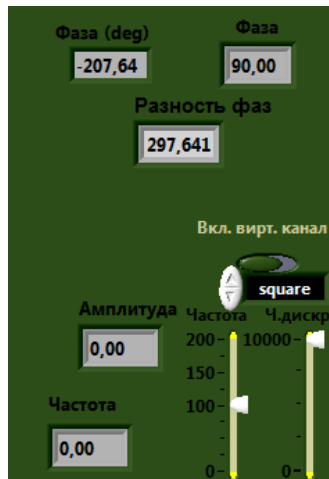


Рисунок 47 – Элемент управления выбором отображения каналов

Формы для заполнения измеренных значений: амплитуды, частоты, фазы, среднеквадратичное значение сигналов, среднее значение, размах, положительный и отрицательный пик; индикаторах, представленных на рисунке 48.

Сигнал	А	Сигнал	Б
Amplitude	1,01125	Amplitude 2	1,01002
Frequency	287,093	Frequency 2	120,599
Phase	-207,641	Phase 2	231,201
RMS	0,71356	RMS 2	0,715561
Mean (DC)	0,019273	Mean (DC) 2	0,023759
Peak to Peak	1,96964	Peak to Peak 2	1,96803
Positive Peak	1,02179	Positive Peak 2	1,02131
Negative Peak	-0,94784	Negative Peak 2	-0,94672

Рисунок 48 – Индикаторы измеренных значений

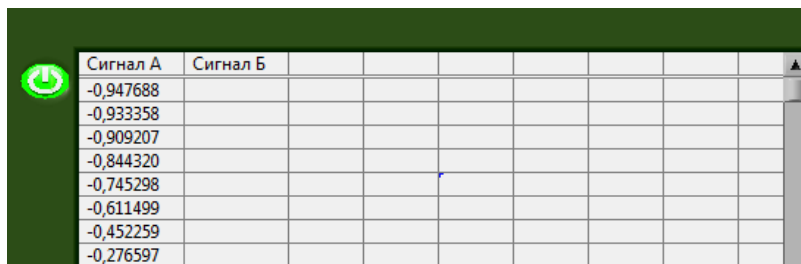
Peak: Данный метод предполагает отображение наибольшей точки измерения для каждой точки отображения, при этом обеспечивается сохранение узких пиков.

RMS: Данный метод выполняет среднеквадратичное вычисление всех точек измерения в каждой точке отображения и особенно полезен в отображении среднего значения шума.

Negative: Данный метод предполагает отображение наименьшей точки измерения для каждой точки отображения. Как правило, этот режим используется для детектирования малых дискретных сигналов в присутствии практически равных значений шума. Точки отображения, содержащие только шум, будут, как правило, показывать меньшую амплитуду по сравнению с теми, которые содержат дискретные сигналы.

Quasi-peak: При выборе данного метода становятся доступными полосы пропускания и полосы видеосигнала 2000 Гц, 9 кГц и 120 кГц. Данный метод детектирования разработан в соответствии с требованиями Международного комитета по борьбе с радиопомехами (CISPR).

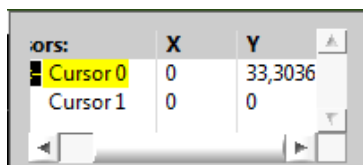
В приборе есть возможность занесения измеренных данных в таблицу, она активируется с помощью кнопки рядом с ней. Форма таблицы представлена на рисунке 49



Сигнал А	Сигнал Б								
-0,947688									
-0,933358									
-0,909207									
-0,844320									
-0,745298									
-0,611499									
-0,452259									
-0,276597									

Рисунок 49 – Таблица измерений

Существует возможность помещать маркеры на графики нажатием правой кнопки мыши. Рисунок 50.



курс:	X	Y
Cursor 0	0	33,3036
Cursor 1	0	0

Рисунок 50 – Курсорные измерения

Предусмотрена кнопка для сохранения данных результата анализа сигнала. Сохранять график в виде jpg файла и сохранять данные из таблицы в exl файл. Кнопка представлена на рисунке 51.

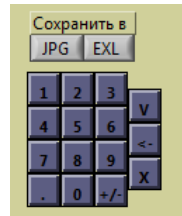


Рисунок 51 – Кнопки сохранения данных

В правой части лицевой панели виртуального прибора расположена панель выбора отображения полученных и генерируемых сигналов.

Последним рассмотренным элементом созданного осциллографа является форма показывающая текущее значение времени и даты, рисунок 52.

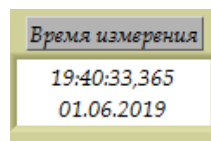


Рисунок 52 – Индикатор времени и даты

5.2 Использование памяти виртуальным прибором

Правильные настройки управления потоком данных в LabView решит множество проблем с буфером. Одна из особенностей этой программы это то как выполняется работа с буфером. Функции генерируют потоки данных и выделяют области буфера для их хранения. В случае не использования данных память их высвобождает.

Рассмотрим ключевые настройки блоков, которые учитывались при создании избавляющие от ошибок в буфере способствующие корректной работе виртуального осциллографа.

В созданном осциллографе происходит непрерывный буферизированного сбора данных, то есть, можно собирать неограниченное количество точек. Так как реализуется сложный процесс с вероятностью получения большего количества данных, чем возможно вместить в буфер использовался циклический буфер. Пример работы циклического буфера показан на рисунке 53.

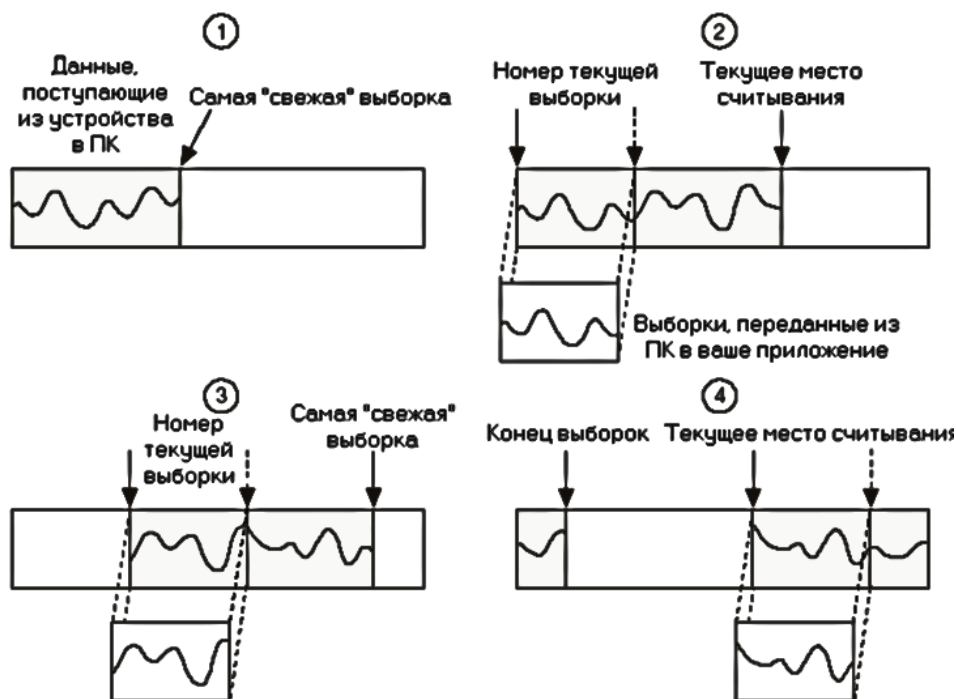


Рисунок 53 - Алгоритм работы циклического буфера

Работает он в таком порядке, что по достижению предела буфера запуск начинается заново.

В используемом вначале блоке Timing настраивается тактирование, определяется число выборок на канал для чтения и определяется частота сбора данных. Выбор числа выборок на канал выполняется с помощью элемента управления выбором частоты сбора данных.

Количество выборок на канал для чтения (number of samples per channel to read) не должно быть равным размеру буфера или быть больше его. Значение ввода number of samples per channel to read устанавливаются равным одной четвертой или половине размера буфера при непрерывном сборе данных.

Если будет задано число выборок для чтения равным значению между четвертью и половиной размера буфера, в этом случае, когда число выборок на канал в буфере ПК наберётся равным количеству выборок для чтения, блок Read драйвера DAQmx отправит накопленное число выборок из буфера компьютера в буфер программы LabVIEW.

