УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

Института дополнительного образования

А.С. Курзанова

**Паспорт Образовательной программы**

**«Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO»**

|  |  |
| --- | --- |
| **Версия программы** | **1** |
| **Дата Версии** | **15.10.2020** |

1. **Сведения о Провайдере**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.1 | Провайдер | ФГАОУ ВО "СПбПУ" |
| 1.2 | Логотип образовательной организации |  |
| 1.3 | Провайдер ИНН | 7804040077 |
| 1.4 | Ответственный за программу ФИО | Медведев Андрей Викторович |
| 1.5 | Ответственный должность | доцент |
| 1.6 | Ответственный Телефон | +7(931)2760076 |
| 1.7 | Ответственный Е-mail | medvedev@rphf.spbstu.ru |

1. **Основные Данные**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Название** | **Описание** |
| 2.1 | Название программы | Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO. |
| 2.2 | Ссылка на страницу программы | <http://ni.spbstu.ru/программирование-систем-реального-в> |
| 2.3 | Формат обучения | Онлайн |
| 2.4 | Подтверждение от ОО наличия возможности реализации образовательной программы с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий с возможностью передачи данных в форме элементов цифрового следа |  |
| 2.5 | Уровень сложности | Продвинутый |
| 2.6 | Количество академических часов | **72** |
| 2.7 | Практикоориентированный характер образовательной программы: не менее 50 % трудоёмкости учебной деятельности отведено практическим занятиям и (или) выполнению практических заданий в режиме самостоятельной работы (кол-во академических часов) | 42 |
| 2.8 | Стоимость обучения одного обучающегося по образовательной программе, а также предоставление ссылок на 3 (три) аналогичные образовательные программы иных организаций, осуществляющих обучение, для оценки объективности стоимости или обоснование уникальности представленной образовательной программы в случае отсутствия аналогичных образовательных программ на рынке образовательных услуг | 30000 руб.  <http://training-labview.ru/templates/standard/core/>  <http://www.automationlabs.ru/index.php/courses/syllabi/74-2008-07-25-22-37-02>  <http://www.automationlabs.ru/index.php/courses/syllabi/82-2008-06-15-21-45-17> |
| 2.9 | Минимальное количество человек на курсе | 3 |
| 2.10 | Максимальное количество человек на курсе | 20 |
| 2.11 | Данные о количестве слушателей, ранее успешно прошедших обучение по образовательной программе | 16 |
| 2.12 | Формы аттестации | Текущая аттестация проводится в форме устного опроса в ходе занятий или собеседования по итогам освоения каждой дисциплины.  Промежуточная аттестация не производится.  Итоговая аттестация – зачет. |
| 2.13 | Указание на область реализации компетенций цифровой экономики, к которой в большей степени относится образовательная программа, в соответствии с Перечнем областей | Новые производственные технологии/ Промышленный интернет/ Сенсорика и компоненты робототехники /Программирование и создание ИТ-продуктов/ Электроника и радиотехника |

1. **Аннотация программы**

Целью реализации программы повышения квалификации является совершенствование имеющихся и (или) приобретение новых навыков использования модуля LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением; приобретение навыка создания детерминированных систем мониторинга и управления на основе программного обеспечения NI LabVIEW и аппаратной платформы NI CompactRIO, необходимых для профессиональной деятельности.

Выпускник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности в соответствии с профессиональным стандартом "Программист" (утвержден приказом Минтруда России от №679н от 18.11.2013, зарегистрирован в Минюсте России 18.12.2013 N 30635).

Лица, желающие освоить данную программу повышения квалификации, должны иметь среднее профессиональное или высшее образование. К обучению по программе также допускаются лица, получающие среднее профессиональное или высшее образование.

В результате освоения программы у слушателей должен сформироваться следующий комплекс знаний, умений и навыков:

*знает:*

- сущность модуля LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением;

- концепции реального времени и детерминизма;

- сущность системы CompactRIO, области ее применения и входящие компоненты.

*умеет:*

- определять, является ли использование операционной системы реального времени (ОСРВ) приемлемым решением существующей задачи;

- выбрать наиболее подходящее оборудование для данного приложения РВ;

- уменьшить отклонения в приложении РВ;

- выбрать подходящий метод обмена информацией;

- калибровать приложение РВ и запускать его в работу;

- создать реальную систему управления и мониторинга с помощью практических упражнений, выполняемых при обучении.

*владеет:*

- методикой разработки надежных приложений с детерминированным поведением;

- методикой оптимизации задач реального времени;

- методикой настройки и коммуникации с устройствами РВ;

- методикой добавления CompactRIO в список удаленных систем;

- методикой добавления целевого устройства CompactRIO;

- методами тактирования.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

«Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO»

72 час.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**1.Цель программы**

Целью реализации программы повышения квалификации **«Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO»** является совершенствование имеющихся и (или) приобретение новых навыков использования модуля LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением; приобретение навыка создания детерминированных систем мониторинга и управления на основе программного обеспечения NI LabVIEW и аппаратной платформы NI CompactRIO, необходимых для профессиональной деятельности.

**2.Планируемые результаты обучения:**

2.1.Знание (осведомленность в областях)

2.1.1. Сущность модуля LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением.

2.1.2. Концепции реального времени и детерминизма.

2.1.3. Сущность системы CompactRIO, области ее применения и входящие компоненты.

2.2. Умение (способность к деятельности)

2.2.1. Определение, является ли использование операционной системы реального времени (ОСРВ) приемлемым решением существующей задачи.

2.2.2. Выбор наиболее подходящего оборудования для данного приложения РВ.

2.2.3. Уменьшение отклонения в приложении РВ.

2.2.4. Выбор подходящего метода обмена информацией.

2.2.5. Калибровка приложения РВ и запуск его в работу.

2.2.6. Создание реальной системы управления и мониторинга с помощью практических упражнений, выполняемых при обучении.

2.3.Навыки (использование конкретных инструментов)

2.3.1. Методика разработки надежных приложений с детерминированным поведением.

2.3.2. Методика оптимизации задач реального времени.

2.3.3. Методика настройки и коммуникации с устройствами РВ.

2.3.4. Методика добавления CompactRIO в список удаленных систем.

