

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Космических и информационных технологий

институт

Вычислительная техника

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ О.В. Непомнящий

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Генератор периодических электрических сигналов, содержащих аномалии

Руководитель

подпись, дата

инженер «АО «ИСС»

им. ак. М.Ф.Решетнева»,

канд. техн. наук

должность, ученая степень

Д.А. Недорезов

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

В.В. Костичев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

доцент, канд. техн. наук

должность, ученая степень

В.И. Иванов

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Космических и информационных технологий
институт
Вычислительная техника
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ О.В.Непомнящий

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2018 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Костичеву Владимиру Витальевичу

Группа КИ14-07Б Направление (специальность): 09.03.01 Информатика и
вычислительная техника

Тема выпускной квалификационной работы: Генератор периодических
электрических сигналов, содержащих аномалии

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР: Д.А Недорезов, инженер «АО «ИСС им. ак.
М.Ф.Решетнева», канд. техн. наук

Исходные данные для ВКР: аппаратура National Instruments, осциллограф
PV6501, осциллограф TPS2024

Перечень разделов ВКР: 1 Анализ задания на ВКР; 2 Разработка метода
формирования аномалий сигнала; 3 Реализация генератора периодических
электрических сигналов, содержащих аномалии; 4 Исследование
функционирования разработанного генератора

Перечень графического материала: презентация, видеоролик.

Руководитель ВКР _____ Д.А. Недорезов
подпись

Задание принял к исполнению _____ В.В. Костичев
подпись

« ____ » _____ 2018 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Генератор периодических электрических сигналов, содержащих аномалии» содержит 32 страницы текстового документа, 37 рисунков, 10 использованных источников.

ГЕНЕРАТОР, ЭЛЕКТРОСИГНАЛ, ОСЦИЛЛОГРАММА, ИСПЫТАНИЯ.

Объект исследований – генератор периодических электросигналов, содержащих аномалии.

На языке G разработано программное обеспечение для формирования периодических сигналов любой формы, содержащих аномалии, предоставляющего пользователю необходимые настройки. Выполнен вывод электрического сигнала с помощью программируемого аппаратного средства NI MyRIO. Выполнена сборка лабораторного стенда и исследование работоспособности генератора.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Анализ задания на выпускную квалификационную работу	6
1.1 Цель и задачи ВКР	6
1.2 Сферы применения испытательных систем, имеющих функцию обнаружения редких аномалий электрических сигналов	7
1.3 Требования к генератору периодических электрических сигналов, содержащих аномалии	9
2 Разработка метода формирования аномалий сигнала	10
3 Реализация генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии	19
3.1 Среда разработки программного обеспечения генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии	19
3.2 Программная реализация предложенного метода формирования периодических электрических сигналов, содержащих аномалии	19
3.2 Аппаратная составляющая генератора электрических сигналов, содержащих аномалии	25
4 исследование функционирования разработанного генератора	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	32

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях все больше усложняются технические системы, использующие в своей работе электрические сигналы, будь то электронная аппаратура или механические системы, преобразующие кинетическую энергию в электричество. Усложнение аппаратуры требует разработки новых сложных методов ее контроля и испытаний для определения различных технических характеристик и проверки их значений на соответствие заданным в технической документации требованиям [1].

Актуальной задачей является непрерывное осциллографирование электрических сигналов, поступающих от объектов контроля в течение длительного времени. Длительные прогоны могут вестись годами, что требуется для обнаружения и анализа редких событий. Причём необходимо принимать сигналы по множеству каналов одновременно и синхронно. Так же абсолютно все данные должны быть записаны на носители информации постоянного хранения для дальнейшего глубокого анализа различными заинтересованными структурами. Для анализа, как правило, применяются автоматизированные или автоматические системы распознавания образов. В России данное направление начало развиваться совсем недавно, известны научные и технические разработки, проводимые в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева», холдинге «Информтест», АО «ПриСТ» [2-5].

Однако в российской открытой печати нет сведений о специальных генераторах редких аномальных событий электрических сигналов, которые, безусловно, необходимы для испытаний вышеописанных осциллографических систем, а также для исследования влияния аномалий сигналов на работу технических систем различного назначения.

Проявления искажений сигналов могут быть бесконечно разнообразными, для упорядочивания в данной работе предлагается классифицировать и различать их с привязкой к основным параметрам сигналов, как то: амплитуда, частота (или взаимозависимый параметр – период) и фаза. На рисунке 1 приведена осциллограмма периодического электрического сигнала без аномалий.

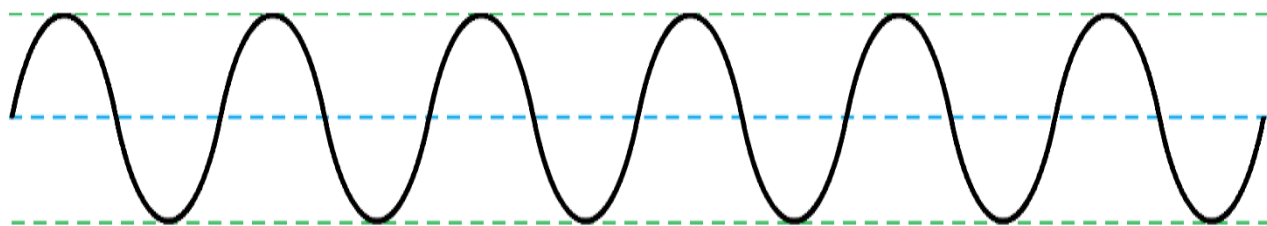


Рисунок 1 – Осциллограмма сигнала без аномалий

На рисунках 2-4 изображены различные нарушения формы сигнала.

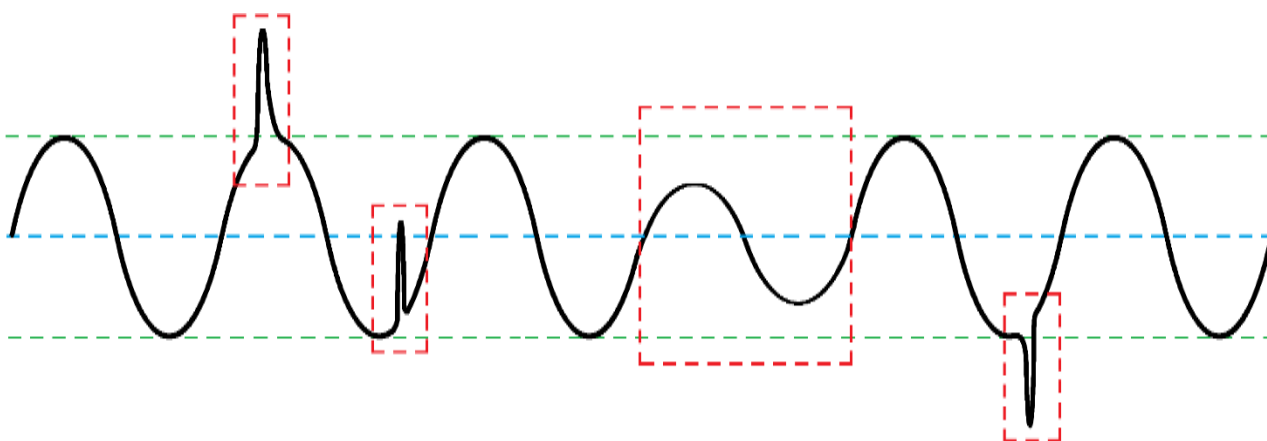


Рисунок 2 – Осциллограмма сигнала с нарушениями амплитуды

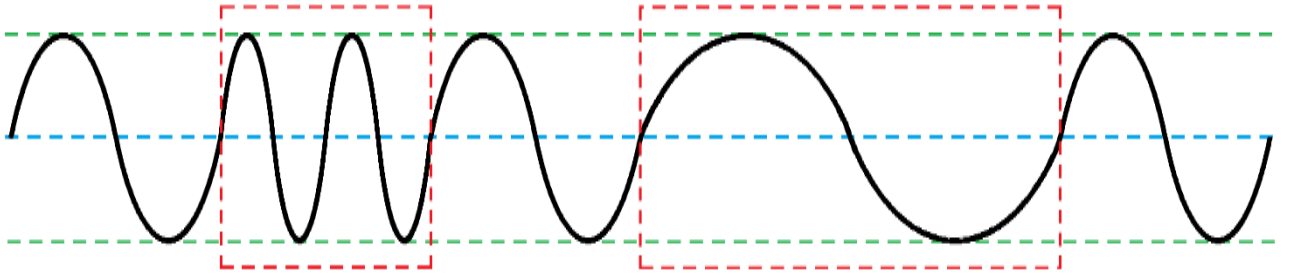


Рисунок 3 – Осциллограмма сигнала с нарушениями частоты

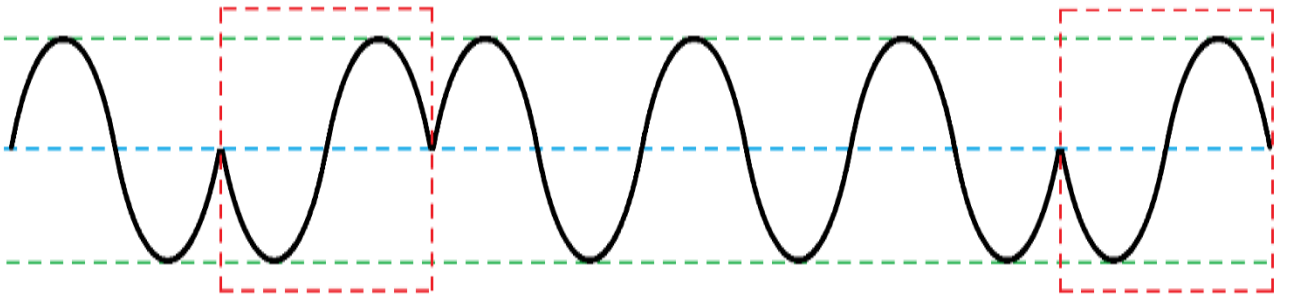


Рисунок 4 – Осциллограмма сигнала с нарушениями фазы

1 Анализ задания на выпускную квалификационную работу

1.1 Цель и задачи ВКР

Целью выпускной бакалаврской работы является разработка реконфигурируемого генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии.

