ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор - проректор по учебной работе

_____/Г.М. Машков/

«12» 03 2018 г.

Регистрационный № 05-2018

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Технология и компьютерные средства проектирования цифровых систем»

(наименование программы)

Санкт-Петербург

2018

Настоящая программа дополнительного образования (повышения квалификации) разработана на основе Федерального закона Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. №499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», а также Положением о повышении квалификации профессорско-преподавательского состава СПбГУТ.

Составитель:
Кандидат технических наук _____/А.И. Солонина/
(подпись)

ОБСУЖДЕНО
на заседании кафедры 19.02.2018 г., протокол №6

Заведующий кафедрой _____ /С.В. Томашевич/
(подпись)

ОДОБРЕНО
Декан факультета РТС _____/Д.И. Кирик/
(подпись)

СОГЛАСОВАНО
Директор ИНО _____ /К.С. Черкасов/
(подпись)

Начальник
учебно-методического
управления _____ /В.И. Аверченков/
(подпись)

1. Общая характеристика программы

1.1. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – **программа**).

1.2. Программа разработана с учетом квалификационных требований к результатам освоения образовательных программ и направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

1.3. К освоению программы допускаются: лица, имеющие среднее профессиональное или высшее профессиональное образование, а также лица, получающие среднее профессиональное или высшее профессиональное образование.

1.4. Обучение по программе осуществляется на основе Договора об образовании, заключаемого со слушателем или юридическим лицом.

1.5. Срок освоения программы: 72 часа. Срок освоения может определяться Договором об образовании.

1.6. Форма обучения: очно-заочная. Без отрыва от производства.

1.7. Категория обучающихся: инженерно-технический персонал, руководители и специалисты телекоммуникационных компаний; лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее и лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.8. Формы аттестации: итоговая аттестация – после освоения всей программы в форме зачета.

1.9. Выдаваемый документ: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации. При освоении программы параллельно с получением среднего профессионального или высшего профессионального образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

1.10. Удостоверение о повышении квалификации по результатам обучения по программам дополнительного профессионального образования даст право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или)выполнять конкретные трудовые функции, для которых определены обязательные требования к наличию квалификации.

2. Цели и задачи программы

Цель программы – освоить системный подход к проектированию цифровых систем (ЦС) и его универсальные компьютерные средства.

Это позволяет сформировать или качественно расширить профессиональные компетенции слушателя (ПК-1 – «Способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ»; ОПК-4 – «Способность иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств,

систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ»).

Связанными с этим задачами программы являются:

- знакомство с основными этапами компьютерного проектирования ЦС – триадой «синтез – моделирование – реализация» на примере цифровых фильтров (ЦФ);
- овладение базовыми знаниями и навыками на каждом из этих этапов, а именно:
  - ✓ теоретическими основами и процедурой синтеза ЦФ классическими методами;
  - ✓ представлением данных с фиксированной точкой (ФТ), анализом эффектов квантования и моделированием структуры ЦФ с ФТ;
  - ✓ методикой создания компьютерной модели ЦФ с ФТ, необходимой для его реализации.

3. Требования к результатам обучения

3.1. Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания, умения и навыки, необходимые для качественного измерения компетенций, указанных в п.2.

Слушатель должен знать:

- основные этапы проектирования цифровых фильтров;
- основные типы, методы синтеза и структуры цифровых фильтров;
- форматы данных с фиксированной точкой и источники ошибок квантования.

Слушатель должен уметь:

- формулировать требования к АЧХ цифрового фильтра;
- обоснованно выбирать тип цифрового фильтра и метод его синтеза;
- выбирать разрядность цифрового сигнального процессора для реализации цифрового фильтра.

Слушатель должен владеть:

- навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров.

4. Содержание программы

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость	**72**
Аудиторные занятия (всего)	**36**
В том числе:	
Лекции	20
Лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СР – всего)	**36**
В том числе:	
Подготовка к лабораторным работам	28

Подготовка к зачету	4
Зачет	4
Вид итоговой аттестации	**Зачет**

4.2. Учебный план программы повышения квалификации «Технология и компьютерные средства проектирования цифровых систем»