2.3.5. Методика добавления целевого устройства CompactRIO.

2.3.6. Методы тактирования.

**3.Категория слушателей** (возможно заполнение не всех полей)

* 1. Лица, желающие освоить данную программу повышения квалификации, должны иметь среднее профессиональное или высшее образование. К обучению по программе также допускаются лица, получающие среднее профессиональное или высшее образование.
  2. Необходимо предварительное освоение курсов «LabVIEW Core I» и «LabVIEW Core II» или «Программная среда LabVIEW и технологии National Instruments для задач проектирования устройств обработки сигналов современных телекоммуникационных и информационных систем».

**4.Учебный план программы «Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
| 1 | Особенности работы на платформе DAQmx, подключение к измерительным датчикам, учет входного и выходного импедансов датчика и платы сбора информации, буферизация входных данных платы сбора информации | 3 | 1 | 2 | - |
| 2 | Системы реального времени. Концепция разработки приложений, выполняющихся в режиме «жесткого реального времени». NI LabVIEW Real-Time. | 3 | 1 | 2 | - |
| 3 | Архитектура приложений реального времени | 3 | 1 | 2 | - |
| 4 | Программируемые логические интегральные схемы и реконфигурируемые системы. Архитектура реконфигурируемых систем. CPLD и FPGA | 3 | 1 | 2 | - |
| 5 | Аппаратные платформы LabVIEW FPGA. Модули R серии, cRIO, sbRIO, FlexRIO. Сравнение реконфигурируемых систем и систем с жесткой архитектурой | 3 | 1 | 2 | - |
| 6 | Среда проектирования. Модули LabVIEW FPGA, LabVIEW RT. Конфигурирование аппаратных средств. Measurements and Automation Explorer | 3 | 1 | 2 | - |
| 7 | Программирование в LabVIEW FPGA. Палитра FPGA. Разработка, компиляция и отладка FPGA VI | 4 | 2 | 2 | - |
| 8 | Программирование операций ввода-вывода. Типы данных FPGA VI. Ввод-вывод калиброванных значений | 4 | 1 | 3 | - |
| 9 | Таймирование операций в FPGA. Выполнение итерации цикла за один такт. Цикл SCTL | 4 | 1 | 3 | - |
| 10 | Особенности проектирования FPGA VI. Оптимизация проекта FPGA по размеру и быстродействию. Конвейеризация данных. | 4 | 2 | 2 | - |
| 11 | Математическая обработка и анализ данных в FPGA. ЦОС во временной и частотной областях. Линейные цифровые фильтры, нелинейные цифровые фильтры | 4 | 2 | 2 | - |
| 12 | Параллелизм выполнения кода. Разделяемые ресурсы. Локальные переменные, блочная память, FIFO | 4 | 1 | 3 | - |
| 13 | Синхронизация ввода-вывода и обработки данных | 4 | 1 | 3 | - |
| 14 | Разработка Host VI. Палитра FPGA Interface. Обмен данными между Host и FPGA Target. Буферизация данных | 4 | 2 | 2 | - |
| 15 | Разработка встраиваемых и распределенных систем реального времени на платформе cRIO. Конфигурирование проекта | 4 | 2 | 2 | - |
| 16 | Сетевые переменные общего доступа. Обмен данными между приложениями Windows и RT Host. Создание и развертывание исполняемых приложений | 4 | 2 | 2 | - |
| 17 | Обмен данными между ведущей и целевой системами. Обзор методов передачи данных по сети Ethernet: TCP/IP, UDP, USB, LAN и т.д., переменные с общим доступом, VI Server | 4 | 2 | 2 | - |
| 18 | Тестирование и отладка приложений. Инструменты отладки LabVIEW. Проверка загрузки процессора и памяти в менеджере Real-Time System Manager | 4 | 2 | 2 | - |
| 19 | Окончательный перенос приложения на целевую систему РВ. Загрузка модулей на целевую систему, настройка автозапуска. Реализация web-интерфейсов: удаленные лицевые панели и встроенный web-сервер | 4 | 2 | 2 | - |
| **Итоговая аттестация** | |  | **Указывается вид (экзамен, зачёт, реферат и т.д.)** | | |
|  | | 2 | Зачёт | | |

**5.Календарный план-график реализации образовательной** программы

(дата начала обучения – дата завершения обучения) в текущем календарном году, указания на периодичность набора групп (не менее 1 группы в месяц)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование учебных модулей** | **Трудоёмкость (час)** | **Сроки обучения** |
| **1** | Особенности работы на платформе DAQmx, подключение к измерительным датчикам, учет входного и выходного импедансов датчика и платы сбора информации, буферизация входных данных платы сбора информации | 3 | 01.11.2020 |
| **2** | Системы реального времени. Концепция разработки приложений, выполняющихся в режиме «жесткого реального времени». NI LabVIEW Real-Time. | 3 | 01.11.2020 |
| **3** | Архитектура приложений реального времени | 3 | 02.11.2020 |
| **4** | Программируемые логические интегральные схемы и реконфигурируемые системы. Архитектура реконфигурируемых систем. CPLD и FPGA | 3 | 02.11.2020 |
| **5** | Аппаратные платформы LabVIEW FPGA. Модули R серии, cRIO, sbRIO, FlexRIO. Сравнение реконфигурируемых систем и систем с жесткой архитектурой | 3 | 03.11.2020 |
| **6** | Среда проектирования. Модули LabVIEW FPGA, LabVIEW RT. Конфигурирование аппаратных средств. Measurements and Automation Explorer | 3 | 03.11.2020 |
| **7** | Программирование в LabVIEW FPGA. Палитра FPGA. Разработка, компиляция и отладка FPGA VI | 4 | 04.11.2020 |
| **8** | Программирование операций ввода-вывода. Типы данных FPGA VI. Ввод-вывод калиброванных значений | 4 | 04.11.2020 |
| **9** | Таймирование операций в FPGA. Выполнение итерации цикла за один такт. Цикл SCTL | 4 | 05.11.2020 |
| **10** | Особенности проектирования FPGA VI. Оптимизация проекта FPGA по размеру и быстродействию. Конвейеризация данных. | 4 | 05.11.2020 |
| **11** | Математическая обработка и анализ данных в FPGA. ЦОС во временной и частотной областях. Линейные цифровые фильтры, нелинейные цифровые фильтры | 4 | 06.11.2020 |
| **12** | Параллелизм выполнения кода. Разделяемые ресурсы. Локальные переменные, блочная память, FIFO | 4 | 06.11.2020 |
| **13** | Синхронизация ввода-вывода и обработки данных | 4 | 09.11.2020 |
| **14** | Разработка Host VI. Палитра FPGA Interface. Обмен данными между Host и FPGA Target. Буферизация данных | 4 | 09.11.2020 |
| **15** | Разработка встраиваемых и распределенных систем реального времени на платформе cRIO. Конфигурирование проекта | 4 | 10.11.2020 |
| **16** | Сетевые переменные общего доступа. Обмен данными между приложениями Windows и RT Host. Создание и развертывание исполняемых приложений | 4 | 10.11.2020 |
| **17** | Обмен данными между ведущей и целевой системами. Обзор методов передачи данных по сети Ethernet: TCP/IP, UDP, USB, LAN и т.д., переменные с общим доступом, VI Server | 4 | 11.11.2020 |
| **18** | Тестирование и отладка приложений. Инструменты отладки LabVIEW. Проверка загрузки процессора и памяти в менеджере Real-Time System Manager | 4 | 11.11.2020 |
| **19** | Окончательный перенос приложения на целевую систему РВ. Загрузка модулей на целевую систему, настройка автозапуска. Реализация web-интерфейсов: удаленные лицевые панели и встроенный web-сервер | 4 | 12.11.2020 |
| **20** | Итоговая аттестация | 2 | 16.11.2020 |
| **Всего:** | | 72 | 01.11.2020-16.11.2020 |