Реализация поставленной цели предполагает необходимость решения следующих задач:

- 1) исследование актуальных сфер применения испытательных систем, имеющих функцию обнаружения редких аномалий электрических сигналов;
- 2) разработка требований к генератору периодических электрических сигналов, содержащих аномалии;
- 3) разработка метода формирования аномалий электрических сигналов;
- 4) программная реализация предложенного метода формирования электрических сигналов, содержащих аномалии;
- 5) определение аппаратной части генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии;
- 6) вывод электрического сигнала и проведение исследования работоспособности разработанного генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии.

1.2 Сферы применения испытательных систем, имеющих функцию обнаружения редких аномалий электрических сигналов

Задачи обнаружения и парирования аномалий электрических сигналов находят применение во многих сферах жизнедеятельности [6], достаточно обозначить лишь некоторые из них.

При появлении аномалий в управляющих сигналах электромагнитных двигателей возможны удары по подшипникам. Однако данное предположение требует экспериментального подтверждения, так как в настоящее время нет данных о проведении подобных исследований. Такие эксперименты невозможны без генератора электросигналов, содержащих аномалии, что указывает на необходимость его разработки.

В военной промышленности при разработке радиолокационных станций крайне важно учитывать реакцию системы на помехи, причиной которых могут быть как намеренные действия противника, так и неблагоприятные метеоусловия [7]. Сбои в работе военной техники могут поставить под угрозу национальную безопасность, поэтому необходимо использование генератора периодических электросигналов с аномалиями для исследования функционирования радиолокационных станций при наличии искажений в принятом сигнале.

Электроэнцефалография – метод регистрации электрической активности мозга с помощью электродов, является ключевым в диагностике множества неврологических нарушений. На электроэнцефалограмме также присутствуют аномалии, не связанные с активностью головного мозга. Они могут быть вызваны движением глаз, языка или кардиоимпульсами. В дополнение к аномалиям внутреннего происхождения существует множество внешних [8]. Очевидна необходимость отслеживания сигналов и проведения таких манипуляций, которые позволят получить «чистый» сигнал в результате нейтрализации нежелательных компонентов. Создание системы парирования негативных факторов, связанных с наличием аномалий в сигнале, должна быть

заблаговременной, поэтому разработчикам медицинского оборудования необходим генератор электросигналов с аномалиями.

Многим известен способ позиционирования объектов в пространстве с помощью глобальных навигационных систем. Однако при всем значении данного способа для развития многих областей деятельности людей, он имеет весьма серьезный недостаток, связанный с вероятностью внезапного снижения достоверности информации. Причиной помех могут быть природные колебания среды (температура, влажность, ионизация), а также действия военных органов, управляющих своими навигационными спутниками [9]. Использование спутниковой навигационной информации в неудачное время в гражданской авиации может привести к катастрофе. Поэтому данной области необходимы средства определения и учета аномалий сигналов, имитировать которые способен разрабатываемый в данной работе генератор.

1.3 Требования к генератору периодических электрических сигналов, содержащих аномалии

На основании задания на выпускную квалификационную работу были сформированы следующие требования к генератору периодических электрических сигналов, содержащих аномалии.

Для управления генератором необходим интуитивно понятный интерфейс.

В разрабатываемом генераторе должна быть реализована возможность воспроизведения аномалий разных типов для поднятия уровня полноты контроля при испытаниях технических систем.

Необходимо предусмотреть настройки периодичности появления аномалий на основе специальных алгоритмов и правил, разработанных в рамках написания квалификационной работы, использующих детерминированные и стохастические данные в качестве входных параметров.

Алгоритмы формирования и видоизменения сигнала, разрабатываемые в рамках написания данной работы, должны быть реализованы в виде аппаратно-независимых функций программного обеспечения, что даст возможность их многократного и гибкого применения разработчиками генераторов периодических электрических сигналов, содержащих аномалии.

2 Разработка метода формирования аномалий сигнала

В основе программного обеспечения генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии, лежат числовые последовательности амплитудных значений электрического сигнала. Общая схема работы генератора изображена на рисунке 5. Эталонный период сигнала, то есть период сигнала без аномалий, в виде массива значений задаётся пользователем вручную либо формируется в процессе выполнения программы в соответствии с выбранной пользователем предустановкой из числа следующих: «Синус» (рисунок 6), «Пила» (рисунок 7), «Треугольник» (рисунок 8), «Прямоугольник» (рисунок 9), «Импульс» (рисунок 10).

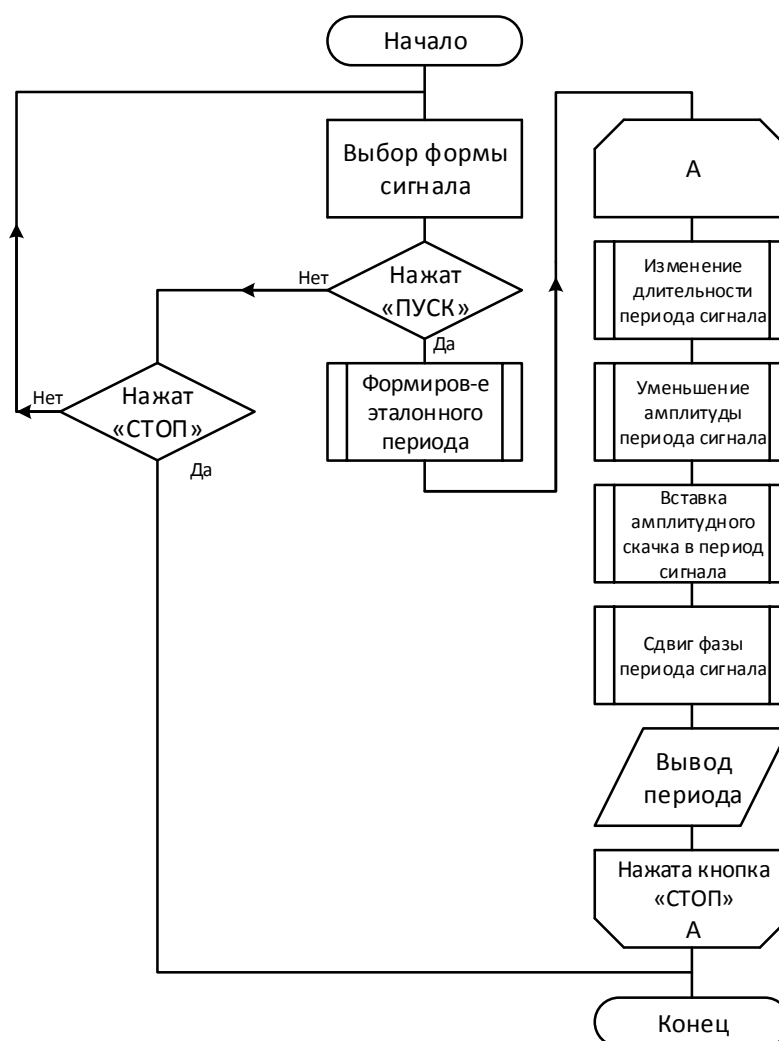


Рисунок 5 – Алгоритм работы генератора

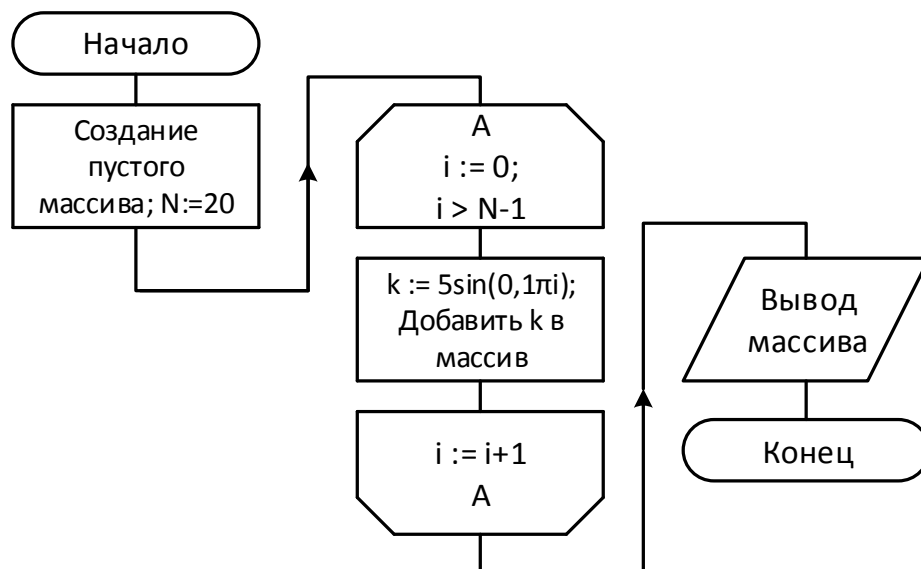


Рисунок 6 – Алгоритм формирования периода сигнала «Синус»