Блок DAQmx Read выполняет регистрацию местоположения выборки в текущий момент времени работы цикла. Таким образом он продолжит считывание с установленной отметки на котором оно было завершено.

При таком условии буфер заполняется данными и блок Read не останавливаясь передаёт информацию из буфера компьютера в программный буфер LabVIEW. Когда достигается пределы буфера компьютера установленная отметка прошлого значения момента записываются вначале буфера.

Считывание должно выполняться с такой скоростью, настоящее установленное местоположением метки и положением выборки равна была числу доступных выборок на канале.

Программа должна считывать данные с такой скоростью чтобы не возникло исхода, когда метка обгоняет текущее положение и не накладывались данные друг на друга. В таком случае информация будет непригодна для анализа и программа выдаст ошибку. Такая ошибка часто встречается и происходит наложение данных друг на друга.

Чтобы уберечься от возникновения этой ошибки существует несколько способов, но каждый применим к разным ситуациям.

Во-первых, следует остерегаться замедления работы цикла из-за лишнего анализа данных в нем.

Один из путей решения данной проблемы, является увеличение числа выборок на канал в ВП DAQmx Timing. Необходимо запомнить оптимальное число выборок на канал для считывания, как сказано ранее оптимальное это от четверти до половины размера буфера.

Существует вариант увеличения числа выборок на канал для считывания. Не следует устанавливать это число большим, так как в данном случае возникнет задержка в блоке DAQmx Read до того момента, пока количество выборок в буфере не станет равным числу выборок для считывания. Время, потраченное на процесс ожидания заполнения буфера, могло быть использовано на опустошение буфера.

Ещё один метод – это убавление частоты выборок на канал в блоке синхронизация. Данный метод убавит темп, с которой данные будут следовать в буфер. Но это не всегда можно реализовать, потому что в некоторых случаях необходимо конкретная частота дискретизации.

Ещё существует другая не маловажная проблема, которая может возникнуть, это переполнением буфера. FIFO (от английского first in, first out - «первым пришёл - первым ушёл») - способ организации и манипулирования данными относительно времени и приоритетов) приставки DAQ.

Проблема с ошибкой наложения записи труднее решается. При передаче данных в буфер компьютера состояние FIFO буфера зависит или от прямого доступа к памяти или запроса на прерывание. Если скорость очищения FIFO буфера недостаточно хорошо работает, рассмотрим способы решение данной проблемы.

Во-первых, так как канал быстрее IRQ нужно использовать именно канал DMA для передачи данных, его использование способствует увеличению скорости очищения FIFO буфера.

Также, как и в первом случае проблему поможет решить уменьшение частоты выборки на канал.

Если позволяет бюджет, то желательно приобрести устройства с более востребованным FIFO буфером либо совсем кардинально сменить компьютер на новее с более быстрой шиной, так как компьютер с более быстрой шиной будет выполнять задачу по переносу данных из FIFO буфера быстрее.

Есть ещё варианты по улучшению памяти. Если виртуальный прибор больших размеров, то следует его разбить на несколько мелких. Это поможет разгрузить память используя память данных не работающих мелких ВП. Если нет необходимости желательно не выводить большие массивы на открытую переднюю панель. При создании блоков следить за размером входных значений, чтобы не создавалось копий данных желательно чтобы тип данных был соразмерным не изменялся.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является обязательной частью магистерской диссертации, целью которого является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Магистерская диссертация представляет собой разработку виртуального прибора цифрового осциллографа для использования в будущем для образовательных целей программы ВУЗа. Виртуальный прибор позволит наблюдать за сигналами со входов лабораторной приставки DAQ-устройства и измерять их основные параметры.

Задачами данного исследования являются:

Определение потенциальных потребителей результатов исследования;

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

Определение трудоемкости выполнения работы;

Планирование научно-исследовательских работ;

Разработка графика проведения научного исследования

Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

6.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для того чтобы определить потенциальных потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Данный виртуальный цифровой осциллограф направлен на использование в научно-исследовательских институтах (НИИ) и учреждениях, занимающиеся проведением измерений электрических сигналов, а также их обработкой и анализом.

Предполагается использование разработанного прибора в ВУЗах для учебных целей на лабораторных занятиях, в аудиториях, которые не полностью укомплектованы нужными приборами для измерения электрических сигналов.

Прибор позволяет проводить измерения, контроль и изучение параметров электрических сигналов - как непосредственно, так и получаемых при воздействии различных устройств на датчики, преобразующие эти воздействия в электрический сигнал или радиоволны.

Сведения о сегментах рынка представлены в таблице 6.1.

		Область применения		
		Измерение	Контроль	Изучение
Размер ВУЗов	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

По признаку размера университетов, наблюдается что необходимость в данном виртуальном приборе возникает у всех университетов в разной степени. В основном причиной является недостаточность бюджета. Было принято решение ориентировать разработку для всех трёх сегментов рынка, но более привлекательным сегментом, которым будет основным являються крупные ВУЗы.

6.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Для анализа технических решений разработанных осциллографов была выбрана компания АКТАКОМ. Произведенные сравнения продемонстрированы в таблице 6.2 ниже.

Таблица 6.2 - Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	4	4	0,7	0,56	0,56
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,18	5	4	4	0,75	0,6	0,6
3. Надежность	0,05	5	4	3	0,4	0,4	0,4
4. Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
5. Энергоэкономичность	0,09	5	3	3	0,15	0,09	0,09
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	4	5	5	0,28	0,35	0,35
3. Цена	0,07	5	4	4	0,45	0,36	0,36
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
5. Послепродажное обслуживание	0,06	5	3	3	0,3	0,16	0,18
6. Финансирование научной разработки	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12

7. Срок выхода на рынок	0,04	4	5	5	0,2	0,2	0,2
8. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	61	55	53	4,8	4,17	4,17
<p>К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; <i>V_i</i> – вес показателя (в долях единицы); <i>B_i</i> – балл <i>i</i>-го показателя; <i>B_{к1}</i> – балл осциллографа АСК-3105 (<i>K_{к1}</i>); <i>B_{к2}</i> – балл осциллографа АСК-2032 (<i>K_{к2}</i>).</p>							

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (6.1)$$

где *K* – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл *i*-го показателя.

Таким образом, были выявлены главные преимущества разрабатываемой в рамках магистерской диссертации виртуального прибора цифрового осциллографа, является удобство в эксплуатации, повышение производительности труда потребителя.

6.3 Планирование научно-исследовательских работ

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований и разработок.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят в данном случае научный руководитель и студент.

По каждому виду запланированных работ установлена соответствующая должность исполнителей, эти данные представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Утверждение темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель, студент
	2	Утверждение темы проекта	Научный руководитель
	3	Анализ актуальности и новизны темы проекта	Научный руководитель, студент
Выбор направления исследования	4	Подбор материалов по теме	Студент
	5	Изучение материалов по теме	
	6	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	7	Календарное планирование работ	
Теоретическое исследование	8	Обзор литературы по теме	Студент
	9	Подбор нормативных документов	
	10	Анализ использующихся средств и методов	
	11	Систематизация и оформление информации	
Анализ полученных результатов	12	Обработка результатов	Научный руководитель, студент
	13	Составление пояснительной записки	Студент
	14	Подготовка презентации	

Всего выделено 4 основных этапа, которые подразделяются на 14 видов работ, выполняемых двумя исполнителями – научным руководителем и студентом.

6.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Чтобы произвести расчет затрат на оплату труда на этапе проектирования, необходимо определить продолжительность каждой работы, начиная с составления технического задания (ТЗ) и до оформления документации включительно). Продолжительность работ ($t_{ож}$) определяется либо по нормативам для каждого исполнителя в отдельности, либо расчетом с помощью экспертных оценок по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (6.2)$$

где t_{\min} - минимальная трудоемкость работ, человек-дни;

t_{\max} - максимальная трудоемкость работ, человек-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p по формуле 6.3, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{C_i}, \quad (6.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

C_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Рассчитанные значения представлено в таблице 6.4

6.5 Разработка графика проведения научного исследования

Составим график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведем в календарные дни. Для этого воспользуемся формулой 6.5:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (6.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле (6.5).

