

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

---

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ Е.М. Разинкина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

повышения квалификации

«Программная среда LabVIEW и технологии National Instruments для задач  
проектирования устройств обработки сигналов современных  
телекоммуникационных и информационных систем»

направление подготовки (специальности):

11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи;  
Приоритетное направление модернизации и технологического развития  
экономики России: «Транспортные и космические системы»

Санкт-Петербург  
2015

## **1. Общая характеристика программы.**

### **1.1. Цель и задачи реализации программы.**

Целью реализации программы повышения квалификации является решение задач разработки автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем, выполнения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, в том числе по приоритетному направлению «Транспортные и космические системы».

Для достижения указанной *цели* предлагается решение следующих *задач*:

- приобретение умения и навыков использования программной среды LabVIEW и технологий National Instruments (NI);
- овладение набором программных и аппаратных средств, подходов и алгоритмов, необходимых для достижения поставленной цели.

Таким образом, посредством программы повышения квалификации реализуется постепенный переход от общих вопросов, связанных с использованием программной среды LabVIEW и технологий NI, к более прикладным, конкретизированным, непосредственно связанным с будущей профессиональной деятельностью слушателя.

### **1.2. Категория слушателей.**

Лица, желающие освоить программу повышения квалификации, должны иметь среднее профессиональное или высшее непрофильное техническое образование.

### **1.3. Трудоемкость обучения.**

Нормативный срок освоения программы – 72 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной учебной работы слушателей.

Учебная нагрузка устанавливается не более 36 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной учебной работы слушателя.

### **1.4. Форма обучения и форма организации образовательной деятельности.**

Форма обучения: очная.

Продолжительность учебной недели составляет: 4 дня.

## **2. Формализованные (планируемые) результаты освоения программы.**

Изучение данной программы направлено на формирование у слушателей следующих профессиональных компетенций:

инженерно-конструкторская деятельность:

- ПК1 умение использовать передовые технологии NI в проектно-конструкторских разработках;
- ПК2 умение разработать приложение в инструментальной среде проектирования LabVIEW для различных целевых платформ аппаратных средств NI;
- ПК3 умение использования инновационных аппаратных платформ NI для решения задач проектно-конструкторской разработки информационно-измерительных и управляющих систем;
- ПК4 умение выполнить разработку инновационной информационно-измерительной и управляющей системы с использованием технологий NI;

инженерно-исследовательская деятельность:

- ПК5 использовать передовые технологии NI для проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области инфокоммуникаций;
- ПК6 умение выполнить тестирование и измерение, сбор данных, управление приборами, регистрация и анализ данных в среде графического программирования LabVIEW;

аналитическая деятельность:

- ПК7 Способность к экспертной оценке по решению задачи разработки автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем с использованием технологий NI;

ПК8 Способность выработать технические требования к перспективной инновационной информационно-измерительной и управляющей системе, использующей технологий NI.

В результате освоения программы у слушателя должен сформироваться комплекс знаний, умений и навыков в области инновационных технологий NI, включая инструментальную среду проектирования LabVIEW и аппаратные средства для решения задач проектирования, разработки и эксплуатации современных телекоммуникационных и информационных систем, а также практические навыки по их применению.

В результате изучения программы слушатели должны:

знать:

- основные принципы и приемы графического программирования в среде LabVIEW и технику создания в ней таких приложений, как тестирование и измерение, сбор данных, управление приборами, регистрация и анализ данных;
- возможности аппаратного обеспечения NI для решения задач разработки информационно-измерительных и управляющих систем;
- архитектуру и возможности использования многофункциональных устройств сбора данных и платформы LabVIEW FPGA.

уметь:

- разработать приложение в инструментальной среде проектирования LabVIEW для различных целевых платформ аппаратных средств NI;
- внедрить технологии NI в научно-исследовательские и проектно-конструкторские разработки.

владеть:

- методами разработки приложений в инструментальной среде проектирования LabVIEW;
- методами разработки автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем с использованием технологий NI;
- навыками работы с многофункциональными устройствами сбора данных и графического программирования ПЛИС на базе платформы NI ELVIS II.