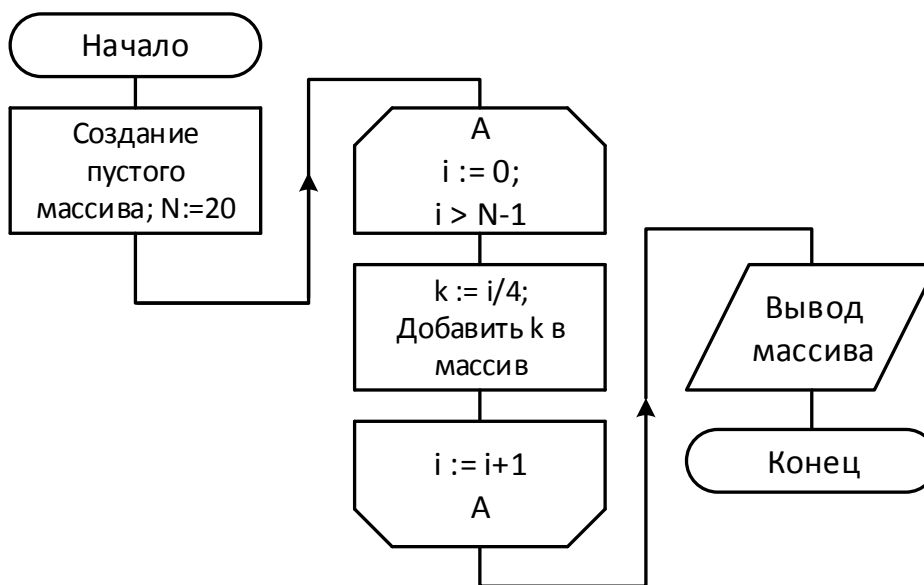


Рисунок 7 – Алгоритм формирования периода сигнала «Пила»

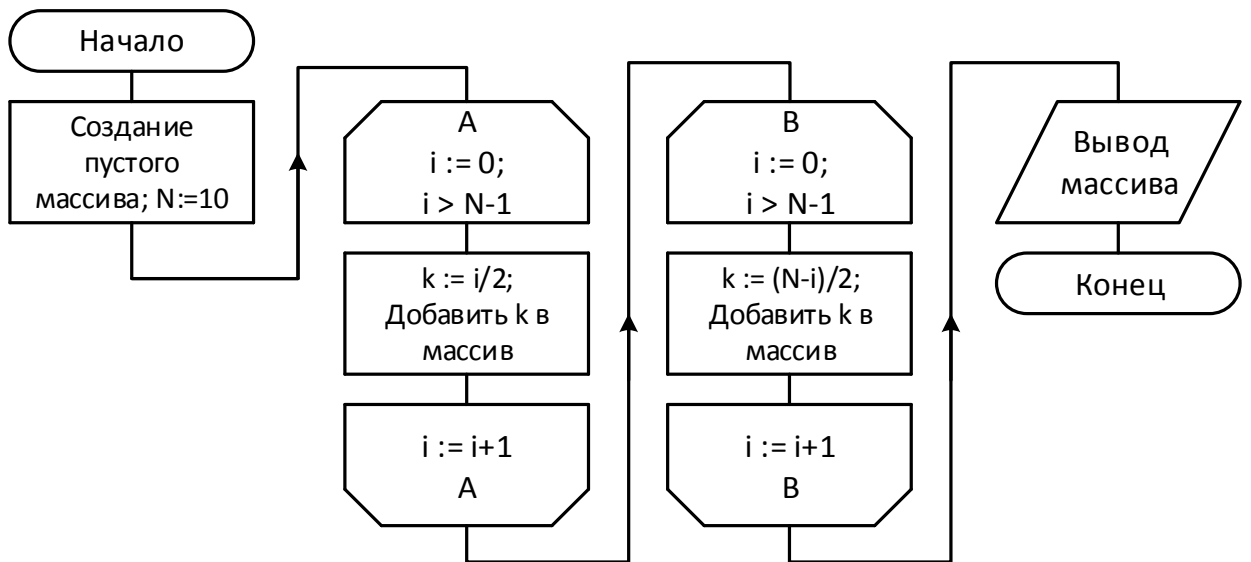


Рисунок 8 – Алгоритм формирования периода сигнала «Треугольник»

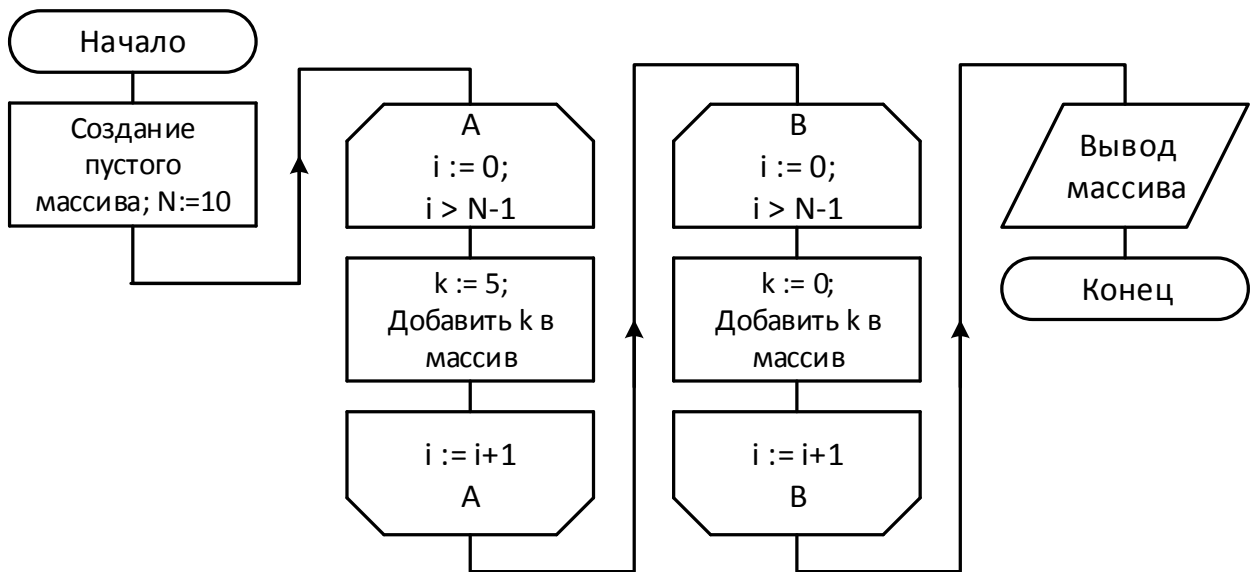


Рисунок 9 – Алгоритм формирования периода сигнала «Прямоугольник»

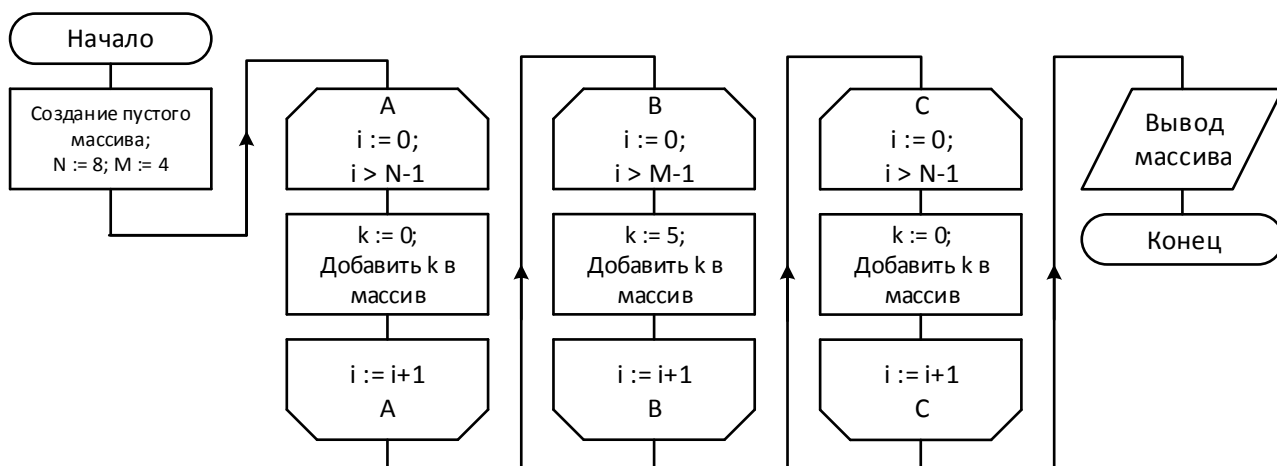


Рисунок 10 – Алгоритм формирования периода сигнала «Импульс»

Если пользователем не задана периодичность появления ни одного вида аномалий в сигнале, то после запуска генератор воспроизводит выдачу значений из эталонного массива бесконечно.

Режим генерации сигнала с аномалиями начинается с установки пользователем периодичности появления и параметров одного из типов таких аномалий вручную, либо с запуска автоматического режима. В каждом периоде генерируемого сигнала, подходящем под заданный пользователем либо рассчитанный программным обеспечением критерий частоты появления аномалии, происходит видоизменение эталонных значений (рисунок 11).