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6.5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно трудовому календарю России, в 2019 году в стране выпадает 247 рабочих дней и 118 выходных.

$$k_{\text{кал}} = 365 / (365 - 118) = 1,5.$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения формул 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 сведены в таблицу 6.4.

На основе таблицы 6.4 строится календарный план-график, исполнители: НР - научный руководитель, С - студент. Календарный план-график представлен в таблице 6.5.

Таблица 6.4 – График проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Т _{рi}	Т _{кi}
	t _{min} , чел-дни	t _{max} , чел-дни	toжi , чел-дни			
Составление и утверждение темы проекта	1	3	1,8	НР, С	0,9	2
Утверждение темы проекта	2	1	1,6	НР, С	0,8	2
Анализ актуальности и новизны темы проекта	2,2	4	2,92	НР, С	1,46	3
Подбор материалов по теме	3,4	4,2	3,72	С	3,72	6
Изучение материалов по теме	7	12	9	С	9	14
Выбор направления исследований	14	23	17,6	НР, С	8,8	13
Календарное планирование работ	10	12	10,8	НР, С	5,4	8
Обзор литературы по теме	10	14	11,6	С	11,6	18
Подбор нормативных документов	5	6	5,4	С	5,4	8
Анализ использующихся средств и методов	1	3	1,8	С	1,8	3
Систематизация и оформление информации	3	4	3,4	С	3,4	6
Обработка результатов	2	5	3,2	НР, С	1,6	3
Составление пояснительной записки	8	9	8,4	С	8,4	13
Итого	68,6	100,2	81,24	НР, С	62,28	99

Таблица 6.5 Календарный план-график проведения научного исследования

№	Вид работ	Исполнители		Тк _i	Продолжительность выполнения работ, декады												
					февраль			март			апрель			май			
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2														
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	2														
3	Постановка задачи	Студент	3														
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, Студент	6														
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	14														
6	Сбор материалов	Студент	13														
7	Проведение теоретических	Студент	8														
8	Проведение теоретических расчетов	Студент	18														
9	Анализ полученных результатов	Руководитель, Студент	8														
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	3														
11	Оценка эффективности полученных	Студент	6														
12	Работа над выводами	Студент	3														
13	Составление пояснительной записки к работе	Руководитель, Студент	13														

6.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования (НТИ) должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

6.6.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны материалы, необходимые для создания научно-технической разработки
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

– покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

– сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

Материалы необходимые для данной разработки представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. с НДС, руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Тетрадь	шт.	2	15	30
Ручка	шт.	4	10	40
Карандаш	шт.	2	7	14
Заправка картриджа	мл	100	4	400
Бумага	листов	260	0,6	156
DAQ Signal Accessory	Шт.	1	34 600	34 000
Итого				43656

6.6.2 Расчет заработной платы основных исполнителей проекта

Заработная плата включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату, и рассчитывается по формуле (6.6).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad 6.6$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле (6.7).

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad 6.7$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником.

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (6.8).

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D}, \quad 6.8$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение год

- При отпуске в 24 р. Дня M – 11,2 мес. 5 д. в нед.

- При отпуске в 48 р. Дней M – 10,4 мес. 6 д. в нед.

F_D – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 6.6).

Таблица 6.7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни)	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни)	48	–
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	247

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле 6.9).

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad 6.9$$

где $Z_{ТС}$ – зарплата с учетом тарифной ставки, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 % от $Z_{ТС}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, для города Томска равный 1,3.

Тарифная заработная плата $Z_{ТС}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{с1} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке.

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 6.8.

Таблица 6.8 Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ТС}$	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m	Z_n	T_p	$Z_{осн}$
Руководитель	23264,86	0,3	0,15	1,3	43854	2202,54	24	52860
Итого	1854	0,3	0,15	1,3	3494,78	175,52	89,4	15691
Итого								68552,45

6.6.3 Затраты по дополнительной заработной плате

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad 6.10$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15). Примем коэффициент равный 0,12

Результаты расчета дополнительной заработной платы представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Дополнительная заработная плата

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	$k_{доп}$	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель	52860,96	0,12	6343,32
Магистр	15691,49		1882,98
Итого			8226,29

6.6.4 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), Пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (федеральным (ФФОМС) и территориальным (ТФОМС)) от затрат на оплату труда работников, объединенные в форме единого социального платежа.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы (6.11).

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad 6.11$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент уплаты во внебюджетные фонды, принятый равным 30,2 % для учреждений, осуществляющих научную деятельность.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 6.10.

Исполнитель	$k_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб., руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб., руб.	$Z_{\text{внеб}}$, руб.
Руководитель	0,302	52860,96	6343,32	17879,4
Магистр		15691,49	1882,98	5307,34
Итого		68552,45	8226,29	23186,74

6.6.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad 6.12$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. В экономической части при определении величины коэффициента накладных расходов можно ориентироваться на значения 16 %. Расчет накладных расходов представлены в таблице 6.11

Расчет накладных расходов 6.11

Исполнитель	$k_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб., руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб., руб.	$Z_{\text{внеб}}$, руб.	$Z_{\text{накл}}$, руб.
Руководитель	0,302	52860,96	6343,32	17879,4	77082,72
Магистр		15691,49	1882,98	5307,34	22881,32
Итого		68552,45	8226,29	23186,74	99964

Рассчитанная величина себестоимости разработки является основой для обоснования ее цены, которая при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела цены на научно-техническую продукцию. Расчет цены представлен в таблице 6.12.

Расчет цены разработки приведен в таблице 6.12

Наименование	Сумма, руб	Примечание
1. Затраты на материалы	43656	П 6.5.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	68552,45	П 6.5.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8226,29	П 6.5.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	23186,74	П 6.5.4
5. Накладные расходы	99964	П 6.5.5
6. Себестоимость НИР	243 585,5	Сумма

Таким образом, себестоимость разработки составляет 253 585,5 рублей.

6.6 Оценка абсолютной эффективности исследования

Разработанный осциллограф является экономически эффективным, поскольку нет необходимости в покупке аппаратного осциллографа. Программный осциллограф разработанный на базе LabVIEW может включать в себя почти все функции современных осциллографов.

С интерфейсом прибора может разобраться программист, в результате чего теряется необходимость в инженере, который бы налаживал аппаратную часть прибора.

Данная разработка открыта для модификаций, так как используется понятный алгоритм. Чтобы получить новую функцию в осциллографе не требуется покупка нового, а есть возможность доработать имеющийся.

Выводы по разделу

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

Было установлено потенциальные потребители результатов исследования.

Разработка осциллографа с использованием программного пакета LabVIEW имеет некоторые преимущества. В результате сравнения конкурентных технических решений, было выявлено, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет ряд преимуществ. Стоимость разработки ниже чем у конкурентов.

Был разработан календарный график план проведения научной работы. В нём указывался перечень этапов, работ и распределение исполнителей. Далее был определена трудоёмкость выполнения работы.

Был проведен расчет цены разработки, который составил 243585,5 рублей. Цена включает в себя затраты на основную и дополнительную заработную плату работников, материальные затраты, отчисления на внебюджетные фонды и накладные расходы. Это позволило оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию научно-технического проекта.

Рассматривая долгосрочный характер можно сделать вывод, что внедрение данной разработки увеличит эффективность учебного процесса, с ресурсосберегающей стороны, поскольку произойдет удешевление приобретаемого оборудования для исследований электрических сигналов.

7 Социальная ответственность

Введение

Исследования проводились в аудитории учебной лаборатории №208Б корпуса №10.

Целью работы является разработка и создание программного прибора, цифрового осциллографа, с использованием персонального компьютера и лабораторной приставки (DAQ-устройства).

Работа с компьютером вызывает значительное умственное напряжение и нагрузку пользователя, достаточно ощутимые нагрузки на мышцы рук при длительной работе с мышью и клавиатурой, болезненные ощущения в глазах и головная боль.

В данном разделе рассматривается комплекс мероприятий, с помощью которых происходит минимизация негативного воздействия факторов, возникающие при работе с компьютером. Благодаря проведению данных мероприятий можно повысить производительность труда и улучшить условия работы в лаборатории.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Кабинет представляет специально оборудованный для этих целей компьютерный класс площадью 44.3 м², рабочая зона оборудована 11 рабочими местами.