**6.Учебно-тематический план программы «Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO»**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль / Тема** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | | **Формы контроля** |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
| 1 | Особенности работы на платформе DAQmx, подключение к измерительным датчикам, учет входного и выходного импедансов датчика и платы сбора информации, буферизация входных данных платы сбора информации | 3 | 1 | 2 | - |  |
| 2 | Системы реального времени. Концепция разработки приложений, выполняющихся в режиме «жесткого реального времени». NI LabVIEW Real-Time. | 3 | 1 | 2 | - |  |
| 3 | Архитектура приложений реального времени | 3 | 1 | 2 | - |  |
| 4 | Программируемые логические интегральные схемы и реконфигурируемые системы. Архитектура реконфигурируемых систем. CPLD и FPGA. | 3 | 1 | 2 | - |  |
| 5 | Аппаратные платформы LabVIEW FPGA. Модули R серии, cRIO, sbRIO, FlexRIO. Сравнение реконфигурируемых систем и систем с жесткой архитектурой. | 3 | 1 | 2 | - |  |
| 6 | Среда проектирования. Модули LabVIEW FPGA, LabVIEW RT. Конфигурирование аппаратных средств. Measurements and Automation Explorer. | 3 | 1 | 2 | - |  |
| 7 | Программирование в LabVIEW FPGA. Палитра FPGA. Разработка, компиляция и отладка FPGA VI. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 8 | Программирование операций ввода-вывода. Типы данных FPGA VI. Ввод-вывод калиброванных значений. | 4 | 1 | 3 | - |  |
| 9 | Таймирование операций в FPGA. Выполнение итерации цикла за один такт. Цикл SCTL. | 4 | 1 | 3 | - |  |
| 10 | Особенности проектирования FPGA VI. Оптимизация проекта FPGA по размеру и быстродействию. Конвейеризация данных. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 11 | Математическая обработка и анализ данных в FPGA. ЦОС во временной и частотной областях. Линейные цифровые фильтры, нелинейные цифровые фильтры | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 12 | Параллелизм выполнения кода. Разделяемые ресурсы. Локальные переменные, блочная память, FIFO. | 4 | 1 | 3 | - |  |
| 13 | Синхронизация ввода-вывода и обработки данных. | 4 | 1 | 3 | - |  |
| 14 | Разработка Host VI. Палитра FPGA Interface. Обмен данными между Host и FPGA Target. Буферизация данных. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 15 | Разработка встраиваемых и распределенных систем реального времени на платформе cRIO. Конфигурирование проекта. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 16 | Сетевые переменные общего доступа. Обмен данными между приложениями Windows и RT Host. Создание и развертывание исполняемых приложений | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 17 | Обмен данными между ведущей и целевой системами. Обзор методов передачи данных по сети Ethernet: TCP/IP, UDP, USB, LAN и т.д., переменные с общим доступом, VI Server. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 18 | Тестирование и отладка приложений. Инструменты отладки LabVIEW. Проверка загрузки процессора и памяти в менеджере Real-Time System Manager. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 19 | Окончательный перенос приложения на целевую систему РВ. Загрузка модулей на целевую систему, настройка автозапуска. Реализация web-интерфейсов: удаленные лицевые панели и встроенный web-сервер. | 4 | 2 | 2 | - |  |
| 20 | Итоговая аттестация | 2 | - | 2 | - | Зачет |

**7. Учебная (рабочая) программа повышения квалификации «Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO»**

**Модуль 1. Особенности работы на платформе DAQmx, подключение к измерительным датчикам, учет входного и выходного импедансов датчика и платы сбора информации, буферизация входных данных платы сбора информации** **(3 час.)**

Изучается универсальный драйвер устройств сбора данных, возможности по управлению аппаратными средствами согалсования сигналов датчиков: питание, усиление, фильтрация и др.

**Модуль 2. Системы реального времени. Концепция разработки приложений, выполняющихся в режиме «жесткого реального времени». NI LabVIEW Real-Time** **(3 час)**

Рассматриваются концепции РВ, включающие детерминизм и отклонения, сущность операционных систем РВ; раскрываются понятия главных узлов и объектов РВ; обзор оборудования ввода/вывода РВ.

**Модуль 3. Архитектура приложений реального времени** **(3 час.)**

Обучение методу многопоточной обработки, обучение пониманию и использованию уровней приоритетов; обучение использованию спящего режима для проверки синхронизации процессора; обучение навыку выбора метода для обмена данными между потоками; обучение управлению памятью; обзор функций, которые не поддерживаются в среде РВ.