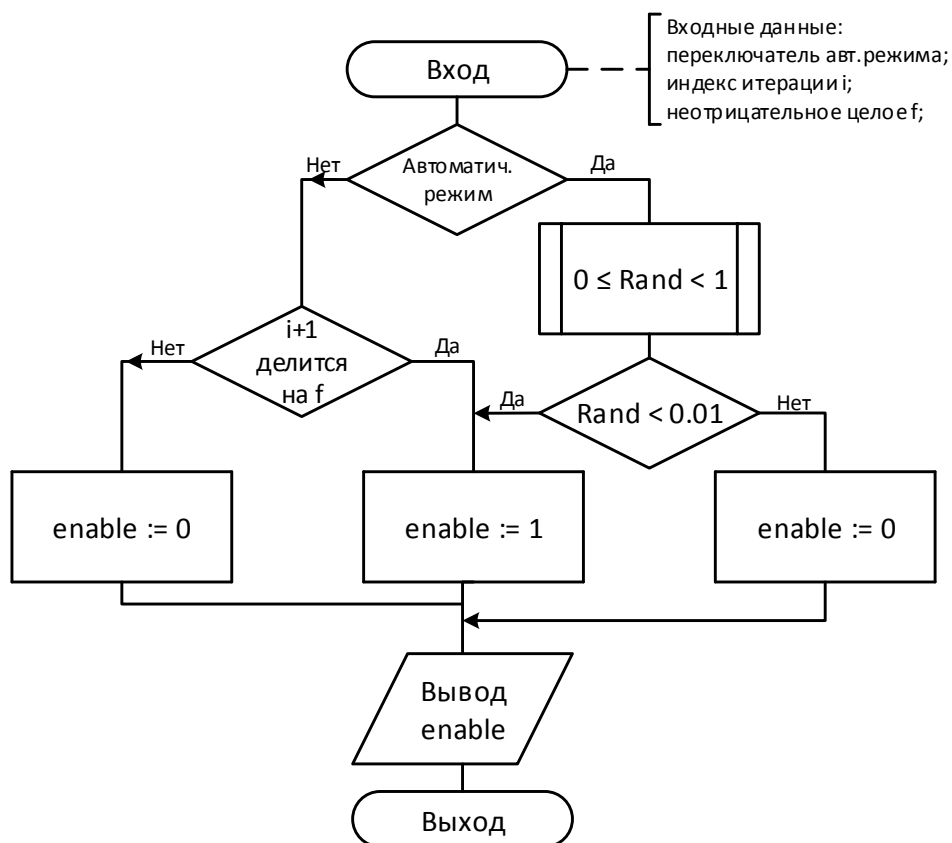


Рисунок 11 – Алгоритм выдачи разрешения на формирование аномалии в текущем периоде

Импульсное нарушение амплитуды реализуется посредством замены одного нормального значения амплитуды массива пиковым, причем как в сторону увеличения амплитуды, так и в сторону её уменьшения (рисунок 12).

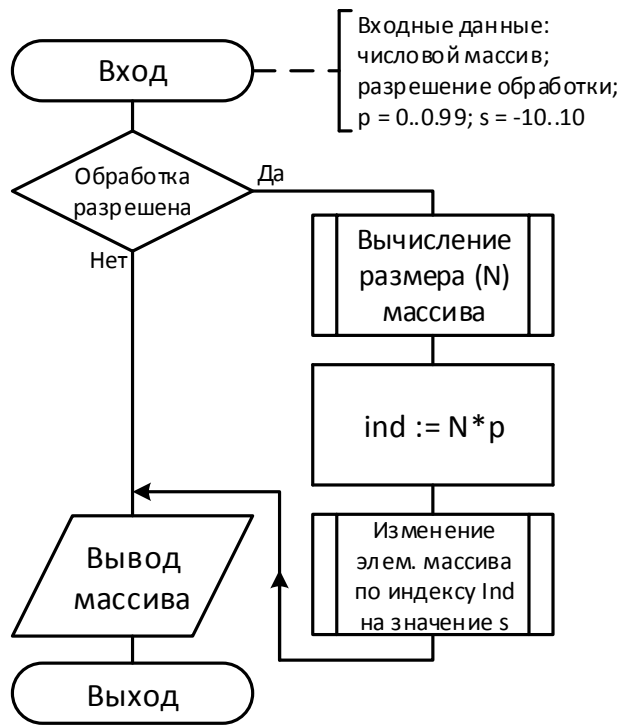


Рисунок 12 – Алгоритм формирования импульсной амплитудной аномалии

Период сигнала, аномально меньший по амплитуде, формируется посредством преобразования значений эталонного массива в меньшие по модулю (рисунок 13).

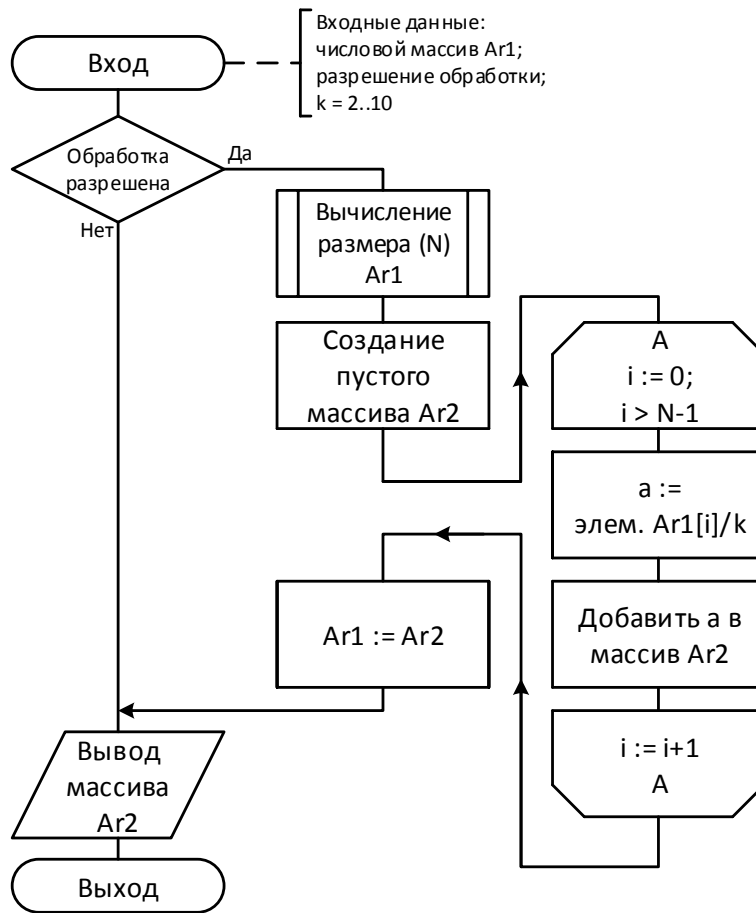


Рисунок 13 – Алгоритм уменьшения амплитудных значений периода сигнала

Увеличение длительности сигнала достигается вставкой в эталонный массив амплитудных значений периода дополнительных элементов, а сокращение длительности – удалением некоторых элементов из эталона (рисунок 14).

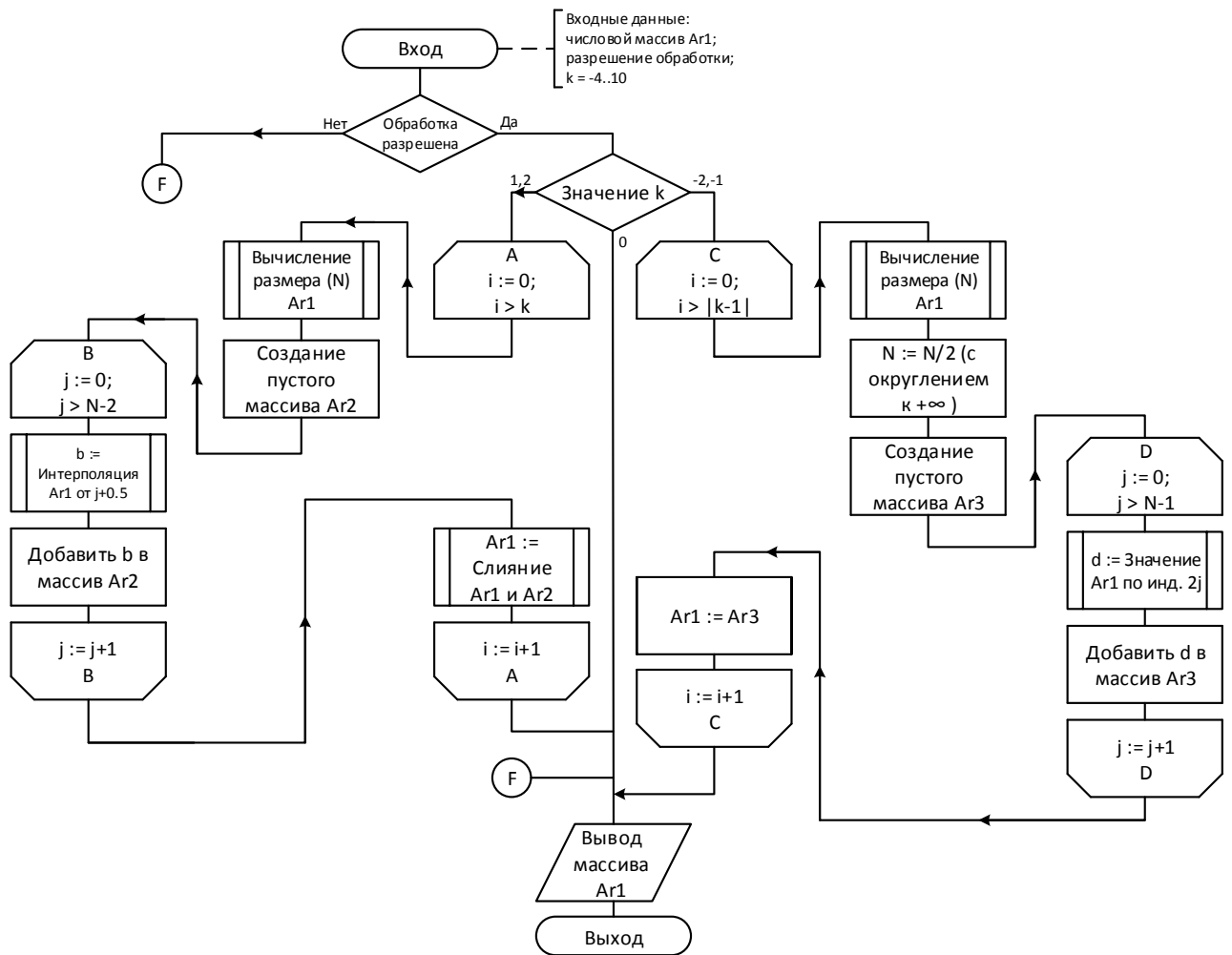


Рисунок 14 – Алгоритм изменения длительности периода сигнала

Сдвиг фазы сигнала реализуется посредством кольцевого сдвига элементов исходного массива в одну из сторон (рисунок 15).

