

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»**

УТВЕРЖДАЮ
И.о. первого проректора-
проректора по учебной работе



С.И. Ивасишин

2022 г.

Регистрационный № 11-2022

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

«Информационные технологии Арктики»

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Цель реализации программы

Целью реализации программы является освоение новых и качественное изменение профессиональных компетенций, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации:

– изучение аппаратных и программных средств проектирования систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) с реализацией на цифровых сигнальных процессорах (ЦСП), предназначенных для регионов Арктики.

2. Требования к результатам обучения

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для усвоения новых и качественного изменения компетенций, указанных в п. 1:

слушатель должен знать:

– современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса радиотехнических устройств и систем;
– схемы и устройства радиотехнических устройств и систем различного функционального назначения.

слушатель должен уметь:

– анализировать литературные и патентные источники при разработке радиотехнических устройств и систем;
– подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.

3. Содержание программы¹

Категория слушателей – высшее образование.

Срок обучения – 72 часа.

Форма обучения – очная

Учебный план программы повышения квалификации «Информационные технологии Арктики»

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе	
			лекции	Практич. и лаборат. за- нятия
1	Введение	8	4	4
2	Программные и аппаратные средства отладки	16	4	10
3	Реализация систем цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах	2	2	0

¹ Наличие учебной программы носит рекомендательный характер, определяется объемом программы, требованиями заказчика и т.д.

	налов на цифровых сигнальных процессорах				
4	Проектирование цифровых фильтров	12	4	8	
5	Периферийные устройства	12	4	8	
6	Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на многоядерных цифровых сигнальных процессорах	16	4	12	
7	Особенности реализации систем ЦОС для регионов Арктики	4	4	0	
7	Зачет	2	0	2	
	Всего	72	28	44	

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе		
			лекции	Практич. и лаборат. за- нятия	
1	Введение	8	4	4	
1.1	Основы цифровой обработки сигналов	2	2	0	
1.2	Цифровые сигнальные процессоры	6	2	4	
2	Программные и аппаратные средства отладки	16	6	10	
2.1	Интегрированная среда разработки	2	2	0	
2.2	Подсистема моделирования Simulink	6	2	4	
2.3	Интегрированная среда разработки Code Composer Studio	8	2	6	
3	Реализация систем цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах	2	2	0	
3.1	Реализация систем цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах	2	2	0	
4	Проектирование цифровых фильтров	12	4	8	
4.1	Реализация нерекурсивного фильтра на ЦСП	6	2	4	
4.2	Реализация рекурсивного фильтра на ЦСП	6	2	4	
5	Периферийные устройства	12	4	8	
5.1	Набор периферийных устройств	2	2	0	
5.2	Применение внешней периферии при реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на ЦСП	10	2	8	
6	Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на многоядерных цифровых сигнальных процессорах и графических процессорах	16	4	12	
6.1	Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на многоядерных цифровых сигнальных процессорах	8	2	6	
6.2	Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на графических процессорах	8	2	6	
7	Особенности реализации систем ЦОС для регионов Арктики	4	4	0	
8	Зачет	2	0	2	

Учебная программа
«Информационные технологии Арктики»

Модуль 1. Многоядерные цифровые сигнальные процессоры (8 часов)

Тема 1.1. Основы цифровой обработки сигналов (2 часа)

Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах, программируемых логических интегральных схемах, системах на кристалле, универсальных процессорах, графических ускорителях и микроконтроллерах.

Тема 1.2. Цифровые сигнальные процессоры (6 часов)

Архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Конвейерный принцип выполнения команд. Адресация.

Модуль 2. Программные и аппаратные средства отладки (14 часов)

Тема 2.1. Интегрированная среда разработки (2 часа)

Симуляторы. Эмуляторы. Стартовые наборы. Отладочные модули. Режимы пониженного энергопотребления.

Тема 2.2. Подсистема моделирования Simulink (6 часов)

Подсистема Simulink. Работа над динамическими моделями при помощи графических блоков. Модельно-ориентированным подход к проектированию.

Тема 2.3. Интегрированная среда разработки Code Composer Studio (8 часов)

Code Composer Studio (CCS). Набор инструментов, используемых для разработки и отладки встроенных приложений. Тестирование программ для ЦСП TMS320C5515. Три класса для определения типов данных компилятора процессора C55x.

Модуль 3. Реализация систем цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах (2 часа)

Тема 3.1. Реализация систем цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах (2 часа)

Языки программирования. Основные этапы подготовки программы пользователя. Принципы написания программного кода. Файловая модель.

Модуль 4. Проектирование цифровых фильтров (12 часов)

Тема 4.1. Реализация нерекурсивного фильтра на ЦСП (6 часов)

Основные методы синтеза цифровых фильтров. Моделирование и нерекурсивных фильтров в MATLAB.

Тема 4.2. Реализация рекурсивного фильтра на ЦСП (6 часов)

Моделирование рекурсивных фильтров в MATLAB. Реализация цифровых фильтров на ЦСП.

Модуль 5. Периферийные устройства (12 часов)

Тема 5.1. Набор периферийных устройств (2 часа)

Внутренняя и внешняя периферия. Типовой набор периферийных устройств. Специальные устройства периферии.