Рабочее место представляет собой компьютерный стол с персональным компьютером, и установленном на нем необходимым программным обеспечением, терминальной коробки, кабеля и устройства сбора данных.

Для обеспечения безопасности при работе определяют следующие требования к организации рабочих мест пользователей:

Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении

работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

Одно рабочее место пользователя ПЭВМ должно иметь площадь не менее 6 м². При использовании персональных компьютеров на рабочем месте нужно учитывать расстояние между рабочими столами с мониторами. Рабочие места с ПЭВМ не должны быть расположены вблизи силовых кабелей и вводов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Конструкция рабочей мебели должна предусматривать возможность регулировки в соответствии с индивидуальными особенностями пользователя для создания комфортных условий для выполнения работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство в радиусе как минимум 60-120см.

Внутренняя отделка помещений, в которых используются компьютеры, должна быть выполнена с использованием диффузно-отражающих материалов с коэффициентами отражения:

- для потолка от 0,7 до 0,8;
- для стен от 0,5 до 0,6;
- для пола от 0,3 до 0,5.

Поверхность пола не должна быть скользкой, она должна представлять собой ровную и удобную для влажной уборки поверхность. Также поверхность должна иметь антистатические свойства. [21]

Обязательными требованиями является наличие углекислотного огнетушителя для тушения пожара и аптечка первой медицинской помощи. Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников,

работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов.

Возможно установление неполных рабочих дней для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени. Ограничений продолжительности ежегодного основного оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других трудовых прав при этом не имеется.

При работе в ночное время продолжительность рабочей смены на один час меньше. К работе в ночные смены не допускаются беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы – одиночки детей до пяти лет.

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться, перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с посменного согласия работника.

Организация выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы, в случаях, предусмотренных ТК РФ статья 108.

В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещены дискриминация по любым признакам, а также принудительный труд [22].

7.2 Производственная безопасность

Выделяются следующие вредные и опасные производственные факторы, они приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
пусконаладочные работы: 1) подготовка оборудования к работе; 2) включение элементов питания 3) запуск компьютера и устройства сбора данных 4) работа на компьютере и устройстве	нарушение параметров микроклимата; повышенный уровень шума; повышенный уровень электромагнитных излучений; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенный уровень вибрации. нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.	короткое замыкание; статическое электричество; поражение электрическим током	параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96; параметры уровня электромагнитных излучений устанавливаются СанПиН 2.2.4-055-96; параметры освещенности устанавливаются СанПиН 2.1.1.1278-03; параметры уровня шума устанавливаются СанПин 2.2.4566-96; Пожарная безопасность устанавливается СНиП 21 – 01 – 97.

7.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

7.3.1 Отклонение показателей микроклимата

К параметрам микроклимата относятся: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха. Оптимальные значения этих характеристик зависят от сезона (холодный, тёплый), а также от категории физической тяжести работы. Для инженера метролога она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок.

Согласно требованиям, оптимальные и допустимые параметры микроклимата в офисах приведены в таблице 2 и таблице 3 [23].

Таблица 2 – Оптимальные значения характеристик микроклимата

Период год	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	40-60	0,1
Тёплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Таблица 3 – Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Отн. вл. воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Теплый	21,0-22,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,2
Холодный	20,0-21,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,1

Для создания благоприятных условий труда и повышения производительности, необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата производственных помещений. Для этого должны быть предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

7.3.2 Повышенный уровень шума

Одной из важных характеристик производственных помещений является уровень шума.

Основными источниками шума в помещении являются:

- система охлаждения центральных процессоров;
- жесткие диски.

Повышенный уровень шума неблагоприятно воздействует на организм человека в целом, так и на нервную систему и органы слуха в частности, что

ведет к падению производительности труда и может привести к развитию заболеваний нервной системы и снижению слуха.

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в таблице 4 [21].

Таблица 4 – Допустимые уровни звука на рабочем месте

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентного звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы. Для снижения уровня шума с улицы рекомендуется установка герметичных стеклопакетов, а также посадка зеленых насаждений на прилегающей территории. [24]

На территории имеются зеленые насаждения, в помещении установлены пластиковые стеклопакеты, системные блоки компьютеров периодически подвергаются чистке. Таким образом, помещение соответствует нормам.

7.3.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

При работе с компьютером пользователь находится в непосредственной близости к монитору, что вызывает воздействие электромагнитных полей (ЭМП). Вредное влияние переменных магнитных полей должно быть учтено при организации рабочего места с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ).

Когда на человека воздействуют поля, напряженность которых выше допустимой нормы, то возникают нарушения нервной, сердечно-сосудистой системы и некоторых биологических показателей крови [21].

Работа проводилась на современном компьютере, где значения электромагнитного излучения малы и отвечают требованиям, которые приведены в таблице 5

Таблица 5 – Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах.

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для обеспечения нормальной деятельности пользователя с учетом норм предельно допустимой напряженности ЭМП экран монитора должен находиться на расстоянии от 0,6 до 0,7 м, но не ближе, чем 0,5 м от глаз. [25]

7.3.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Увеличение освещенности рабочей поверхности до определенного предела повышает остроту зрения, то есть способность глаз отдельно воспринимать две точки, расположенные на некотором расстоянии одна от другой. При неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых метрологом ошибок.

Работа инженера-метролога подразумевает зрительный тип работы, поэтому организация правильного освещения имеет значительное место. Пренебрежение данным фактором может привести к профессиональным болезням зрения.

В рабочем помещении необходимо естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения).

Светильники в помещении должны располагаться равномерно по площади потолка, тем самым обеспечивая равномерное освещение рабочих мест.

Разряд зрительных работ инженера-метролога относится к разряду III подразряду г (высокой точности), параметры искусственного освещения указаны в таблице 6 [22].

Таблица 6 – Нормативные значения освещённости

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						Комбинированное освещения		При системе общего освещения
						Всего	В том числе от общего	
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний и большой	Светлый << средний	400	200	200

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен. Расчётный световой поток, лм, группы светильников с люминесцентными лампами рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{л.расч} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K / N \cdot \eta ;$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность, лк;

S – площадь аудитории (44,3 м²); Z – коэффициент минимальной освещенности; $Z = 1,1$; K – коэффициент запаса (зависит от характеристики помещения – с малым выделением тепла $K = 1,5$); N – число светильников; η – коэффициент использования светового потока ламп.

$$\Phi_{\text{л.расч}} = \frac{300 * 44,3 * 1,1 * 1,5}{3 * 0,34} = 21498,5$$

Для расчета освещенности необходимо величину светового потока $\Phi_{\text{л.расч}}$ поделить на освещаемую площадь 44,3 м². Таким образом, освещенность аудитории составляет 485,39 лк. Следовательно, помещение соответствует нормам показателей освещенности. [26]

7.3.5 Повышенный уровень вибрации

Вибрация неблагоприятно воздействует на человека. Причиной возбуждения вибраций их источником в нашем случае является работа ПЭВМ. Исследователь испытывает общую технологическую вибрацию, так как она передается на него через опорные поверхности тела и возникает при работе на компьютере. Производственная вибрация, имеющая значительную амплитуду и продолжительность действия, передаваясь здоровым тканям и органам, оказывает вредное влияние, прежде всего, вызывая нейротрофические и гемодинамические нарушения. Изменяется вибрационная, температурная и болевая чувствительность кожи. Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц не приводит к вибрационной болезни.

Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6 – 9 Гц. Колебания рабочих мест с указанными частотами весьма опасны, так как могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов.

Длительное воздействие интенсивной вибрации может привести к заболеванию вибрационной болезнью, связанной с нарушением деятельности жизненно важных органов и систем человека: нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательного аппарата.

Вибрационная болезнь относится к группе профзаболеваний, эффективное лечение которых возможно только на ранней стадии. Признаками вибрационной болезни являются боли в мышцах, зуд, тошнота, ощущение

тряски внутренних органов, головные боли, бессонница. При частоте больше 16 –20 Гц вибрация сопровождается шумом. Вибрация и шум снижают производительность и качество труда работников, причем снижение производительности труда тем больше, чем сложнее трудовой процесс и чем больше в нем элементов умственного труда. значения производственной локальной вибрации представлены в таблице 5.6

Таблица 5.6 Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	* Предельно допустимые значения по осям Хл, Ул, Зл			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с · 10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

Для уменьшения шумов и вибрации применяют:

- установку приборов на массивные фундаменты;
- тщательную статическую и динамическую балансировку подвижных частей.