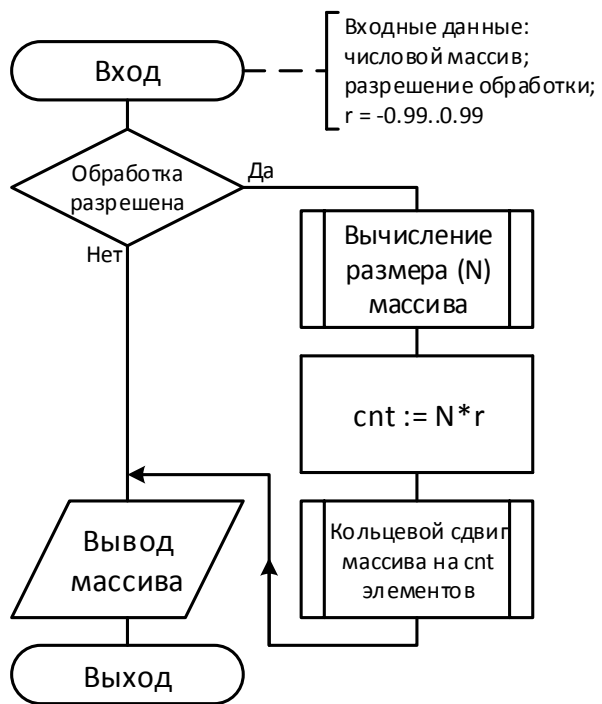


Рисунок 15 – Алгоритм сдвига фазы периода сигнала

3 Реализация генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии

3.1 Среда разработки программного обеспечения генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии

При выборе языка программирования преимущество было отдано графическому языку, так как он интуитивно понятен и позволяет без больших затрат времени на его освоение приступить к разработке требуемого программного продукта.

Критериям эргономичности интерфейса, простоты использования и, в то же время, предоставляемых возможностей, достаточных для решения поставленных задач, наилучшим образом соответствует среда разработки программного обеспечения LabVIEW от National Instruments.

LabVIEW находит применение в самых разнообразных сферах человеческой деятельности, так как имеет широкие возможности сбора, обработки и анализа данных. Данная среда разработки поддерживает огромный спектр оборудования различных производителей и имеет в своём составе (либо позволяет добавлять к базовому пакету) многочисленные библиотеки компонентов для моделирования систем любой сложности. Вместе с тем LabVIEW – очень простая и интуитивно понятная среда, обладающая удобным интерфейсом и совместимая с популярными операционными системами [10].

3.2 Программная реализация предложенного метода формирования периодических электрических сигналов, содержащих аномалии

Интерфейс разработанного программного обеспечения интуитивно понятен (рисунок 16). Он состоит из следующих блоков: блок выбора формы сигнала; блок настроек аномалий сигнала с выбором режима; блок выбора частоты; блок отображения последнего сгенерированного периода.

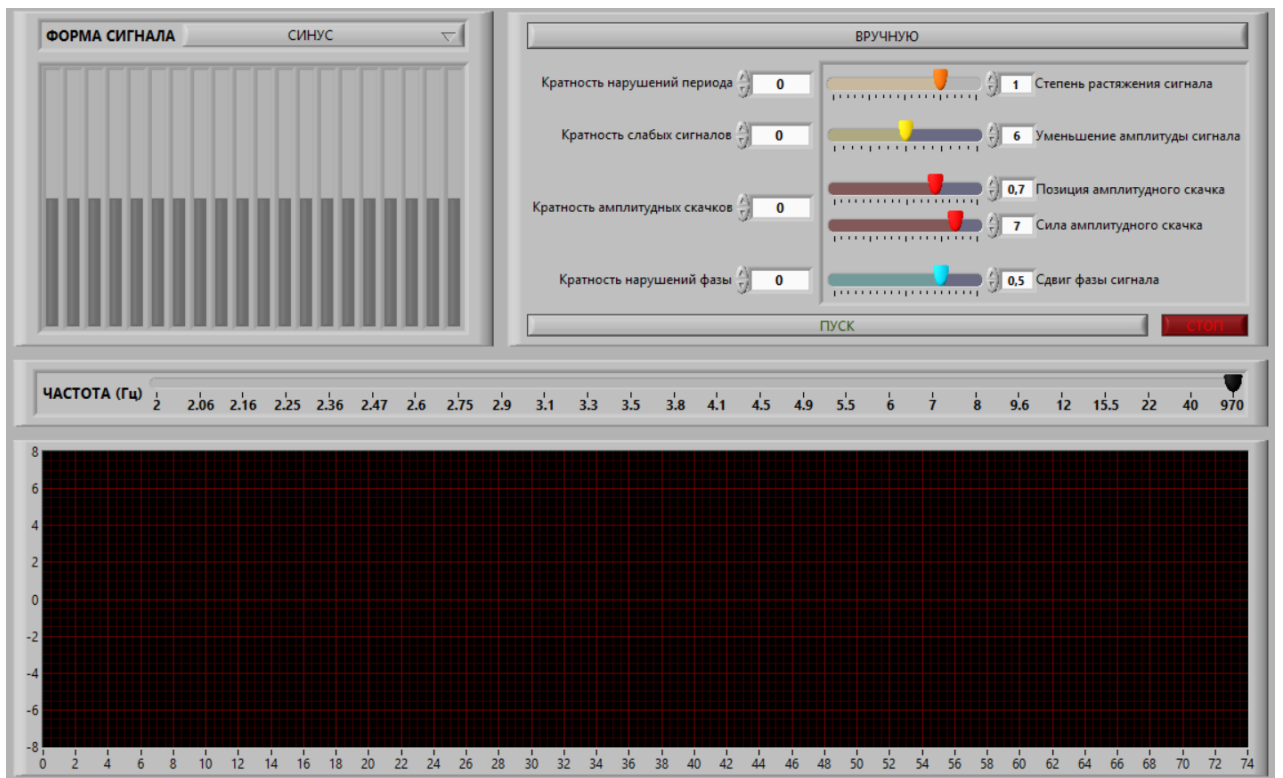


Рисунок 16 – Интерфейс разработанного программного обеспечения

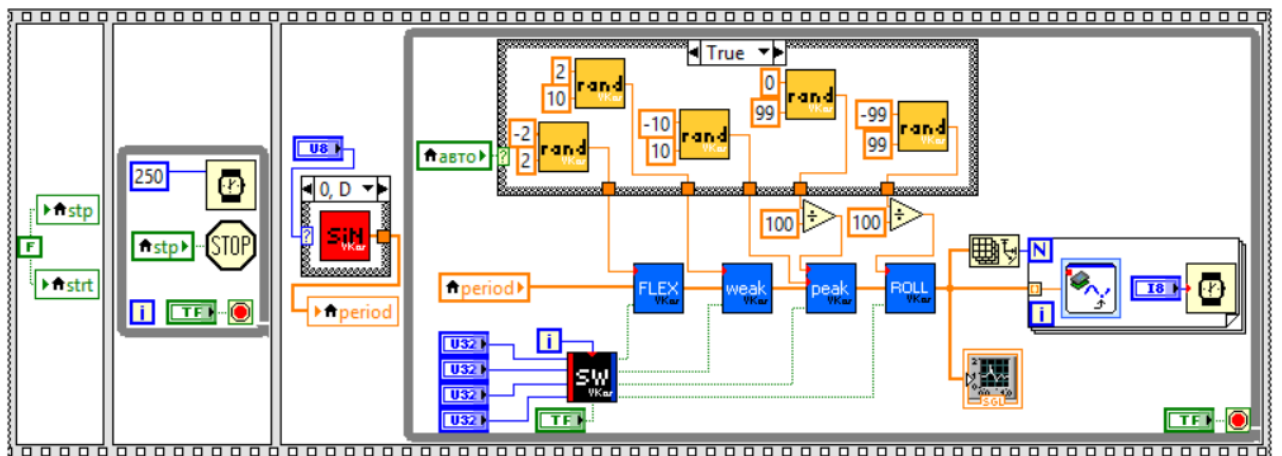


Рисунок 17 – Программная реализация алгоритма работы генератора

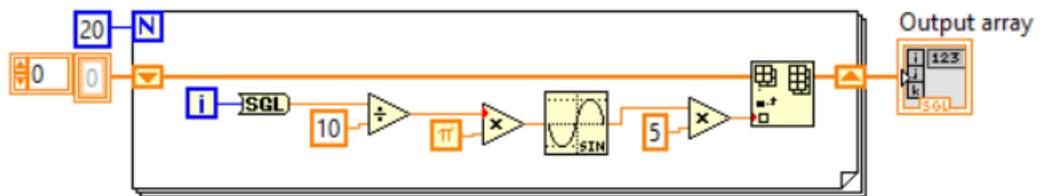


Рисунок 18 – Программная реализация алгоритма формирования сигнала «Синус»

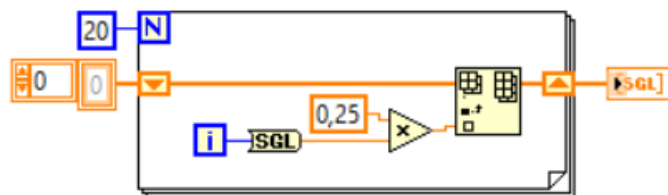


Рисунок 19 – Программная реализация алгоритма формирования сигнала «Пи́ла»