### 3. Содержание программы.

#### 3.1. Календарный учебный график.

Занятия проводятся по мере комплектования групп.

| Форма обучения \ График обучения | Ауд. часов в день | Дней в неделю | Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев) |
|----------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|
| Очно-заочная                     | 9                 | 4             | 8 дней                                                    |

#### 3.2. Учебный план.

| № п/п | Наименование дисциплин (модулей)                                                                                   | ОТ*, час. | Аудиторные занятия, час. |             | ВЗ* час. | СРС*, час. | Форма контроля |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------|----------|------------|----------------|
|       |                                                                                                                    |           | Лк*                      | ПЗ, СЗ, ЛЗ* |          |            |                |
| 1     | 2                                                                                                                  | 3         | 4                        | 5           | 6        | 7          | 8              |
| 1.    | Основы инструментальной среды проектирования LabVIEW                                                               | 38        | 20                       | 18          | -        | -          | зачет          |
| 2.    | Технологии National Instruments для разработки автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем | 33        | 16                       | 17          | -        | -          | зачет          |

|                       |    |    |    |   |   |                     |
|-----------------------|----|----|----|---|---|---------------------|
| Практики (стажировки) | -  | -  | -  | - | - | Не<br>предусмотрено |
| Итоговая аттестация   | 1  |    | 1  |   |   | зачет               |
| ИТОГО:                | 72 | 36 | 36 |   |   |                     |

\* *ОТ – общая трудоемкость, Лк – лекции, ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛЗ – лабораторные занятия, ВЗ – выездные занятия, СРС – самостоятельная работа слушателя*

### 3.3. Содержание учебных дисциплин.

| №<br>п/п | Наименование тем                                                        | Содержание обучения по темам, наименование и тематика лабораторных (практических и/или семинарских) занятий, самостоятельной работы слушателя и используемых образовательных технологий                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | <b>Основы инструментальной среды проектирования LabVIEW</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.1      | Введение в LabVIEW                                                      | Рассматривается среда графического программирования LabVIEW, ее назначение и использование. Обучение навыкам получения и обработки данных приборами под управлением LabVIEW.                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.2      | Работа в среде разработки LabVIEW                                       | Рассматривается состав среды графической системы программирования LabVIEW, её расширяемость. Обучение навыкам работы в среде LabVIEW. Будут рассмотрены понятия строки управления лицевой панели и блока диаграммы, палитры инструментов, элементов управления и функций. Обучение процессу программирования, созданию и использованию LabVIEW проектов. Будут приведены примеры программирования. |
| 1.3      | Создание и редактирование виртуального прибора (ВП). Отладка приложений | Обучение навыкам создания виртуального прибора. Рассматриваются понятия элементов лицевой панели и терминалов блок-диаграммы, концепции потока данных. Освоение теоретического материала по типам и проводникам данных. Обучение редактированию ВП. Рассматриваются способы отладки приложений.                                                                                                    |
| 1.4      | Сложные данные в LabVIEW                                                | Рассматриваются понятия массивов, кластеров, сигналов. Освоение материала по функциям для работы с данными, полиморфизму.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.5      | Виртуальные подприборы                                                  | Рассматриваются понятия инкапсуляции кода и данных, виртуальных приборов и подприборов, иконок подприборов. Освоение теоретического материала по входным и выходным терминалам подприборов, назначению терминалов элементам соединительной панели. Рассматриваются обязательные, рекомендуемые и необязательные входные данные.                                                                    |
| 1.6      | Структуры LabVIEW                                                       | Рассматриваются многократные повторения и циклы, цикл по условию, цикл с фиксированным числом итераций, сдвиговые регистры. Освоение материала по структурам принятия решений, последовательностям. Обзор понятий «узел Формула», входные и выходные параметры в структурах, архитектура конечного автомата, параллелизм.                                                                          |
| 1.7      | Средства визуализации данных в LabVIEW                                  | Обзор отображения данных: диаграммы, осциллограммы, графики интенсивности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.8      | Файловый ввод/вывод                                                     | Рассматриваются форматы файлов в LabVIEW, файловые функции ввода/вывода, доступные в LabVIEW. Обзор использования функций ввода/вывода для чтения и записи данных в файл.                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.9      | Продвинутые структуры и функции в LabVIEW                               | Рассматриваются понятия локальных и глобальных переменных, синхронизированных циклов, управления событиями, узлов свойств и методов, соединений и передачи данных по сети. Обзор смены типов данных. Обучение навыкам вызова функций из dll, запуска других приложений. Обзор экспресс элементов, решения систем линейных алгебраических уравнений и обыкновенных дифференциальных уравнений.      |