**Модуль 4.** **Программируемые логические интегральные схемы и реконфигурируемые системы. Архитектура реконфигурируемых систем. CPLD и FPGA** **(3 час.)**

Объясняется понятие и назначение FPGA. Рассматриваются различия в функционировании процессоров общего назначения и ПЛИС. Изучаются отличия программирования ПЛИС и систем с ЦПУ.

**Модуль 5.** **Аппаратные платформы LabVIEW FPGA. Модули R серии, cRIO, sbRIO, FlexRIO. Сравнение реконфигурируемых систем и систем с жесткой архитектурой** **(3 час.)**

Рассматриваются семейства аппаратных средств, реализующих функционал ПЛИС, обладающие различным форм-фактором, интерфейсами подключения и назначением.

**Модуль 6.** **Среда проектирования. Модули LabVIEW FPGA, LabVIEW RT. Конфигурирование аппаратных средств. Measurements and Automation Explorer** **(3 час.)**

Обзор по сборке и установке оборудования; обучение методики конфигурирования объектов РВ в Measurement and Automation Explorer; методики использования проекта LabVIEW; обучение конфигурированию объектов РВ через проект LabVIEW; обучение запуску Виртуальных Приборов (ВП) на объекте РВ.

**Модуль 7.** **Программирование в LabVIEW FPGA. Палитра FPGA. Разработка, компиляция и отладка FPGA VI** **(4 час.)**

Изучается графический метод программирования ПЛИС в составе реконфигурируемых платформ. Дается обзор особенностей палитры функций модуля FPGA и её отличие от палитры функций программирования под ОСРВ и пользовательской ОС.

**Модуль 8.** **Программирование операций ввода-вывода. Типы данных FPGA VI. Ввод-вывод калиброванных значений** **(4 час.)**

Изучаются типы данных с фиксированной запятой: представление целой и дробной части, абсолютная точность. Приводится сравнение с типами данных с плавающей запятой и относительной точностью. Изучается получение калиброванных данных от измерительных модулей с фиксированной запятой.

**Модуль 9.** **Таймирование операций в FPGA. Выполнение итерации цикла за один такт. Цикл SCTL** **(4 час.)**

Особенность времени выполнения операций на ПЛИС. Изучаются циклы с нормальным временем выполнения и с выполнением за один такт. Изучается реализация однотактовых алгоритмов.

**Модуль 10.** **Особенности проектирования FPGA VI. Оптимизация проекта FPGA по размеру и быстродействию. Конвейеризация данных** **(4 час.)**

Используя знания, полученные в предыдущих разделах, создается код ПЛИС. Проводится анализ быстродействия и используемых ресурсов FPGA. Обозначаются особенности компиляции бит-файла прошивки ПЛИС.

**Модуль 11. Математическая обработка и анализ данных в FPGA. ЦОС во временной и частотной областях. Линейные цифровые фильтры, нелинейные цифровые фильтры** **(4 час.)**

Исследуются функции палитры математических операций FPGA Math. Изучаются особенности применения сложных многостадийных функций в обычных циклах и в однотактовых циклах. Определяется назначение выполнения операций ЦОС на ПЛИС и на уровне ЦПУ.

**Модуль 12. Параллелизм выполнения кода. Разделяемые ресурсы. Локальные переменные, блочная память, FIFO** **(4 час.)**

Даётся объяснение реализации параллелизма в ПЛИС в сравнении с другими исполнительными устройствами. Изучаются инструменты обмена данными через различные разделяемые ресурсы.

**Модуль 13.** **Синхронизация ввода-вывода и обработки данных (4 час.)**

Обзор реакции приложения на простое событие; обучение использованию ПО с циклом заданной длительности для синхронизации; обучение использованию оборудования для синхронизации.

**Модуль 14.** **Разработка Host VI. Палитра FPGA Interface. Обмен данными между Host и FPGA Target. Буферизация данных (4 час.)**

Рассматриваются вопросы взаимодействия ПЛИС и операционной системы. Изучается палитра функций связи с ПЛИС и инструменты информационного обмена.

**Модуль 15. Разработка встраиваемых и распределенных систем реального времени на платформе cRIO. Конфигурирование проекта (4 час.)**

Проводится обзор особенностей и назначения применения операционных систем реального времени. Изучается последовательность операций конфигурирования контроллера реального времени cRIO в составе проекта LabVIEW.

**Модуль 16. Сетевые переменные общего доступа. Обмен данными между приложениями Windows и RT Host. Создание и развертывание исполняемых приложений (4 час.)**

Изучаются высокоуровневые специализированные инструменты информационного обмена контроллера под управлением ОС РВ и компьютера, под управлением пользовательской операционной системы. Проводится изучение методов развертывания ПО на контроллере реального времени.

**Модуль 17. Обмен данными между ведущей и целевой системами. Обзор методов передачи данных по сети Ethernet: TCP/IP, UDP, USB, LAN и т.д., переменные с общим доступом, VI Server (4 час.)**

Изучаются общепринятые протоколы взаимодействия, позволяющие интегрировать системы под управлением LabVIEW и иные, не использующие технологии LabVIEW.

**Модуль 18. Тестирование и отладка приложений. Инструменты отладки LabVIEW. Проверка загрузки процессора и памяти в менеджере Real-Time System Manager (4 час.)**

Рассматриваются инструменты мониторинга процесса исполнения графического кода под управлением ОСРВ, средства отладки.

**Модуль 19. Окончательный перенос приложения на целевую систему РВ. Загрузка модулей на целевую систему, настройка автозапуска. Реализация web-интерфейсов: удаленные лицевые панели и встроенный web-сервер (4 час.)**

Изучается внедрение разработанных алгоритмов ПЛИС и реального времени в целевую систему. Проводится обзор особенностей исполнения вне режима отладки, алгоритм автозапуска на целевом устройстве, методы сопровождения проекта после внедрения.