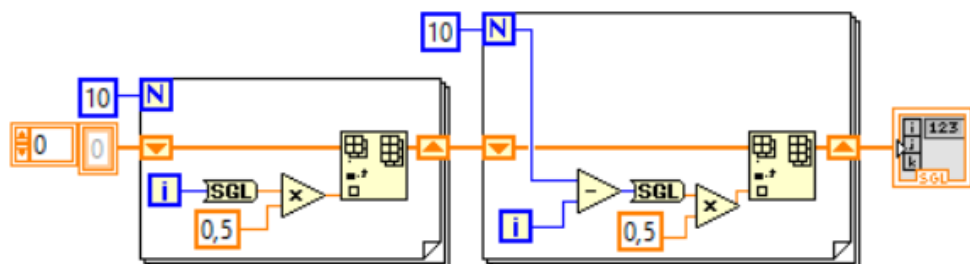


Рисунок 20 – Программная реализация алгоритма формирования сигнала «Треугольник»

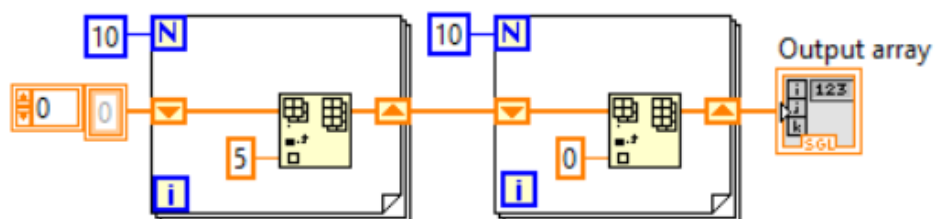


Рисунок 21 – Программная реализация алгоритма формирования сигнала «Прямоугольник»

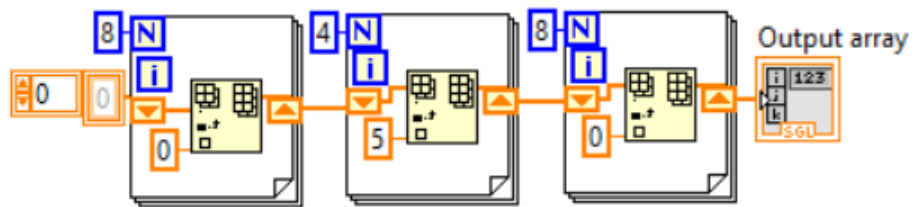


Рисунок 22 – Программная реализация алгоритма формирования сигнала «Импульс»

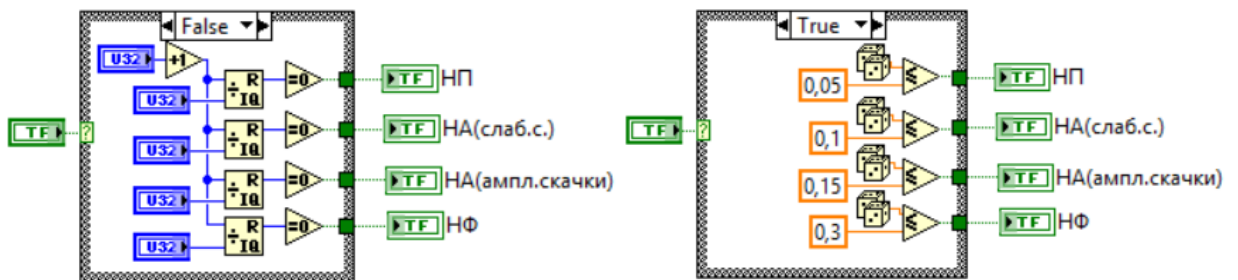


Рисунок 23 – Программная реализация алгоритма выдачи разрешения на формирование аномалий в текущем периоде

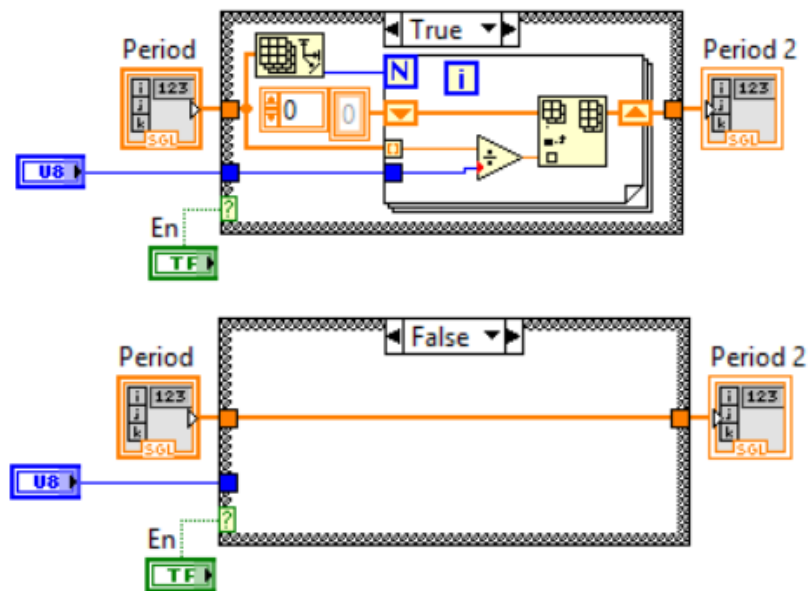


Рисунок 24 – Программная реализация алгоритма уменьшения амплитудных значений периода сигнала

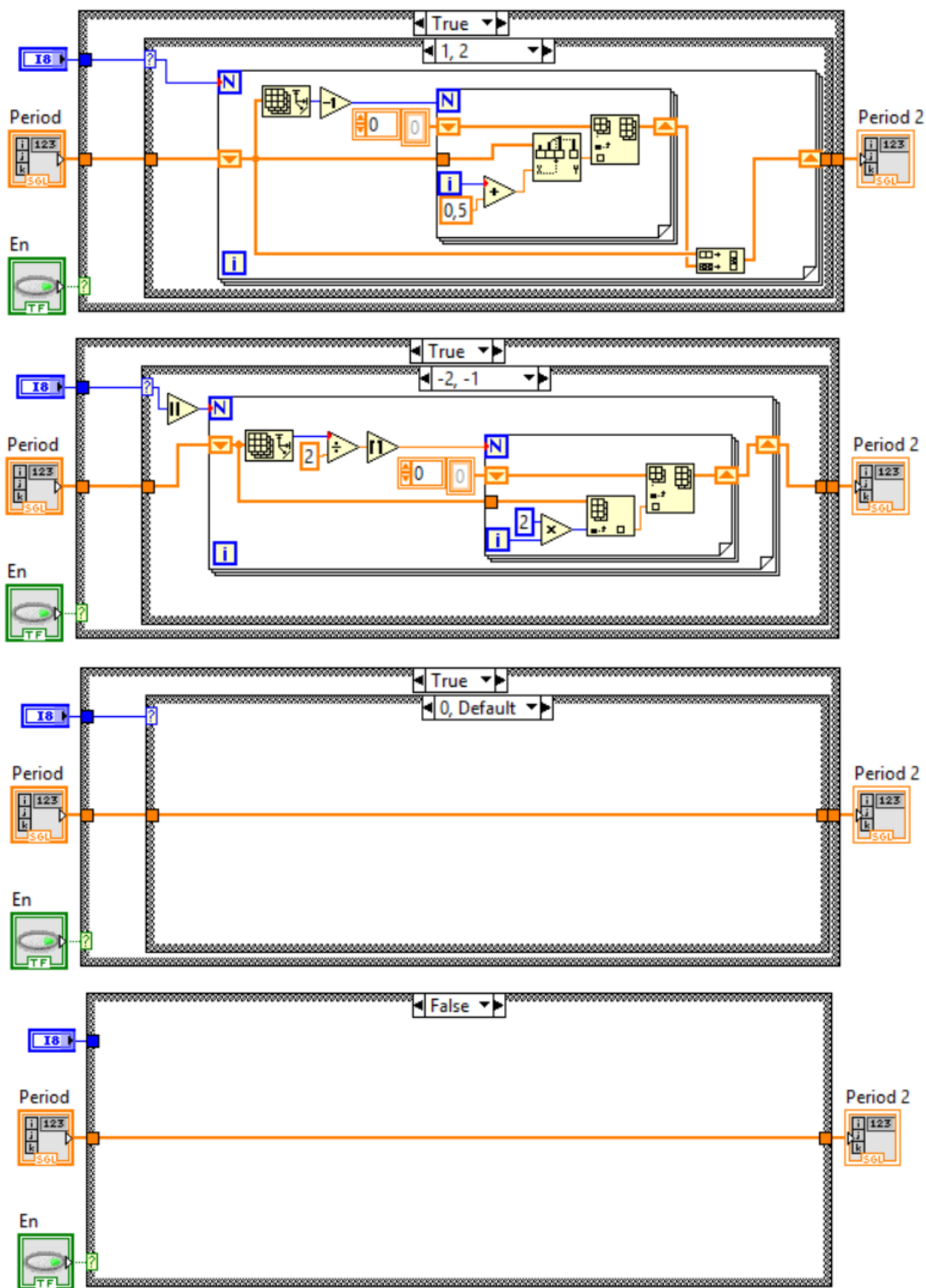


Рисунок 25 – Программная реализация алгоритма изменения длительности периода сигнала