|                                         |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические и/или семинарские занятия  |                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа с виртуальными приборами LabVIEW;</li> <li>• Отладка программы, создание и редактирование виртуального прибора (ВП);</li> <li>• Счет с помощью циклов;</li> <li>• Использование сдвигового регистра;</li> <li>• Извлечение квадратного корня;</li> <li>• Упражнение с узлом Формула;</li> <li>• Создание массивов с помощью автоиндексирования;</li> <li>• Работа с кластером;</li> <li>• Слежение за температурой с использованием Waveform Chart (Развертки осциллограммы);</li> <li>• Построение синусоиды с использованием Waveform Graph (Графика осциллограммы);</li> <li>• Построение графиков с использованием XY Graph (ХУ Графика);</li> <li>• Создание и анализ строк;</li> <li>• Запись в файл табличного формата и считывание из файла;</li> <li>• Использование экспресс-ВП;</li> <li>• Синхронизация в приложении программным способом.</li> </ul> |
| Лабораторные занятия                    |                                                                                                                           | Не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Самостоятельная работа слушателя        |                                                                                                                           | Не предусмотрена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Используемые образовательные технологии |                                                                                                                           | В преподавании курса используются преимущественно традиционные образовательные технологии: лекции, практические занятия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.                                      | <b>Технологии National Instruments для разработки автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2.1                                     | Обзор программных и аппаратных платформ NI для создания информационно-измерительных и управляющих систем.                 | Обзор программных платформ NI: LabVIEW и LabWindows/CVI, системы сквозного проектирования радиосредств AWR Suite. Рассматриваются модули и наборы инструментов LabVIEW: LabVIEW Real-Time, FPGA, Embedded Modules, PDA. Аппаратные платформы NI: модульная платформа стандарта PXI; модульная платформа CompactRIO для реконфигурируемых измерительных и управляющих систем; платформа NI FlexRIO. Обзор многофункциональных платы сбора данных M-, S-, R- и X-серий, базовой платы сбора данных NI USB-6008/6009.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.2                                     | Теоретические основы систем сбора данных (DAQ)                                                                            | Рассматриваются основные параметры DAQ: частота дискретизации, полоса пропускания, разрядность АЦП и ЦАП, диапазоны измерений и усиления. Обзор буферизованного ввода/вывода данных, типов источников сигнала: заземленные источники, источники с "плавающей землей", типов измерительных систем: дифференциальное подключение, подключение с общим заземленным и незаземленным проводом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.3                                     | Сбор данных (DAQ) в LabVIEW                                                                                               | Обзор общих сведений, аппаратных средств и программного обеспечения, программирования с использованием LabVIEW. Рассматриваются тестирование и настройка DAQ-устройств с помощью приложения MAX, понятие задания, программный интерфейс NI-DAQmx, мастер настроек DAQmx Assistant.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.4                                     | Ввод и генерация аналогового сигнала DAQ-устройствами                                                                     | Обзор задачи ввода аналоговых сигналов, вывода аналоговых сигналов, режима конечной и непрерывной выборки, буферизованного ввода/вывода данных. Обучение записи полученных данных в файл.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.5                                     | Ввод и генерация цифрового сигнала DAQ-устройствами. Синхронизация заданий.                                               | Рассматривается задача ввода и вывода цифровых сигналов, счетчики, синхронизация измерений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.6                                     | Управление приборами в LabVIEW                                                                                            | Обзор автоматизации измерений с использованием измерительных приборов: аппаратный и программный интерфейс, GPIB-интерфейс и его настройка, архитектура программного интерфейса VISA, язык SCPI, драйверы измерительных приборов, программирование с использованием LabVIEW, использование Instrument I/O Assistant.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                         |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.7                                     | Цифровая обработка сигналов на базе технологий NI.                                                                           | Рассматривается понятие цифрового спектрального анализа, фильтрации случайных сигналов, генерации сигналов произвольной формы (ARB) с использованием DAQ-устройств.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.8                                     | Основы проектирования реконфигурируемых систем. Программирование ПЛИС отладочного модуля NI FPGA Board платформы NI ELVIS II | Рассматривается понятие о ПЛИС. Обзор задач, решаемых при помощи ПЛИС. Знакомство с основами работы с модулем LabVIEW FPGA, установкой и настройкой оборудования. Рассматривается архитектура приложений и основные этапы разработки, палитра функций FPGA, процесс компиляции. Обучение программированию ввода-вывода на ПЛИС. Обзор цифровых и аналоговых каналов, оптимизации программ для ПЛИС.                                                                                                                         |
| Практические и/или семинарские занятия  |                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Программирование с использованием виртуальных приборов NI ELVISmx Express VI в среде LabVIEW;</li> <li>• Использование утилиты MAX для настройки конфигурации многофункционального DAQ-устройства платформы NI ELVIS II, его тестирования и создания заданий для измерения и генерации аналогового и цифровых сигналов;</li> <li>• Создание ВП для измерения ВАР двухполюсников и расчета его параметров;</li> <li>• Цифровая обработка сигналов на базе технологий NI.</li> </ul> |
| Лабораторные занятия                    |                                                                                                                              | Лабораторный практикум по графическому программированию ПЛИС отладочного модуля NI FPGA Board на базе платформы NI ELVIS II. Примеры разработки комбинационных схем, программируемых счетчиков, запоминающих устройств.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Самостоятельная работа слушателя        |                                                                                                                              | Не предусмотрена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Используемые образовательные технологии |                                                                                                                              | В преподавании курса используются преимущественно традиционные образовательные технологии: лекции, практические занятия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 3.4. Требования к промежуточной и итоговой аттестации.