В нашем случае компьютер жестко стоит на столе, подвижные части находятся его в корпусе, следовательно, вне зоны непосредственного доступа.
[27]

7.3 Опасность поражения электрическим током

Поскольку в данной работе используется электрооборудование, для производственного объекта характерным является возможность поражения электрическим током.

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствуют следующие факторы [27]:

- сырость;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам, и металлическим корпусам электрооборудования.

Персональный компьютер питается от сети 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

Перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены.
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены.
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал. [28]

7.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя

Большое значение в работе имеет организация рабочих мест сотрудников и создание благоприятных условий труда.

Оптимальный режим труда и отдыха это одно из важных условий качественной работоспособности сотрудников. При несоблюдении режима труда и отдыха снижается работоспособность сотрудников, появляются головные боли, усталость, болезненные ощущения в глазах, раздражительность, психоэмоциональное напряжение.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов соответствует антропометрическим, физическим и психологическим требованиям.

Выполняя мероприятия по снижению уровня воздействия опасных и вредных факторов рабочей зоны позволяет улучшить качество и производительность труда инженера, снизить различное вредное воздействие на, уменьшить влияние действия психофизиологических факторов, обеспечить рациональный и безопасный труд работающего.

7.5 Экологическая безопасность

С развитием науки и техники окружающая среда подвергается различным антропогенным воздействиям: электромагнитные поля, выбросы углекислого и прочих газов и др. Многочисленные источники загрязнения наносят серьезный ущерб окружающей среде.

Таким образом, охрана окружающей среды является важным фактором при проектировании и проведении исследования.

В помещении нет отходов, которые нуждаются в специальной утилизации, кроме люминесцентных ламп, которые уничтожаются, согласно Постановлению Правительства РФ от 03.09.2010 N 681.

На сегодняшний день одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

В целом, утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например, тротуарной плитки.

В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

7.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожары – это наиболее часто встречающаяся чрезвычайная ситуация в офисных помещениях. Огнегасительные вещества: вода, песок, пена, газообразные вещества, порошок, инертные газы. Основными причинами такой ЧС как пожар являются повреждения или замыкания электропроводки, оборудование, обрыв проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности в офисе.

Пожарная опасность персональных электронно-вычислительных машин, обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов. Горючими являются изоляция обмоток соединительных проводов и кабелей.]

Помещение по пожарной и взрывной опасности относят к категории Г (умеренная пожароопасность), характеризующейся отсутствием легковоспламеняющихся веществ и материалов в горячем состоянии.

Здание, в котором находится помещение относится к негорячим.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотным огнетушителем типа ОУ 2 или ОУ 5.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по технике безопасности [31].

7.7 Опасность возникновения пожара

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара. Пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб и часто сопровождается несчастными случаями с людьми.

Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращения пожара, ограничение его распространения, а также создание условия для успешного тушения пожара.

Для профилактики пожара должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; проводятся тренировки по действиям в случае пожара; не загромождаться и не блокироваться эвакуационные выходы; выполняться требования правил технической эксплуатации и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должен быть установлен «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники [23].

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

Обогревание помещения открытыми электронагревательными приборами могут привести к пожару, т.к. в помещении находятся бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага - легковоспламеняющийся предмет.

В целях профилактики пожара предлагается не использовать открытые обогревательные приборы в помещении лаборатории.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации и приступить к ликвидации пожара огнетушителями.

При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

В производственных помещениях должно быть не менее двух эвакуационных выходов. Здание корпуса 10, в котором располагается лаборатория, соответствует требованиям пожарной безопасности. В здании установлена система охранно-пожарной сигнализации, имеются в наличии порошковые огнетушители и план эвакуации, а также установлен план эвакуации с указанием направлений к запасному (эвакуационному) выходу.

На рисунке NNN представлен план эвакуации при возникновении пожара и других ЧС, а также информационное табло пожарной сигнализации.



Рисунок NNN – План эвакуации корпуса ТПУ №10

Выводы по разделу:

В данном разделе проанализированы опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при выполнении выпускной работы, причины их возникновения и меры по предотвращению или снижению их негативного воздействия на работника.

В результате анализа было выявлено соответствие рабочего места специальным правовым нормам законодательства, а также организационным правилам обеспечения безопасности рабочей зоны. Здание корпуса №10 Томского политехнического университета, в котором располагается лаборатория, соответствует требованиям пожарной безопасности. В здании установлена система охранно-пожарной сигнализации, имеются в наличии порошковые огнетушители и план эвакуации.

Заключение

Разработанная компьютерная модель имеет ряд преимуществ создаваемые в среде LabVIEW. Данная программная среда является более наглядным, а также она проста в использовании. Преимуществом данной программы является возможность создание своего пользовательского интерфейса, с различными управляющими элементами и индикаторами.

В ходе работы были выполнены следующие задачи:

Исследованы принципы построения цифровых осциллографов и определены их функциональные возможности.

Были изучены основные функции построения прибора в среде программирования виртуальных приборов NI LabVIEW.

В итоге работы был создан виртуальный прибор цифровой осциллограф и были успешно измерены сигналы с лабораторной приставки NI DAQmx.

Список использованных источников

1. Суранов А. Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007. - 536 с.
2. Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. – М.: ДМК Пресс, 2007. - 400 с.
3. Трэвис Дж., Кринг Дж., LabVIEW для всех. 4-е издание, переработанное и дополненное- М.: ДМК Пресс, 2011. - 904 с.
4. Лупов С.Ю., Муякшин С.И., Шарков В.В. Labview в примерах и задачах. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Обучение технологиям National Instruments». Нижний Новгород, 2007, - 101 с.
5. Технические характеристики осциллографа MSO 4104 / http://printsip.ru/radioizmeritelnye-pribory/ostsillografy/ostsillografy-tektronix/item/mso_4104;
6. https://www.novosystems.ru/produksiya/electroizmeritelnie_pribori/ostsillografi_zarubegnogo_proizvodstva/product/ds1102c/
7. <https://spb.tiu.ru/p180594817-ds1102c-tsifrovoj-ostsillograf.html>
8. <https://mirpriborov.com/survey/novaya-seriya-kombinirovannykh-ostsillografov-rigol-mso5000-7-priborov-v-1-korpuse/>
9. <https://technica-m.ru/news/novinka-cifrovye-oscillografy-rigol-mso-ds7000>
10. LabView для новичков и специалистов// Пейч Л.И.
11. Учебный курс LabVIEW Основы I. Разработка приложений.
12. LabVIEW 7. справочник по функциям// Суранов А.Я.
13. Руководство по эксплуатации, Устройства сбора данных NI myDAQ, М.: – 2011, - 54 с.
14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-

вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. – 36 с.

15. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).

16. Трудовой кодекс РФ на 2012 год – перераб. и доп. – М.; Рид Групп, 2012. – 480 с.

17. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

18. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

20. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. - 28 с.

22. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.

23. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – 12 с.

24. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.

25. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003. - 92 с.

26. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. – М: ИПК Издательство стандартов, 1986 – 28 с.

27. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. – М: ИПК Издательство стандартов, 1987 – 25 с.

28. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003 – 34 с.