**Описание практико-ориентированных заданий и кейсов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Номер темы/модуля** | **Наименование практического занятия** | **Описание** |
| 1 | Особенности работы на платформе DAQmx, подключение к измерительным датчикам, учет входного и выходного импедансов датчика и платы сбора информации, буферизация входных данных платы сбора информации | Проектная документация (спецификация) | Прочитать и обсудить проектную документацию. Решить, требуется ли использовать систему реального времени для рассматриваемого приложения. |
| 2 | Системы реального времени. Концепция разработки приложений, выполняющихся в режиме «жесткого реального времени». NI LabVIEW Real-Time | Настройка аппаратной части | Настройка удаленных систем на базе Compact Field Point или PXI включая модули ввода/вывода из программы Measurement and Automation Explorer (MAX). |
| 3 | Архитектура приложений реального времени | Работа с РВ целевой системой | Создать LabVIEW проект и РВ цель для последующего использования в упражнениях этого курса. |
| 4 | Программируемые логические интегральные схемы и реконфигурируемые системы. Архитектура реконфигурируемых систем. CPLD и FPGA | Уровни приоритетов | Настроить уровни приоритетов и освоить влияние уровня приоритета на построение расписания работы ВП |
| 5 | Аппаратные платформы LabVIEW FPGA. Модули R серии, cRIO, sbRIO, FlexRIO. Сравнение реконфигурируемых систем и систем с жесткой архитектурой | Схема проекта | Дается документ с требованиями, требуется создать схему проекта (flowchart). |
| 6 | Среда проектирования. Модули LabVIEW FPGA, LabVIEW RT. Конфигурирование аппаратных средств. Measurements and Automation Explorer | Программный и аппаратный режим ожидания | Используйте существующий код для задания программного или аппаратного хронометража. |
| 7 | Программирование в LabVIEW FPGA. Палитра FPGA. Разработка, компиляция и отладка FPGA VI | Разработка, компиляция и отладка FPGA VI | Разработка программного кода для FPGA, компиляция кода, отладка на FPGA. |
| 8 | Программирование операций ввода-вывода. Типы данных FPGA VI. Ввод-вывод калиброванных значений | Критический по времени ВП | Разработка кода, критического по времени |
| 9 | Таймирование операций в FPGA. Выполнение итерации цикла за один такт. Цикл SCTL | Реализация кода с нормальным приоритетом | Создание целевой программы, которая содержит цикл с нормальным приоритетом и вызывает критический по времени ВП. |
| 10 | Особенности проектирования FPGA VI. Оптимизация проекта FPGA по размеру и быстродействию. Конвейеризация данных | Коммуникационный мастер (RT Communication Wizard) | Использование Мастера Проекта(RT Project Wizard) и Коммуникационного мастера (RT Communication Wizard) для генерации кода. |
| 11 | Математическая обработка и анализ данных в FPGA. ЦОС во временной и частотной областях. Линейные цифровые фильтры, нелинейные цифровые фильтры | Цифровые фильтры | Реализация линейных и нелинейных цифровых фильтров на FPGA. |
| 12 | Параллелизм выполнения кода. Разделяемые ресурсы. Локальные переменные, блочная память, FIFO | Обмен данными между потоками | Использование ГП, ФГП и очередей (real-time FIFO) для обмена данными между потоками. Сравнение перечисленных методов. |
| 13 | Синхронизация ввода-вывода и обработки данных | Оборудование для синхронизации | Обучение использованию ПО с циклом заданной длительности для синхронизации. Обучение использованию оборудования для синхронизации. |
| 14 | Разработка Host VI. Палитра FPGA Interface. Обмен данными между Host и FPGA Target. Буферизация данных | Хост программа | Просмотр хост ВП, созданного для этого проекта, и сравнение с блок-схемой. |
| 15 | Разработка встраиваемых и распределенных систем реального времени на платформе cRIO. Конфигурирование проекта | Конфигурирование контроллера реального времени cRIO | Последовательность операций конфигурирования контроллера реального времени cRIO в составе проекта LabVIEW |
| 16 | Сетевые переменные общего доступа. Обмен данными между приложениями Windows и RT Host. Создание и развертывание исполняемых приложений | Обмен данными между Windows и RT Host | Методы развертывания ПО на контроллере реального времени. |
| 17 | Обмен данными между ведущей и целевой системами. Обзор методов передачи данных по сети Ethernet: TCP/IP, UDP, USB, LAN и т.д., переменные с общим доступом, VI Server | Протоколы взаимодействия | Изучаются протоколы взаимодействия, позволяющие интегрировать системы под управлением LabVIEW и иные, не использующие технологии LabVIEW |
| 18 | Тестирование и отладка приложений. Инструменты отладки LabVIEW. Проверка загрузки процессора и памяти в менеджере Real-Time System Manager | Отладка ВП | Используя инструменты отладки, проверить правильность работы приложения. |
| 19 | Окончательный перенос приложения на целевую систему РВ. Загрузка модулей на целевую систему, настройка автозапуска. Реализация web-интерфейсов: удаленные лицевые панели и встроенный web-сервер | Web-интерфейсы | Реализация web-интерфейсов: удаленные лицевые панели и встроенный web-сервер |