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Технология проектирования цифровых систем	Линейные дискретные системы (ЛДС). Цифровые системы (ЦС). Цифровые фильтры (ЦФ). Типы ЦФ. Основные этапы проектирования ЦФ
2.	Средства компьютерного проектирования цифровых систем	Система MATLAB. Программные средства. Средства GUI. Средства блочного моделирования Simulink. Среда графического программирования LabVIEW
3.	Синтез цифровых фильтров	Частотно-избирательные ЦФ. Требования к АЧХ и АЧХ (дБ). Условия исключения фазовых искажений. Типы КИХ-фильтров с ЛФЧХ. Синтез КИХ-фильтров. Методы окон и чебышевской аппроксимации. Прямые структуры КИХ-фильтров. Синтез БИХ-фильтров на основе аналогового фильтра прототипа. Методы стандартного и билинейного *Z*-преобразования. Каскадные структуры БИХ-фильтров. Выбор типа ЦФ и метода синтеза. Средства синтеза и анализа ЦФ в GUI FDTool
4.	Моделирование цифровых фильтров средствами GUI FDTool и Simulink	Квантование данных. Форматы данных с фиксированной точкой (ФТ). Цифровой фильтр с фиксированной точкой (ЦФ с ФТ). Источники ошибок квантования. Эффекты квантования. Средства моделирования ЦФ с ФТ в GUI FDTool. Процедура моделирования ЦФ с ФТ. Выбор структуры КИХ-фильтра и установка параметров квантования для КИХ-фильтра с ФТ. Выбор каскадной структуры БИХ-фильтра. Расстановка звеньев, масштабирование и установка параметров квантования для БИХ-фильтра с ФТ. Экспорт структур ЦФ и ЦФ с ФТ в окно моделей Simulink. Создание моделей ЦФ и ЦФ с ФТ средствами Simulink. Основные этапы реализации Simulink-модели ЦФ с ФТ на цифровом сигнальном процессоре
5.	Цифровые системы специального назначения	Цифровой преобразователь Гильберта (ЦПГ). Цифровой дифференциатор (ЦД). Разновидности ЦД. Требования к АЧХ ЦПГ и ЦД. Векторы требований к АЧХ в GUI FDTool. Моделирование ЦПГ и ЦД

4.3. Разделы и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела (отдельной темы) дисциплин	Лекции	ЛР	СР	Всего часов
1.	Технология проектирования цифровых систем	2	-	4	6
2.	Средства компьютерного проектирования цифровых систем	2	-	6	8
3.	Синтез цифровых фильтров	6	6	8	**22**
4.	Моделирование цифровых фильтров средствами GUI FDTool и Simulink	8	8	8	**24**
5.	Цифровые системы специального назначения	2	2	2	**12**
	Подготовка к зачету	-	-	4	**12**
	Зачет	-	-	4	**12**
Итого		**20**	**16**	**36**	72

4.4. Лабораторный практикум

Таблица 4

№ п/п	№ раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1.	3	Синтез и анализ ЦФ в GUI FDATool	6
2.	4	Моделирование ЦФ с ФТ в GUI FDATool	6
3.	4	Создание моделей ЦФ и ЦФ с ФТ средствами Simulink	2
4.	5	Моделирование ЦПГ и ЦД в GUI FDATool	2
Итого			**16**

4.5. Календарный учебный график

Раздел 1 «Технология проектирования цифровых систем».

Лекция – **2** часа.

Тема 1.1. Линейные дискретные и цифровые системы – 1 час.

Основные вопросы: цифровой фильтр (ЦФ) до и после реализации; два типа ЦФ; определение структуры ЦФ; классификация ЦФ по назначению.

Тема 1.2. Этапы проектирования ЦФ – 1 час.

Основные вопросы: выбор типа и метода синтеза ЦФ; задание требований к ЦФ и выбор его структуры; средства моделирования структуры ЦФ с фиксированной точкой (ЦФ с ФТ); элементная база его реализации.

Раздел 2 «Средства компьютерного проектирования цифровых систем»

Лекция – **2** часа.

Тема 2.1. Обзор стандартных средств проектирования ЦФ – 1 час.

Тема 2.2. Обзор средств MATLAB и их выбор для проектирования ЦФ – 1 час.

Раздел 3 «Синтез цифровых фильтров».

Лекции – **6** часов.

Тема 3.1. Частотно-избирательные КИХ-фильтры с линейной ФЧХ – 2 часа.