Приложение А Созданный осциллограф

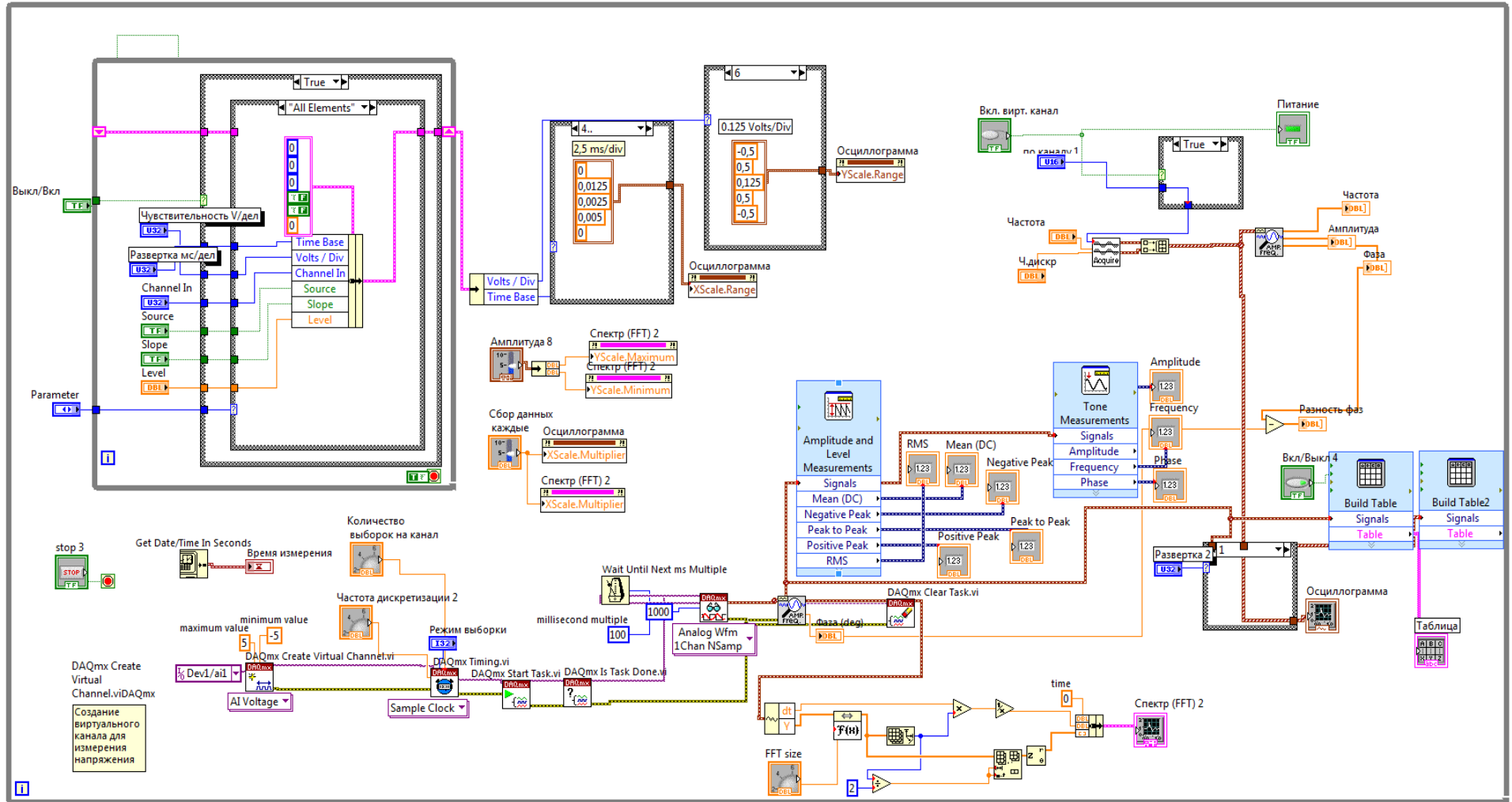


Рисунок А1 – блок- схема созданного осциллографа

Приложение Б Пример работы созданного осциллографа

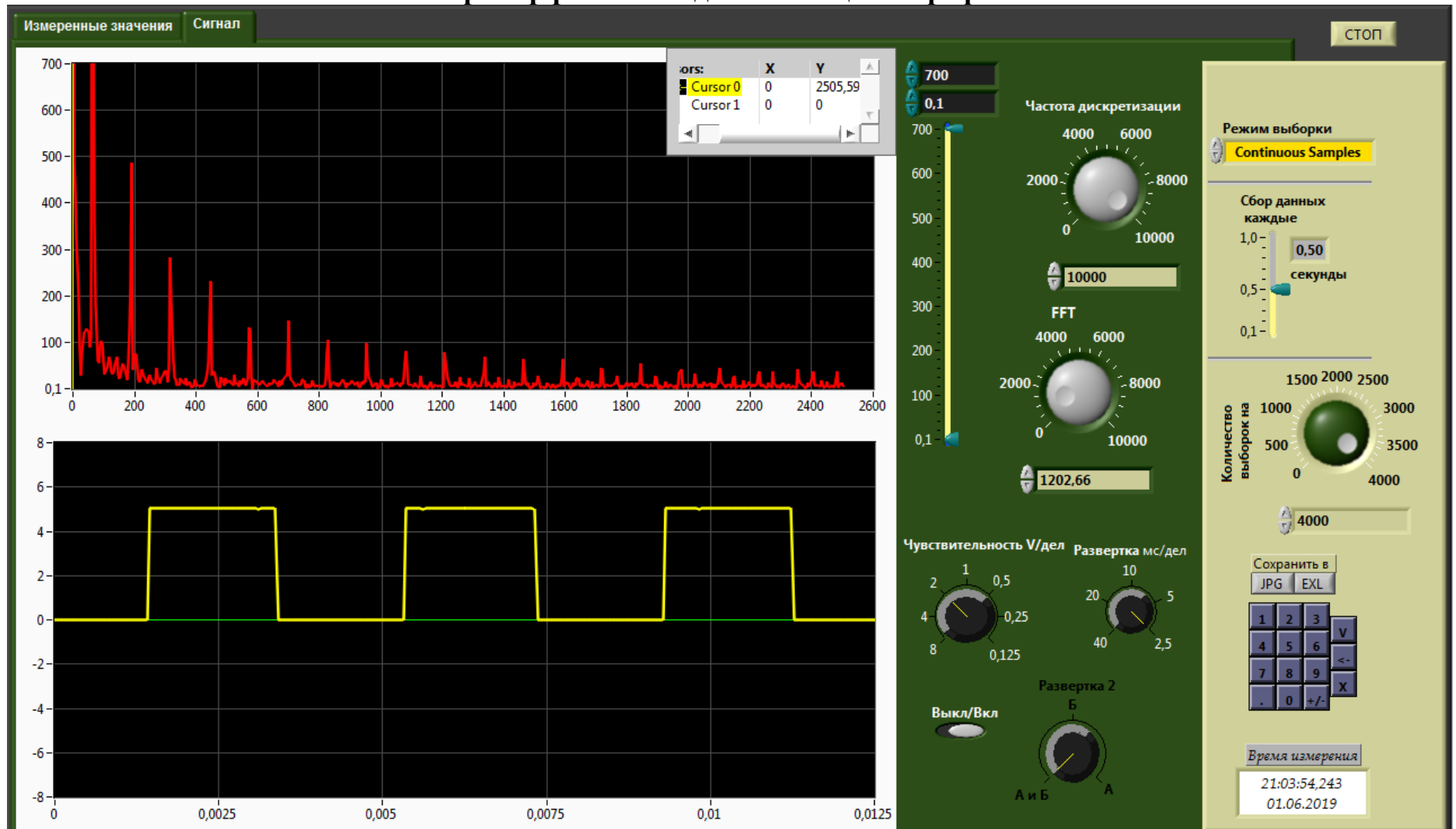


Рисунок Б1 – Пример работы созданного осциллографа

Приложение Б (продолжение)