**8.Оценочные материалы по образовательной программе**

**8.1. Вопросы тестирования**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ вопроса** | **Вопросы входного тестирования** | **Вопросы промежуточного тестирования** | **Вопросы итогового тестирования** |
| **1** | Что такое виртуальный прибор?  1. Прибор, демонстрируемый на экране телевизора  2. Прибор, зараженный компьютерным вирусом  3. Совокупность лицевой панели и диаграммы инструментов LabVIEW  4. Основная единица программирования в системе LabVIEW  5. Виртуальное устройство для контроля правильности работы драйверов приборов системе LabVIEW | Устный отчет на тему выполненных практических заданий | Выбрать соответствие между (1 – 4) и (А – Е).  1. Джиттер  2. Детерминизм  3. Встраиваемая система  4. Время итерации цикла  А) Система откликается на событие или выполняет определенныеоперации в отведенное время  Б) Разброс значений измеренных величин  В) Время выполнения одной итерации цикла  Г) Отклонение фактического времени итерации цикла от заданного  Д) Система с модульной архитектурой  Е) Компьютерная система, которая, как правило, является частью большей системы |
| 2 | Что такое кластер?  1. Тип данных, образованный из строк разной длины  2. Функция из специального набора функций для исследования физических процессов в твердом теле  3. Тип данных, образованный при сложении сигналов разной полярности  4. Звук, издаваемый системой LabVIEW при ошибочной операции  5. Тип данных, образованный из данных различных типов |  | Объясните значение следующих терминов:  Проект  Цель  Обмен данными через Переднюю Панель (Front Panel Communication) |
| 3 | Что такое сдвиговые регистры?  1. Регистры памяти компьютера, используемые для анализа сдвига изображения при его обработке  2. Регистры, используемые для переноса данных из одной итерации цикла в следующую  3. Регистры памяти для хранения данных из реестра сдвига Windows  4. Регистры, используемые для сдвига проводников в правильное положение  5. Регистры, используемые дляпередачи данных между различными виртуальными приборами | - | Ответьте на вопросы:  Какие существуют методы для улучшения детерминизма?  Какой метод обмена данными между потоками является лучшим с точки зрения детерминизма?  Какой метод обмена данными межу потоками самый простой при программировании?  Многозадачность запрещена в критическом по времени потоке; как это влияет на выбор методов программирования? |
| 4 | Какие типы данных могут использоваться в качестве селектора структуры варианта?  1. Строки, целые числа и булевы переменные  2. Только целые числа  3. Целые числа без знака, ноль и булевы переменные  4. Булевы переменные и выражения типа “case of”  5. Составляющие кластер ошибок |  | Ответьте на вопросы:  Какой таймер имеет лучшее разрешение – таймер процессора или таймер операционной системы?  Какие преимущества имеет хронометражный цикл управления? |
| 5 | Что такое узлы свойств?  1. Узлы для связывания свойств одних элементов блок – диаграммы со свойствами других элементов  2. Разновидность элементов на блок-диаграмме, из которых в можно изменять свойства других элементов  3. Необходимые элементы лицевой панели для контроля свойств виртуального прибора  4. Элементы на блок-диаграмме, служащие для контроля правильности потока свойств данных при работе виртуальны приборов  5. Объединения блоков кода, описывающие свойства групп однородных элементов в LabVIEW |  | Выбрать соответствие между (1 – 4) и (А – Г).   1. TCP 2. UDP 3. РП, публикуемые в сети 4. VI Server   А) Быстрый, протокол передачи данных с минимальной проверкой ошибок. Возможна потеря данных  Б) Непосредственно управляет ВП-и на целевой RT системе  В) Часто используемый протокол - достаточно быстрый, без потерь данных.  Г) Может передавать данные непосредственно из критического по времени цикла |
| 6 | Из каких компонентов состоит кластер ошибок?  a) Status: Boolean  b) Error: String  c) Code: 32-bit integer  d) Source: String |  | Ответьте на вопросы:  Назовите преимущества использования циклов заданной длительности  Являются ли циклы заданной длительности методом программной или аппаратной синхронизации?  Нужно ли использовать критичный по времени поток с циклами заданной длительности? |
| 7 | Что позволяет отличить на блок-диаграмме элемент управления от элемента индикации?  a) Caption (Название)  b) Location (Положение)  c) Label (Метка)  d) Value (Значение) |  | Укажите базовые компоненты системы CompactRIO:   1. 4-слотовое шасси 2. Контроллер реального времени 3. Модули ввода-вывода 4. PXI 5. CompactDAQ 6. 6-слотовое шасси |
| 8 | Какая структура должна выполняться по крайней мере один раз?  a) While Loop  b) For Loop |  | Какая операционная система используется на ПЛИС?   1. Windows 2. ОС реального времени 3. Операционной системы нет 4. Mac OS 5. Unix 6. Linux |
| 9 | Какой объект доступен только на блок-диаграмме?  a) Control (Элемент управления)  b) Constant (Константа)  c) Indicator (Элемент индикации)  d) Connector Pane (Панель подключения) |  | Укажите возможные рабочие конфигурации CompactRIO:   1. ПЛИС отдельно 2. ПЛИС и контроллер реального времени 3. ПЛИС и компьютер с ОС Windows 4. ПЛИС, контроллер и компьютер с ОС Windows |
| 10 | Если вы щелкнули по булевскому элементу управления, какое его механическое действие является причиной изменения булевского значения из состояния False в состояние True и сохранения в состоянии True, пока вы не отпустите элемент управления и LabVIEW не прочтет этот значение?  a) Switch Until Released  b) Switch When Released  c) Latch Until Released  d) Latch When Released |  | Какие задачи больше всего подходят для (1) компьютера с ОС Windows, (2) контроллера реального времени CompactRIO и (3) ПЛИС   1. Хранение данных 2. Доступ к базам данных и информационным системам предприятия 3. Реализация интерфейса оператора 4. Обработка данных 5. Управление 6. Ввод-вывод, аппаратное тактирование и триггеринг |
| 11 | Можно ли создать массив массивов?  a) True (да)  b) False (нет |  | Какой тип соединения с удаленными устройствами поддерживает MAX?   1. Беспроводное соединение Bluetooth 2. Соединение по сети Ethernet 3. Любое сетевое соединение |
| 12 | Непрерывно работающая программа тестирования сохраняет в одном файле результаты всех тестов, выполняющихся в течение одного часа по мере их получения. Если основной целью является скорость выполнения программы, какие функции файлового ввода-вывода нужно использовать?  a) VI файлового ввода-вывода низкого уровня  b) VI файлового ввода-вывода высокого уровня |  | Системе CompactRIO может быть присвоен статический или динамический IP-адрес.   1. Верно 2. Неверно |
| 13 | Если вы хотите видеть данные в текстовом редакторе, подобном Notepad, какой формат файла нужно использовать при сохранении данных?  a) ASCII  b) TDMS |  | Если контроллер CompactRIO уже сконфигурирован, его IP-адрес будет 0.0.0.0   1. Верно 2. Неверно |
| 14 | Вы должны создать специальную иконку для использования VI в качестве subVI.  a) True (Да)  b) False (Нет) |  | Если версии программного обеспечения на контроллере и компьютере различаются, необходимо отдать CompactRIO в представительство NI для обновления программного обеспечения   1. Верно 2. Неверно. |

**8.2.** Итоговая аттестация по программе модуля производится в форме зачета. Зачет проводится в виде выполнения практических заданий и сдачи теста. Оценка уровня освоения модуля осуществляется по двухбалльной системе («зачет», «незачет»).