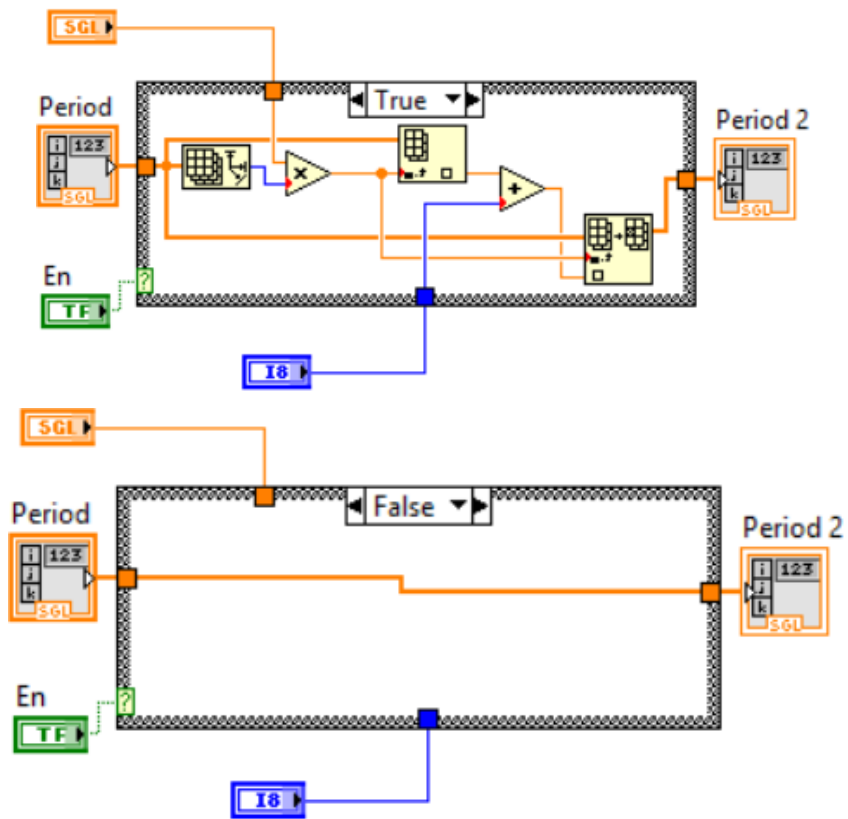


Рисунок 26 – Программная реализация алгоритма формирования импульсной амплитудной аномалии

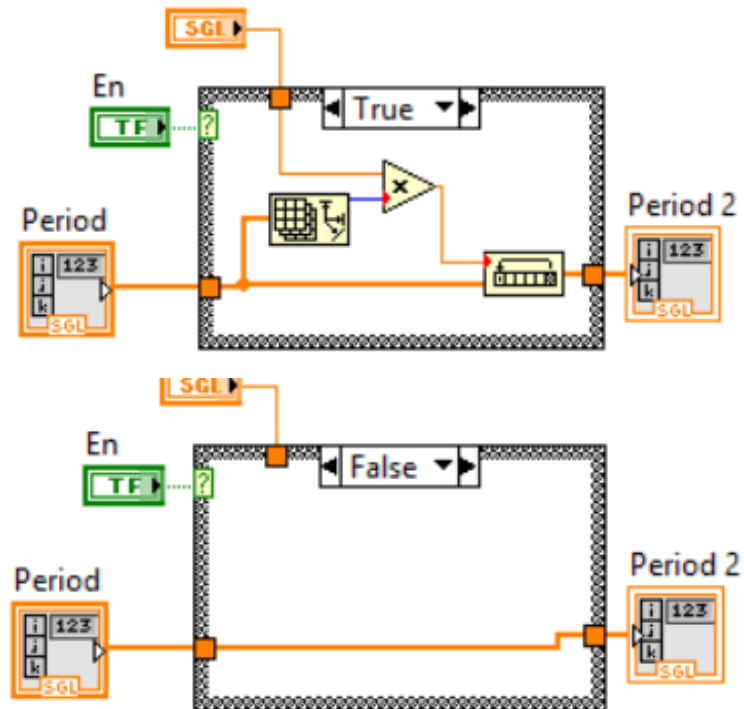


Рисунок 27 – Программная реализация алгоритма сдвига фазы периода сигнала

3.2 Аппаратная составляющая генератора электрических сигналов, содержащих аномалии

Программный продукт, разрабатываемый в ходе выполнения выпускной квалификационной работы, универсален и может успешно функционировать на любой аппаратуре, поддерживаемой LabVIEW (в некоторых случаях требуется процедура адаптации программных функций, которая не является трудоемкой).

При выборе аппаратного компонента генератора электрических сигналов, содержащих аномалии, предпочтительными считаются максимально компактные и мобильные устройства. И, конечно же, наибольший интерес представляет новейшее оборудование. Этим требованиям наилучшим образом соответствует MyRIO от National Instruments (рисунок 28).

NI MyRIO – реконфигурируемый инструмент в компактном и простом форм-факторе, подходящий для многократного использования. NI MyRIO содержит программируемый чип, позволяющий в полную силу использовать возможности LabVIEW. NI MyRIO содержит в общей сложности 40 цифровых линий ввода/вывода, 10 аналоговых входов и 6 аналоговых выходов, позволяющих подключать большой спектр устройств [10].



Рисунок 28 – Внешний вид NI MyRIO

4 исследование функционирования разработанного генератора

Для исследования функционирования генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии, был собран лабораторный стенд (рисунок 29), в состав которого входят: NI MyRIO, осциллограф PV6501, электронно-вычислительная машина для управления разработанным генератором, электронно-вычислительная машина для управления осциллографом.



Рисунок 29 – Лабораторный стенд для исследования работы генератора

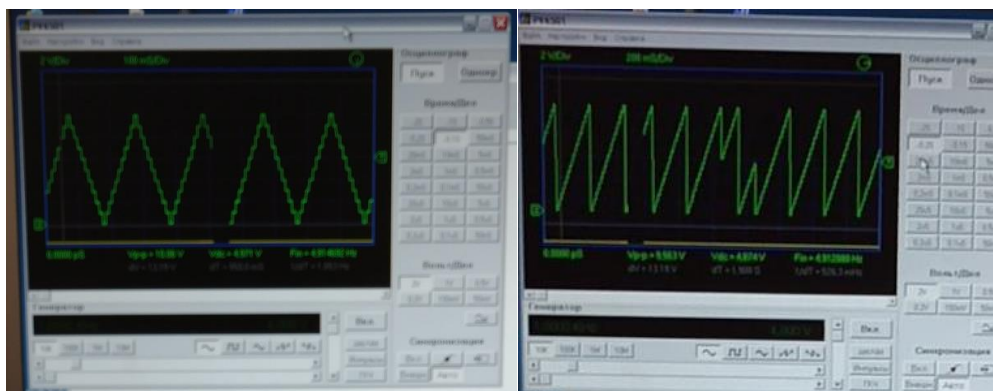


Рисунок 30 – Проверка работоспособности работы генератора с помощью осциллографа PV6501

В ходе работы выяснилось, что осциллограф PV6501 неудобен для исследования работы разработанного генератора по причине недостаточного функционала и неактуальности программного обеспечения, а также избыточности оборудования (требовалась отдельная электронно-вычислительная машина для управления осциллографом), что отрицательно складывалось на мобильности системы. Было решено изменить конфигурацию лабораторного стенда (рисунок 31). В его состав вошли: NI MyRIO, осциллограф Tektronix TPS2024, электронно-вычислительная машина для управления разработанным генератором.



Рисунок 31 – Модернизированный лабораторный стенд для исследования работы генератора

Выполнена проверка работоспособности всех функций генератора. Некоторые результаты изображены на рисунках 32-37. Демонстрация всего функционала разработанного генератора содержится в видеоролике.

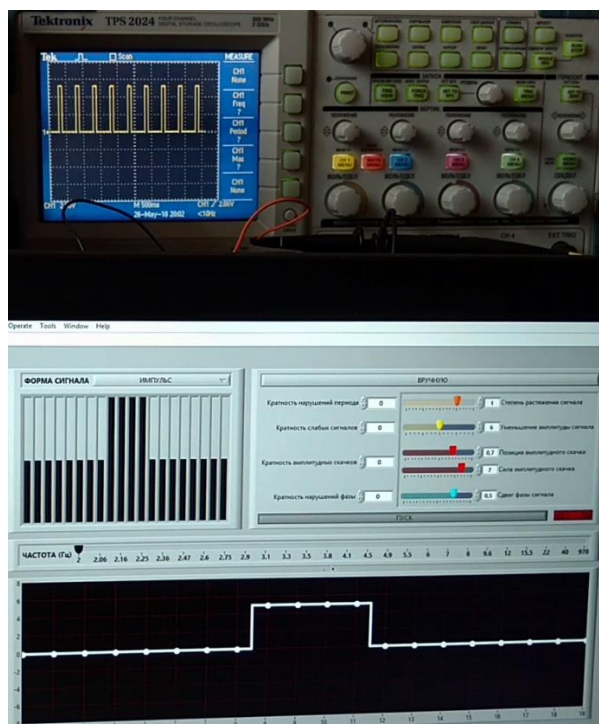


Рисунок 32 – Проверка работоспособности генератора в режиме вывода сигнала «Импульс» без аномалий

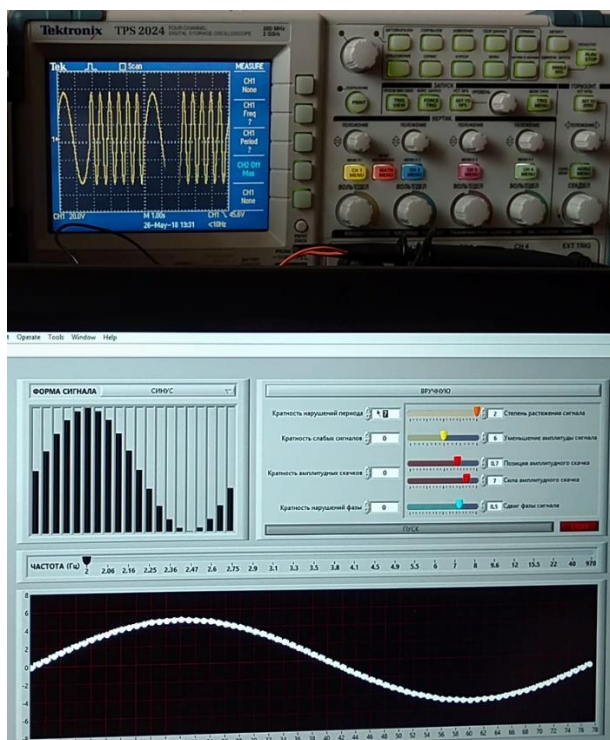


Рисунок 33 – Проверка работоспособности генератора в режиме вывода сигнала «Синус» с нарушением длительности каждого седьмого периода