Промежуточная аттестация проводится по каждой дисциплине в виде устных отчетов на тему выполненных практических заданий. Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется по двухбалльной системе («зачет», «незачет»). Итоговая аттестация проводится в виде собеседования в произвольной форме на тему усвоенного материала по всему курсу. По итогу собеседования ставится оценка уровня освоения дисциплин программы повышения квалификации по двухбалльной системе («зачет»: если слушатель правильно ответил на половину (или более) заданных вопросов, «незачет»: если правильные ответы получены на меньшую часть вопросов).

## 4. Условия реализации программы.

### 4.1. Материально-технические условия реализации.

Занятия проводятся в специализированных аудиториях кафедры «Радиофизика» (2 уч. корпус, ауд. № 224) и «Квантовая электроника» (2 уч. Корпус, ауд. № 452), оснащенных оборудованием, поставляемым компанией National Instruments, компьютерной и проекционной техникой. Учебный процесс обеспечивается необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (LabVIEW 2013 Professional Development System и др.)

### 4.2. Учебно-методическое обеспечение программы.

Доступ к электронным образовательным ресурсам происходит через единую информационно-образовательную среду MOODLE ([dl.spbstu.ru](http://dl.spbstu.ru))

Перечень рекомендуемых учебных изданий:

### **Основная литература:**

1. LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы / У.Д. Баран – М.: ДМК Пресс, 2009. – 448с.
2. LabVIEW для новичков и специалистов / Пейч Л.И., Точилин Д.А., Поллак Б.П. - Горячая линия-Телеком, 2004 г., 384 с.
3. Компьютерные технологии в технической физике. Автоматизация физического эксперимента в среде программирования LABVIEW: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140400 "Техническая физика" / А. А. Павлов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008 .— 105 с.
4. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7: (30 лекций): учеб. пособие для вузов по группе подгот. бакалавров 550000 "Техн. науки" дисциплине "Упр. техн. системами" / П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаева [т.е. Каратаев], С. В. Материкин. — М.: ДМК Пресс, 2005 .— 264 с.
5. LabVIEW: Основы цифровой электроники: Пер.с англ. / Б. Патон; National instruments. — Оригинальное изд. 1998 г. — Б.м., 2002 .— 190 с.

### **Дополнительная литература:**

6. LabVIEW 8.20. Справочник по функциям / Суранов А.Я. - ДМК Пресс, 2007 г., 536 с.
7. LabVIEW для всех: 4-е издание, переработанное и дополненное / Дж. Трэвис, Дж. Кринг – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904с.