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение установленного образца.

**8.3.**  **Пример типового итогового теста:**

**Вопрос 1.**

Выбрать соответствие между (1 – 4) и (А – Е).

1. Джиттер

2. Детерминизм

3. Встраиваемая система

4. Время итерации цикла

А) Система откликается на событие или выполняет определенные операции в отведенное время

Б) Разброс значений измеренных величин

В) Время выполнения одной итерации цикла

Г) Отклонение фактического времени итерации цикла от заданного

Д) Система с модульной архитектурой

Е) Компьютерная система, которая, как правило, является частью большей системы

**Вопрос 2.**

Объясните значение следующих терминов:

Проект

Цель

Обмен данными через Переднюю Панель (Front Panel Communication)

**Вопрос 3.**

Ответьте на вопросы:

Какие существуют методы для улучшения детерминизма?

Какой метод обмена данными между потоками является лучшим с точки зрения детерминизма?

Какой метод обмена данными межу потоками самый простой при программировании?

Многозадачность запрещена в критическом по времени потоке; как это влияет на выбор методов программирования?

**Вопрос 4.**

Ответьте на вопросы:

Какой таймер имеет лучшее разрешение – таймер процессора или таймер операционной системы?

Какие преимущества имеет хронометражный цикл управления?

**Вопрос 5.**

Выбрать соответствие между (1 – 4) и (А – Г).

1. TCP

2. UDP

3. РП, публикуемые в сети

4. VI Server

А) Быстрый, протокол передачи данных с минимальной проверкой ошибок. Возможна потеря данных

Б) Непосредственно управляет ВП-и на целевой RT системе

В) Часто используемый протокол - достаточно быстрый, без потерь данных.

Г) Может передавать данные непосредственно из критического по времени цикла

**Вопрос 6.**

Ответьте на вопросы:

Назовите преимущества использования циклов заданной длительности

Являются ли циклы заданной длительности методом программной или аппаратной синхронизации?

**Вопрос 7**.

Укажите базовые компоненты системы CompactRIO:

1. 4-слотовое шасси

2. Контроллер реального времени

3. Модули ввода-вывода

4. PXI

5. CompactDAQ

6. 6-слотовое шасси

**Вопрос 8**.

Какая операционная система используется на ПЛИС?

1. Windows

2. ОС реального времени

3. Операционной системы нет

4. Mac OS

5. Unix

6. Linux

**Вопрос 9**.

Укажите возможные рабочие конфигурации CompactRIO:

1. ПЛИС отдельно

2. ПЛИС и контроллер реального времени

3. ПЛИС и компьютер с ОС Windows

4. ПЛИС, контроллер и компьютер с ОС Windows

**Вопрос 10**.

Какие задачи больше всего подходят для (1) компьютера с ОС Windows, (2) контроллера реального времени CompactRIO и (3) ПЛИС

1. Хранение данных

2. Доступ к базам данных и информационным системам предприятия

3. Реализация интерфейса оператора

4. Обработка данных

5. Управление

6. Ввод-вывод, аппаратное тактирование и триггеринг

**8.4.** При осуществлении оценки уровня сформированности компетенций, умений и знаний и выставлении отметки по результатам зачета используется аддитивный принцип:

- отметка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, успешно справившемуся с выполнением всех практических заданий, показавшему освоение планируемых результатов, предусмотренных программой, ответившему на 70% и более вопросов итогового теста;

- отметка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, допустившему серьезные ошибки при выполнении практических заданий, не показавшему освоение планируемых результатов, предусмотренных программой, ответившему на менее 70 % вопросов итогового теста.

**9.Организационно-педагогические условия реализации программы**

**9.1. Кадровое обеспечение программы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Фамилия, имя, отчество (при наличии)** | **Место основной работы и должность, ученая степень и ученое звание (при наличии)** | **Ссылки на веб-страницы с портфолио (при наличии)** | **Фото в формате jpeg** | **Отметка о полученном согласии на обработку персональных данных** |
| **1** | Медведев Андрей Викторович | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент, к.ф.-м.н., доцент | <http://ni.spbstu.ru/сотрудники/медведев-андрей-викторович> |  | Получено |
| 2 | Балашов Евгений Владимирович | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент, К.т.н. | <http://ni.spbstu.ru/сотрудники/балашов-евгений-владимирович> |  | Получено |
| 3 | Устинов Александр Борисович | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент, К.ф.-м.н. | <http://ni.spbstu.ru/сотрудники/устинов-александр-борисович> |  | Получено |
| 4 | Майзель Алексей Витальевич | ФГАОУ ВО «СПбПУ», инженер | <http://ni.spbstu.ru/сотрудники/майзель-алексей-витальевич> |  | Получено |

**9.2.Учебно-методическое обеспечение и информационное сопровождение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Учебно-методические материалы** | |
| Методы, формы и технологии | Методические разработки,  материалы курса, учебная литература |
| Образовательный процесс в теоретической части реализуется с применением дистанционных образовательных технологий – лекций, читаемых в MS Teams.  Образовательный процесс в практической части реализуется с применением дистанционных образовательных технологий – практических занятий, проводимых в MS Teams с использованием специализированного программного обеспечения LabVIEW и платформы NI Compact RIO. | Рекомендуемая литература:  1. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех + CD. 4-е издание, переработанное и дополненное. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904с.  2. Баран Е.Д. LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы. - М.: ДМК Прес, 2009. – 448с.  3. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий + CD. – М.: ДМК Пресс, 2009 г., 208 с.  4. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 456 с.  5. Блюм П. LabVIEW: стиль программирования. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 400 с.  6. Блюм П. LabVIEW: Профессиональное программирование в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 400 с.  7. Блюм П. LabVIEW: LabVIEW. Практический курс для инженеров и разработчиков. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 207 с.  8. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20. Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007 г., 536 с.  9. Кехтарнаваз Н., Ким Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW + CD: – М.: Додэка, 2007 г., 304 с. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Информационное сопровождение** | |
| Электронные  образовательные ресурсы | Электронные  информационные ресурсы |
| [dl.spbstu.ru](http://dl.eei.spbstu.ru) | http://www.ni.com- официальный сайт корпорации National Instruments. |
|  | https://www.ni.com/ru-ru/support/ - сайт для загрузки ПО и драйверов для продуктов NI. |
|  | http://www.ni.com/manuals/ - сайт для загрузки документации по продуктам NI. |
|  | https://forums.ni.com/ - сайт сообщества NI Community. |