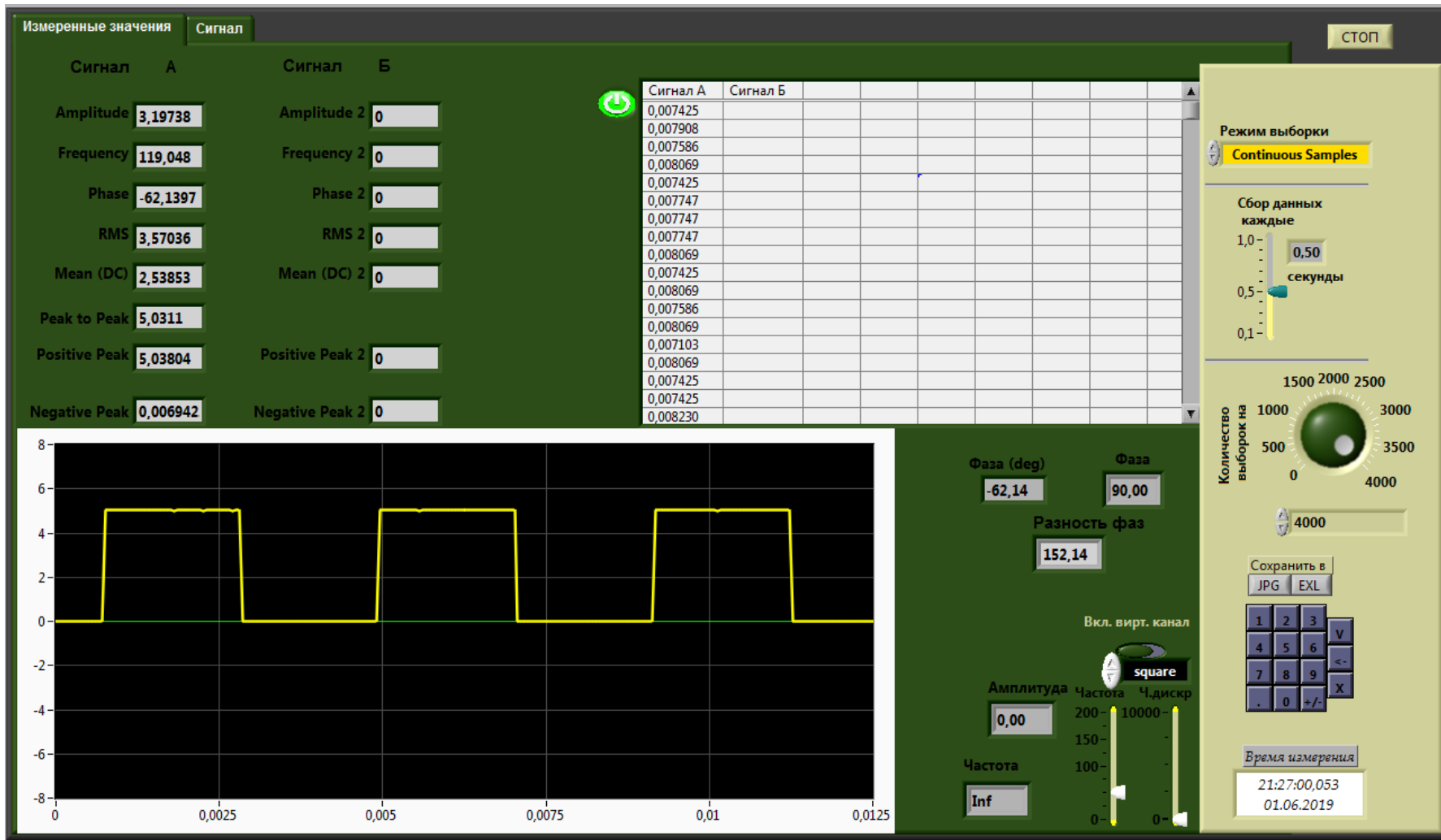


Рисунок Б2 – Пример работы созданного осциллографа

Приложение Б (продолжение)

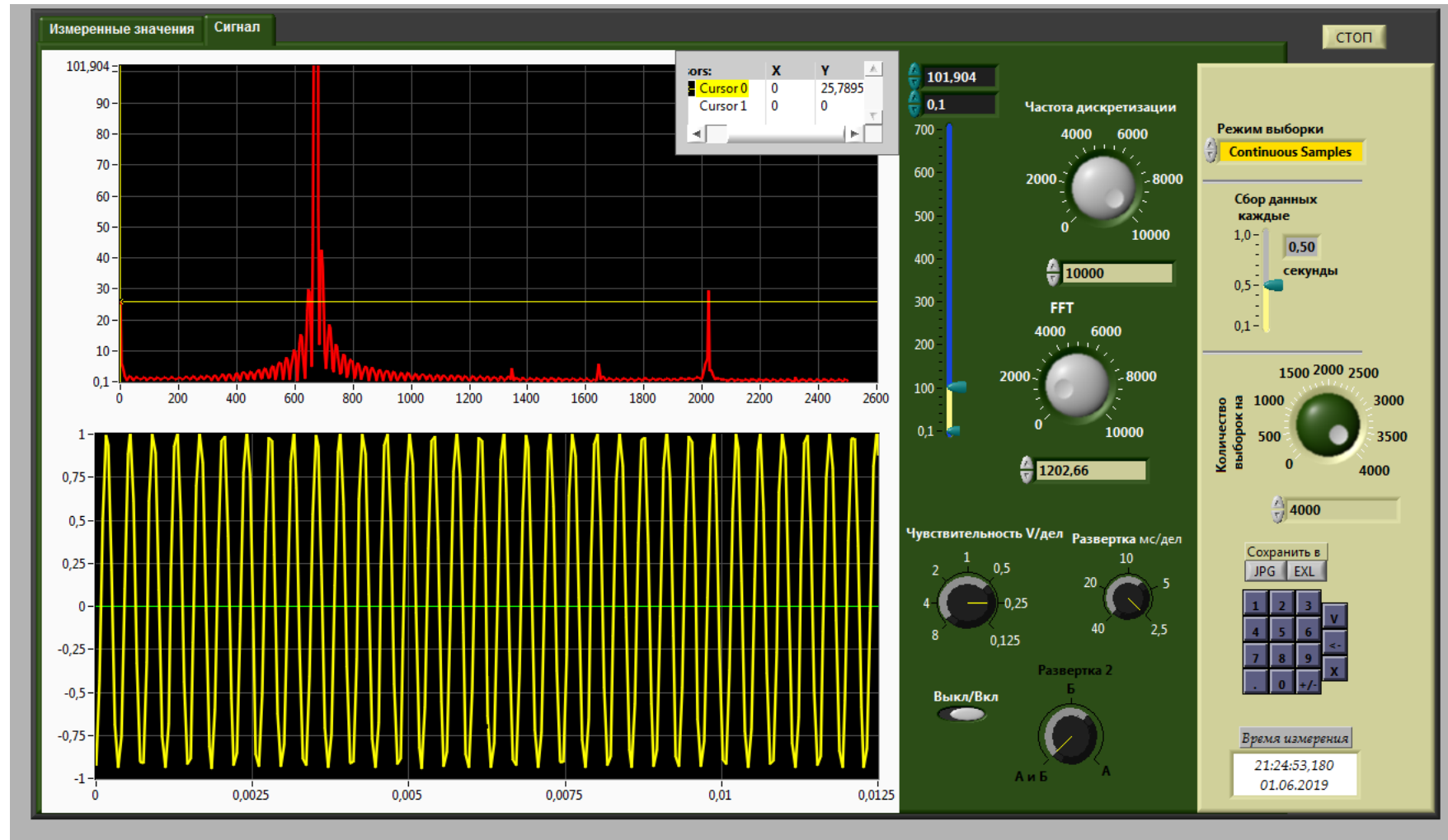


Рисунок Б3 – Пример работы созданного ос

Приложение В
Английская часть

5 Created virtual device

5.1 Control Panel Features

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ71	Коробов Евгений Александрович		

Консультант школы отделения:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР (ИШИТР)	Заревич Антон Иванович	к.т.н.		

Консультант – лингвист:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Диденко Анастасия Владимировна	к.ф.н		

5 Created virtual device

The result of the block diagram of the developed oscilloscope is presented in the figure in Appendix A.

An example of the work of the created virtual device is presented in Figure B1, B2, B3 of Appendix B

5.1 Control Panel Features

The main window of the instrument is used to communicate with the instrument. The user sends commands using the control panel and menu. The data is returned and displayed on the grid of graphs. For measurements, you can also use the marker and the status line “X” and “Y”. Figure 38 shows the main program window.