### **Электронные и Internet-ресурсы:**

8. <http://www.ni.com>- официальный сайт корпорации National Instruments.
9. <http://sine.ni.com/manuals> - документация на сайте National Instruments.
10. <http://www.ni.com/russia>- официальный сайт российского представительства National Instruments.
11. <http://www.labview.ru> - неофициальный сайт российского представительства корпорации National Instruments
12. Информация компании Emona Instruments (Emona Tims) на сайте [www.tims.com.au](http://www.tims.com.au).

## **5. Кадровое обеспечение программы.**

Образовательный процесс по дисциплинам обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю дисциплины, и ученую степень или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью.

К образовательному процессу по дисциплинам также привлечены преподаватели из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций, предприятий и учреждений.

Преподавательский состав, работающий по данной программе представлен в приложении В.

#### **6. Разработчики программы.**

А.В. Медведев, к.ф.-м.н., доцент кафедры  
«Радиофизика» ИФНиТ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель программы:

\_\_\_\_\_ А.В. Медведев

Директор ИФНиТ

\_\_\_\_\_ С.Б. Макаров

Начальник отдела по дополнительному  
образованию и заочному обучению

\_\_\_\_\_ М.И. Беляева



### Кадровое обеспечение программы

| № п/п | Наименование дисциплин (модулей), разделов (тем, элементов и т.д.)                                                            | Фамилия, имя, отчество, год рождения | Ученая степень, ученое звание | Стаж         | Основное место работы, должность | Место работы и должность по совместительству (если есть) |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1.    | Обзор программных и аппаратных платформ NI для создания информационно-измерительных и управляющих систем.                     | Медведев Андрей Викторович, 1963     | К.ф.-м.н., доцент.            | 22 года      | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент         | –                                                        |
| 2.    | Основы проектирования реконфигурируемых систем. Программирование ПЛИС отладочного модуля NI FPGA Board платформы NI ELVIS II. | Лиюкумович Леонид Борисович, 1969    | Д.ф.-м.н., доцент.            | 16 лет       | ФГАОУ ВО «СПбПУ», профессор      | –                                                        |
| 3.    | Сложные данные в LabVIEW, Продвинутое структуры и функции в LabVIEW.                                                          | Тухватулин Алим Шайхисламович, 1952  | К.ф.-м.н., доцент.            | 37 лет.      | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент         | –                                                        |
| 4.    | Средства визуализации данных в LabVIEW, Файловый ввод/вывод.                                                                  | Балашов Евгений Владимирович, 1980   | К.т.н.                        | 9 лет        | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент         | –                                                        |
| 5.    | Введение в LabVIEW, Работа в среде разработки LabVIEW, Структуры LabVIEW.                                                     | Иванов Сергей Иванович, 1953         | К.ф.-м.н., ст.н.с.            | Более 32 лет | ФГАОУ ВО «СПбПУ», доцент         | –                                                        |
| 6.    | Теоретические основы систем сбора данных (DAQ, Сбор данных (DAQ) в LabVIEW).                                                  | Новиков Юрий Николаевич, 1948        | К.ф.-м.н., доцент             | 30 лет       | ФГАОУ ВО                         | –                                                        |

|    |                                                                                                                                    |                                   |               |        |                                    |   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------|--------|------------------------------------|---|
|    |                                                                                                                                    |                                   |               |        | «СПбПУ»,<br>доцент                 |   |
| 7. | Создание и редактирование виртуального прибора (ВП). Отладка приложений, Виртуальные подприборы.                                   | Устинов Александр Борисович, 1984 | К.ф.-<br>м.н. | 7 лет  | ФГАОУ<br>ВО<br>«СПбПУ»,<br>доцент. | - |
| 8. | Ввод и генерация аналогового сигнала DAQ-устройствами, Ввод и генерация цифрового сигнала DAQ-устройствами. Синхронизация заданий. | Розов Сергей Владимирович, 1960   | К.т.н.        | 12 лет | ФГАОУ<br>ВО<br>«СПбПУ»,<br>доцент. | - |
| 9. | Управление приборами в LabVIEW, Цифровая обработка сигналов на базе технологий NI.                                                 | Каасик Владимир Паулович, 1958    | К.ф.-<br>м.н. | 11 лет | ФГАОУ<br>ВО<br>«СПбПУ»,<br>доцент. | - |