**9.3.Материально-технические условия реализации программы**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид занятий | Наименование оборудования,  программного обеспечения |
| Лекции | Персональный компьютер.  Программное обеспечение:  - Microsoft Windows 10 Pro;  - Microsoft Office 2016 Professional;  - NI LabVIEW 2018;  - Программные модули LabVIEW Real Time и LabVIEW FPGA. |
| Практические занятия | Персональный компьютер.  Платформа NI Compact RIO в составе:  - контроллер реального времени NI cRIO;  - шасси с ПЛИС для модулей С-серии;  - модуль аналогового ввода NI 9201, 9205;  - модуль аналогового вывода NI 9263.  Лабораторный макет.  Программное обеспечение:  - Microsoft Windows 10 Pro;  - Microsoft Office 2016 Professional;  - NI LabVIEW 2018;  - Программные модули LabVIEW Real Time и LabVIEW FPGA. |

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ

Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Наименование компетенции | | Способен разработать надежное приложение с детерминированным поведением, используя операционную систему реального времени | |
| 2. | Указание типа компетенции | общекультурная/  универсальная |  | |
| общепрофессиональная |  | |
| профессиональная | Профессиональная | |
| профессионально-специализированная |  | |
| 3. | Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции | | Под компетенцией понимается способность использовать модуль LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением; способность создания детерминированных систем мониторинга и управления на основе программного обеспечения NI LabVIEW и аппаратной платформы NI CompactRIO, необходимых для профессиональной деятельности.  Слушатель должен:  знать:  - сущность модуля LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением;  - концепции реального времени и детерминизма;  - сущность системы CompactRIO, области ее применения и входящие компоненты;  уметь:  - определять, является ли использование операционной системы реального времени (ОСРВ) приемлемым решением существующей задачи;  - выбрать наиболее подходящее оборудование для данного приложения РВ;  - уменьшить отклонения в приложении РВ;  - выбрать подходящий метод обмена информацией;  - калибровать приложение РВ и запускать его в работу;  - создать реальную систему управления и мониторинга с помощью практических упражнений, выполняемых при обучении;  владеть:  - методикой разработки надежных приложений с детерминированным поведением;  - методикой оптимизации задач реального времени;  - методикой настройки и коммуникации с устройствами РВ;  - методикой добавления CompactRIO в список удаленных систем;  - методикой добавления целевого устройства CompactRIO;  - методами тактирования. | |
| 4. | Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням | | Уровни сформированности компетенции  обучающегося | Индикаторы |
|  | | Начальный уровень  (Компетенция недостаточно развита. Частично проявляет навыки, входящие в состав компетенции. Пытается, стремится проявлять нужные навыки, понимает их необходимость, но у него не всегда получается.) | Знает: сущность модуля LabVIEW Real-Time для разработки надежных приложений с детерминированным поведением.  Умеет: определять, является ли использование операционной системы реального времени (ОСРВ) приемлемым решением существующей задачи.  Владеет: методикой разработки надежных приложений с детерминированным поведением |
|  | | Базовый уровень  (Уверенно владеет навыками, способен, проявлять соответствующие навыки в ситуациях с элементами неопределённости, сложности.) | Знает: концепции реального времени и детерминизма.  Умеет: выбрать наиболее подходящее оборудование для данного приложения РВ, уменьшить отклонения в приложении РВ.  Владеет: методикой настройки и коммуникации с устройствами РВ, методикой оптимизации задач реального времени. |
|  | | Продвинутый  (Владеет сложными навыками, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки в ситуациях повышенной сложности.) | Знает: архитектуру и возможности использования многофункциональных устройств сбора данных и платформы LabVIEW FPGA.  Умеет: выбрать подходящий метод обмена информацией, калибровать приложение РВ и запускать его в работу.  Владеет: методами тактирования. |
|  | | Профессиональный  (Владеет сложными навыками, создает новые решения для сложных проблем со многими взаимодействую-щими факторами, предлагает новые идеи и процессы, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки  в ситуациях повышенной сложности.) | Знает: сущность системы CompactRIO, области ее применения и входящие компоненты.  Умеет: создать реальную систему управления и мониторинга с помощью практических упражнений, выполняемых при обучении.  Владеет: методикой добавления CompactRIO в список удаленных систем, методикой добавления целевого устройства CompactRIO |
| 5. | Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции | | Компетенции цифровой экономики | |
| 6. | Средства и технологии оценки | | Тесты, отчеты по выполненным практическим заданиям. | |

**VI.Иная информация о качестве и востребованности образовательной программы** (результаты профессионально-общественной аккредитации образовательной программы, включение в системы рейтингования, призовые места по результатам проведения конкурсов образовательных программ и др.) (при наличии)

-

**V.Рекомендации к программе от работодателей**:

СПб ОАО "Красный Октябрь", отдел фазированных антенных решеток и входящая в него лаборатория слабонаправленных антенн АО "НПП "Радар ммс", обособленное подразделение ТМХ Инжиниринг в г. Санкт-Петербург "Конструкторское бюро "Городской транспорт", предприятие АО «Корпорация «Комета» заинтересованы в реализации в ФГАОУ ВО "СПбПУ", в Институте физики, нанотехнологий и телекоммуникаций (ИФНиТ) образовательной программы повышения квалификации "Разработка приложений реального времени и программирование микросхем ПЛИС в LabVIEW. Платформа CompactRIO".

**VI.Указание на возможные сценарии профессиональной траектории граждан** по итогам освоения образовательной программы (в соответствии с приложением)

Развитие компетенций в текущей сфере занятости (развитие профессиональных качеств, повышение заработной платы, смена работы без изменения сферы профессиональной деятельности). Переход в новую сферу занятости.

**VII.Дополнительная информация**

-

**VIII.Приложенные Скан-копии**

Утвержденной рабочей программа (подпись, печать, в формате pdf)

И.о. директора

Института дополнительного образования А.С. Курзанова