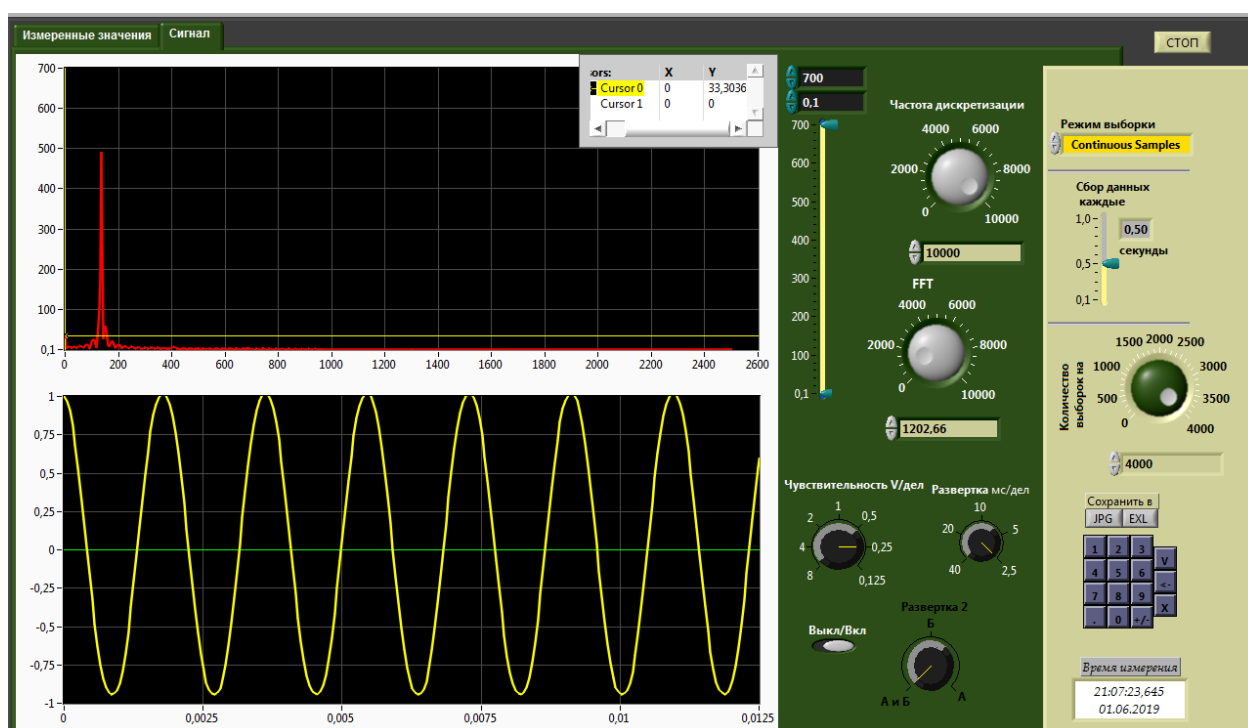


Figure 38 - The front panel of the device

The interface control panel is part of the right side of the main program window. It has controls that mimic oscilloscope controls. Using them you can select the sampling mode, control the frequency of data collection per second, the stop button is available, amplitude control, sweep control, sampling rate and control of the number of samples per channel and others are presented here.

Let us consider in more detail the interface elements of the developed virtual device; it looks as follows. On the front panel after starting the virtual device, you must turn on the oscilloscope by clicking the corresponding button in the section - measurement of values. Sampling mode is controlled by the selection element shown in Figure 39.

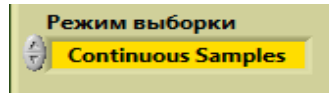


Figure 39 - Samples mode

Using the following element, the frequency of data collection in seconds is controlled, for example, in Figure 40, the collection value is set every 0.5 seconds.



Figure 40 - The slider to select the frequency of data collection

The sampling rate is selected from a round control with the ability to adjust the value on the arrows of the display form of the set frequency, Figure 41.

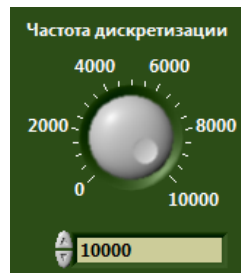


Figure 41 - Sampling frequency

The number of samples per channel is controlled from a similar control, shown in Figure 42. The maximum number of samples per channel 4000.

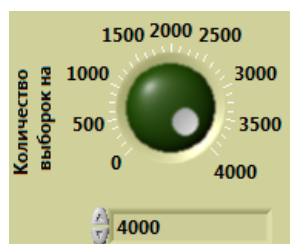


Figure 42 - Number of samples

The sensitivity is controlled by the control element of the indicated figure 43, the possibility of selection is from 0.125 to 8 volts per division.

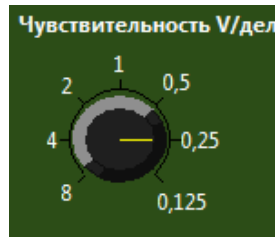


Figure 43 Divisions

На рисунке 44 показан элемент управления разверткой. Время развертки напрямую влияет на то, как долго будет проводиться измерение. Время развертки подстраивается для поддержания калиброванной картинке на дисплее.

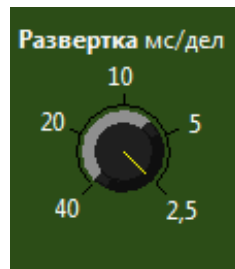


Figure 44 - Time scan

Figure 44 shows the sweep control. Sweep time directly affects how long the measurement will take. Sweep time is adjusted to maintain a calibrated picture on the display.



Figure 45 - FFT size

The control of the amplitude of the spectrum analyzer graph is implemented by setting the maximum and minimum graph display limits; this slider is shown in Figure 46.

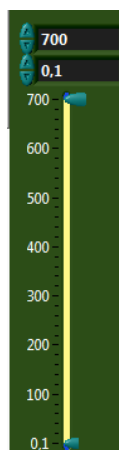


Figure 46 - The control amplitude spectral graph

The data for each time interval will be mathematically extracted the necessary piece of information from the input signal, is placed in memory and displayed on the display in the tab - the measured values.

For example, it is possible to turn on only signal A or only signal B, or display signals A and B simultaneously, choosing using the control element.

Next to the sliders, the indicators of the values of the created virtual signal are set. Elements and indicators are shown in Figure 47



Figure 47 – Channel view selection control

Forms for filling the measured values: amplitude, frequency, phase, rms value of signals, average value, range, positive and negative peak; indicators presented in figure 48.

Сигнал	А	Сигнал	Б
Amplitude	1,01125	Amplitude 2	1,01002
Frequency	287,093	Frequency 2	120,599
Phase	-207,641	Phase 2	231,201
RMS	0,71356	RMS 2	0,715561
Mean (DC)	0,019273	Mean (DC) 2	0,023759
Peak to Peak	1,96964	Peak to Peak 2	1,96803
Positive Peak	1,02179	Positive Peak 2	1,02131
Negative Peak	-0,94784	Negative Peak 2	-0,94672

Figure 48 - Measured value indicators

Peak: This method assumes the display of the largest measurement point for each display point, while maintaining narrow peaks.

RMS: This method performs the root-mean-square calculation of all measurement points at each display point and is especially useful in displaying the average noise value.

Negative: This method assumes the display of the smallest measurement point for each display point. Typically, this mode is used to detect small discrete signals in the presence of almost equal noise values. Display points that contain only noise will usually show a smaller amplitude than those that contain discrete signals.

Quasi-peak: When this method is selected, bandwidths and video bandwidths of 2000 Hz, 9 kHz and 120 kHz are available. This detection method was developed in accordance with the requirements of the International Committee for the Suppression of Radio Interference (CISPR).

The device has the ability to enter the measured data in the table, it is activated using the button next to it. The form of the table is shown in Figure 49.

Сигнал А	Сигнал Б						
-0,947688							
-0,933358							
-0,909207							
-0,844320							
-0,745298							
-0,611499							
-0,452259							
-0,276597							

Figure 49 - Table measurements

It is possible to place markers on the graphics by right-clicking. Figure 50.

Cursors:	X	Y
Cursor 0	0	33,3036
Cursor 1	0	0

Figure 50 - Cursor measurements

A button is provided to save the melon signal analysis result. Save the graph as a jpg file and save data from the table to an exl file. The button is shown in Figure 51.

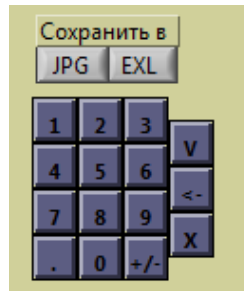


Figure 51 - Save data buttons

On the right side of the front panel of the virtual device there is a panel for selecting the display of the received and generated signals.

The last considered element of the created oscilloscope is a form showing the current time and date value, Figure 52

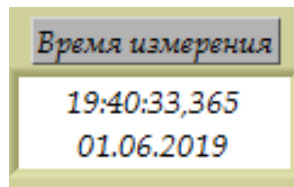


Figure 52 - Time and date indicator