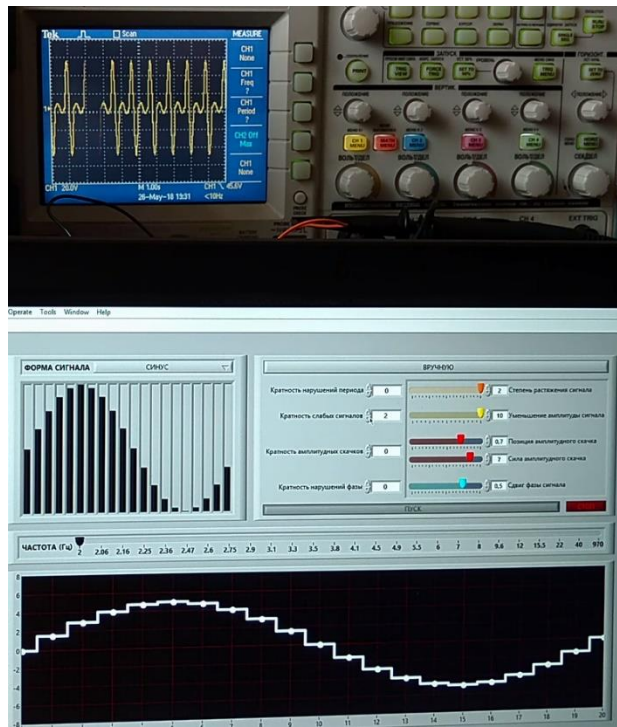


Рисунок 34 – Проверка работоспособности генератора в режиме вывода сигнала «Синус» с десятикратным уменьшением амплитуды каждого второго периода

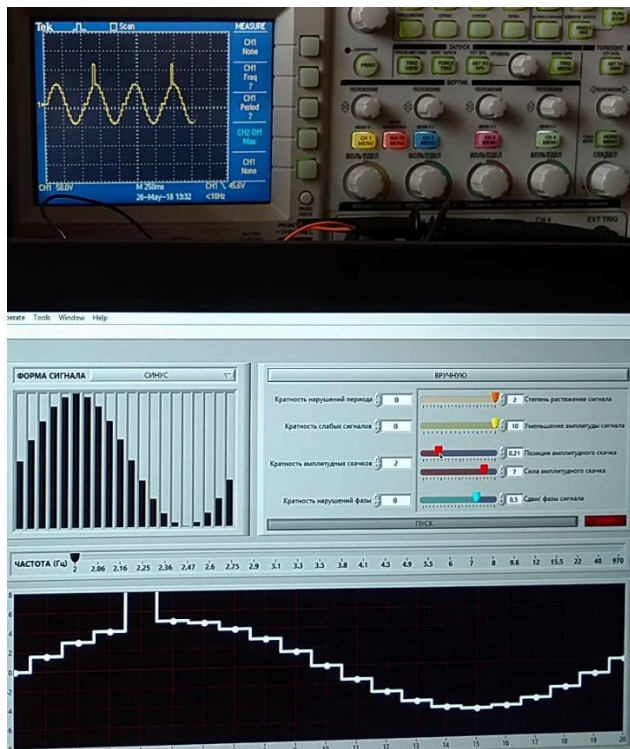


Рисунок 35 – Проверка работоспособности генератора в режиме вывода сигнала «Синус» с появлением импульсной аномалии в каждом втором периоде

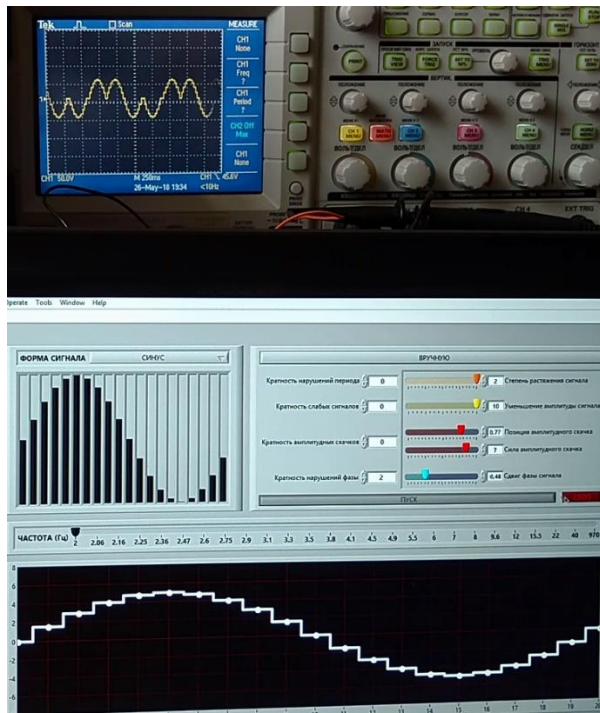


Рисунок 36 – Проверка работоспособности генератора в режиме вывода сигнала «Синус» со сдвигом фазы каждого второго периода

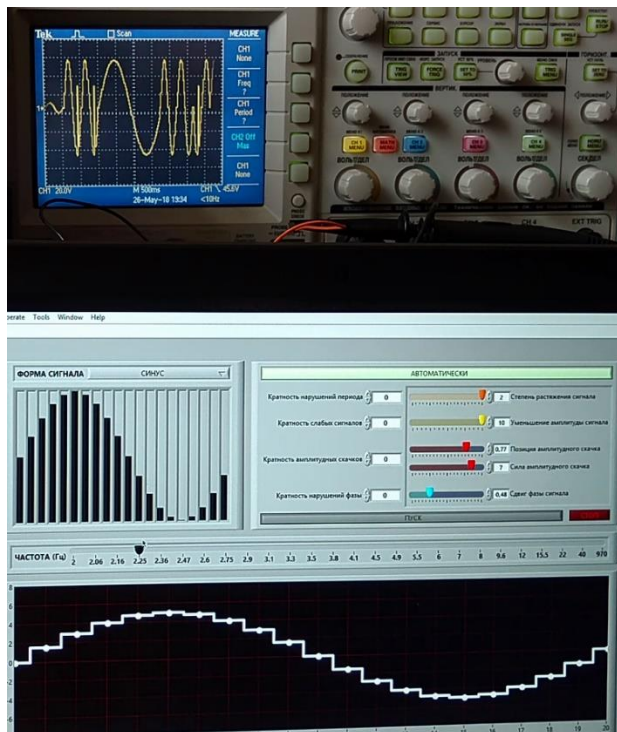


Рисунок 37 – Проверка работоспособности генератора в автоматическом режиме вывода сигнала «Синус»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был составлен перечень требований к функционалу генератора периодических электрических сигналов, содержащих аномалии. Разработаны алгоритмы формирования сигналов и их аномалий. Выполнен выбор инструментария и разработано программное обеспечение в виде виртуального прибора для формирования периодических сигналов любой формы, содержащих аномалии, предоставляющего пользователю необходимые настройки. Выполнен вывод электрического сигнала с помощью программируемого аппаратного средства NI MyRIO. Выполнена сборка лабораторного стенда и исследование работоспособности генератора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технический контроль качества продукции на стадиях ее разработки [Электронный ресурс] // Электронный учебник. – Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=2&tutindex=18&index=34&layer=2 (дата обращения: 18.04.2018).
2. Осциллографирование электрических сигналов [Электронный ресурс] // Издательство Томского политехнического университета. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/26042758-Oscillografirovanie-elektricheskikh-signalov.html> (дата обращения: 18.04.2018).
3. Недорезов, Д.А. Многофункциональный аппаратно-программный осциллографический комплекс для длительного контроля и испытаний / Д.А. Недорезов // Атомный проект №27, Нижний Новгород. – 2017. – С. 48.
4. Холдинг «Информтест» [Электронный ресурс] // Сайт холдинга. – Режим доступа: <http://www.informtest.ru> (дата обращения: 19.04.2018).
5. ПриСТ - контрольно-измерительные приборы [Электронный ресурс] // Сайт АО «ПриСТ». – Режим доступа: <https://prist.ru> (дата обращения: 19.04.2018).
6. Введение в Обнаружение и Распознавание Сигналов [Электронный ресурс] // Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана. – Режим доступа: https://ru.bmstu.wiki/Введение_в_Обнаружение_и_Распознавание_Сигналов (дата обращения: 18.04.2018).
7. Помехи радиолокационным системам [Электронный ресурс] // Научная библиотека. – Режим доступа: http://books.sernam.ru/book_rds.php?id=33 (дата обращения: 18.04.2018).
8. Электроэнцефалография [Электронный ресурс] // Медицинский сайт. – Режим доступа: <http://cnsinfo.ru/encyclopaedia/diagnostics/eeg/> (дата обращения: 18.04.2018).
9. Принципы навигации [Электронный ресурс] // Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения. Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/guide/navfaq.php> (дата обращения: 18.04.2018).
10. National Instruments [Электронный ресурс] // Сайт National Instruments. – Режим доступа: <http://www.ni.com> (дата обращения: 20.04.2018).