Основные вопросы: преимущества и условия линейной ФЧХ (ЛФЧХ); 4 типа КИХ-фильтров с ЛФЧХ; требования к АЧХ; структуры КИХ-фильтров с ЛФЧХ;
Тема 3.2. Классические методы синтеза КИХ-фильтров – 2 часа.
Основные вопросы: теоретические основы метода окон и метода чебышевской аппроксимации; итерационные процедуры синтеза КИХ-фильтров с ЛФЧХ в GUI FDATool.
Тема 3.3. Синтез частотно-избирательных БИХ-фильтров – 2 часа.
Основные вопросы: синтез БИХ-фильтра на основе аналогового прототипа (АФП); теоретические основы метода билинейного *Z*-преобразования; свойства АФП и БИХ-фильтра; структура БИХ-фильтра. Процедура синтеза БИХ-фильтра в GUI FDATool.
Лабораторные работы – **6** часов.
ЛР 3.1. Синтез и анализ КИХ-фильтров в GUI FDATool – 4 часа.
ЛР 3.2. Синтез и анализ БИХ-фильтров в GUI FDATool – 2 часа.
Раздел 4 «Моделирование цифровых фильтров средствами GUI FDTool и Simulink».
Лекции – **8** часов.
Тема 4.1. Цифровые фильтры с фиксированной точкой (ЦФ с ФТ) – 2 часа.
Основные вопросы: квантование данных; форматы данных с фиксированной точкой (ФТ); источники ошибок квантования; эффекты квантования в ЦФ с ФТ. Процедура моделирования ЦФ с ФТ в GUI FDTool.
Тема 4.2. Моделирование КИХ-фильтров с ФТ в GUI FDTool – 2 часа.
Основные вопросы: выбор структуры КИХ-фильтра; установка параметров квантования для КИХ-фильтра с ФТ.
Тема 4.3. Моделирование БИХ-фильтров с ФТ в GUI FDTool – 2 часа.
Основные вопросы: выбор каскадной структуры БИХ-фильтра; расстановка звеньев; масштабирование; установка параметров квантования для БИХ-фильтра с ФТ.
Тема 4.4. Создание моделей для реализации ЦФ с ФТ – 2 часа.
Основные вопросы: экспорт структур ЦФ и ЦФ с ФТ в окно моделей Simulink; создание моделей ЦФ и ЦФ с ФТ средствами Simulink; основные этапы реализации Simulink-модели на цифровом сигнальном процессоре.
Лабораторные работы – **8** часов.
ЛР 4.1. Моделирование КИХ-фильтров с ФТ в GUI FDATool – 2 часа.
ЛР 4.2. Моделирование БИХ-фильтров с ФТ в GUI FDATool – 4 часа.
ЛР 4.3. Экспорт структур ЦФ и ЦФ с ФТ в окно моделей Simulink из GUI FDATool – 2 часа.
Раздел 5 «Цифровые системы специального назначения».
Лекция – **2** часа.
Тема 5.1. Цифровой преобразователь Гильберта (ЦПГ) – 1 час.
Основные вопросы: назначение и амплитудная функция ЦПГ; требования к АЧХ и моделирование ЦПГ в GUI FDATool.
Тема 5.2. Цифровой дифференциатор (ЦД) – 1 час.
Основные вопросы: назначение и амплитудная функция ЦД; разновидности ЦД; требования к АЧХ и моделирование ЦД в GUI FDATool.
Лабораторная работа – **2** часа.

ЛР 5.1. Моделирование ЦПГ и ЦД в GUI FDATool – 2 часа.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Формы и режим занятий:
Аудиторная;
Групповая;
Индивидуальная;
Самостоятельная работа.

5.2. Форма обучения – очно-заочная, без отрыва от работы.

5.3. Срок освоения – 72 часа.

5.4. Применяемые средства обучения:
Конспект лекций;
Методические указания к выполнению лабораторных работ;
Описание графического интерфейса пользователя GUI FDATool;
Задания на самостоятельную работу.

5.5. Материально-техническое обеспечение реализации программы

Таблица 5

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий
1.	Учебная лаборатория с персональными компьютерами для проведения лабораторных работ, текущей и промежуточной аттестации
2.	Аудитория с мультимедийным оборудованием для проведения лекционных занятий

5.6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

а) основная литература:

1. Цифровая обработка сигналов в зеркале MATLAB : учеб. пособие / А. И. Солонина. – СПб. : БХВ-Петербург, 2018. – 560 с.
2. Цифровая обработка сигналов и MATLAB : учеб. пособие / А. И. Солонина [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.
3. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. И. Солонина. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 420 с.

б) дополнительная литература:

1. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учеб. пособие : пер. с англ. / А. Оппенгейм, Р. Шафер. – 3-е изд., испр. – М. : Техносфера, 2012. - 1046 с.
2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Б. Сергиенко. – 3-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 768 с
3. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П Федосов, А.К. Нестеренко. – М. : ДКМ Пресс, 2007. – 472 с.

в) программное обеспечение:

Пакет программ (система) MATLAB.