Тема 5.2. Применение внешней периферии при реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на ЦСП (10 часов)

Использование периферийных устройств при реализации проекта в интегрированной среде разработки.

Модуль 6. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на многоядерных цифровых сигнальных процессорах (16 часов)

Тема 6.1. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на многоядерных цифровых сигнальных процессорах (8 часов)

Архитектура многоядерных цифровых сигнальных процессоров. Реализация алгоритма вычисления быстрого преобразования Фурье. Обработка аудио и изображений на многоядерных ЦСП.

Тема 6.2. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на графических процессорах (8 часов)

Модуль 7. Особенности реализации систем ЦОС для регионов Арктики (4 часа)

Изготовление корпусов устройств, предназначенных для работы при температурах до -60 градусов Цельсия. Пайка оловянно-свинцовым припоем для температур до -60 градусов по Цельсия.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы
1.2	Изучение интегрированной среды разработки для реализации систем цифровой обработки сигналов на цифровом сигнальном процессоре (4 часа)
2.3	Реализация систем цифровой обработки сигналов на элементной базе со сверхнизким энергопотреблением (2 часа)
4.1	Проектирование нерекурсивного фильтра с реализацией на цифровом сигнальном процессоре (2 часа)
4.2	Проектирование рекурсивного фильтра с реализацией на цифровом сигнальном процессоре (2 часа)

5.2	Применение внешней периферии при реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах (4 часа)
6.1	Обработка аудио и изображений на многоядерном цифровом сигнальном процессоре (4 часа)
6.2	Реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье на цифровом сигнальном процессоре (4 часа)

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия
2.2	Изучение интегрированной среды разработки для реализации систем цифровой обработки сигналов на цифровом сигнальном процессоре (4 часа)
2.3	Реализация систем цифровой обработки сигналов на элементной базе со сверхнизким энергопотреблением (4 часа)
4.1	Проектирование нерекурсивного фильтра с реализацией на цифровом сигнальном процессоре (2 часа)
4.2	Проектирование рекурсивного фильтра с реализацией на цифровом сигнальном процессоре (2 часа)
5.2	Применение внешней периферии при реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах (4 часа)
6.1	Обработка аудио и изображений на многоядерном цифровом сигнальном процессоре (4 часа)
6.2	Реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье на цифровом сигнальном процессоре (4 часа)

4. Организационно-педагогические условия

4.1. Формы и режим занятий: аудиторная; групповая; индивидуальная; самостоятельная работа.

4.2. Форма обучения: очная.

4.3. Срок освоения: 1 месяц.

4.4. Применяемые средства обучения: компьютеры, мультимедийный комплекс.

4.5. Материально-техническое обеспечение реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	лекции	Компьютер, мультимедийный комплекс
Компьютерный класс или собственный компьютер слушателя	Практические и лабораторные занятия	Электронные учебно-методические материалы, специализированное программное обеспечение

4.6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Основы цифровой обработки сигналов : курс лекций : учебное пособие для вузов / А. И. Солонина [и др.]. - 2-е изд., испр. и перераб. - СПб. : БХВ-Петербург, 2012. - 768 с. : ил. - Библиогр. : с. 741-746. - ISBN 978-5-94157-604-3 : 199.00 р. - Текст : непосредственный. Прил. : с. 677-740

2. Степанов, Андрей Борисович. Цифровая обработка сигналов в радиотехнических системах. Реализация алгоритмов на многоядерных цифровых сигнальных процессорах : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Б. Степанов ; рец.: Е. Б. Соловьева, С. В. Томашевич ; Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, С.- Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2021. - 38 с. : ил., табл. - (дата обращения: 29.12.2021) . - Режим доступа: 9 свободный доступ из сети Интернет, свободный доступ из локальной сети. - Библиогр.: с.37-38. - 245.84 р. 13.2.

3. Цифровая обработка сигналов и MATLAB : учебное пособие / А. И. Солонина [и др.] ; рец.: Е. Б. Соловьева, В. А. Варгаузин. - СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2013. - 512 с. : табл. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0919-0 : 599.00 р. - Текст : непосредственный. Есть автограф: Экз. У4044 : Солонина, Алла Ивановна

4. Солонина, Алла Ивановна. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов : [Электронный ресурс] / А. Солонина, Д. Улахович, Л. Яковлев. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. - 464 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=18455>. - ISBN 978-5-9775-1449-1 : Б. ц.

5. Степанов, Андрей Борисович. Цифровая обработка сигналов в радиотехнических системах. Реализация алгоритмов на элементной базе со сверхнизким энергопотреблением : [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. Б. Степанов, К. А. Суворов ; рец. С. В. Томашевич ; Федер. агентство связи, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 39 с. : рис. - 516.31 р.

5. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется аттестационной комиссией в виде зачета в устной форме. Комиссия оценивает уровень усвоения слушателями материала, предусмотренного программой, и дает общую оценку – «зачтено», «не зачтено».

Перечень вопросов

1. Обобщенная схема цифровой обработки сигналов.
2. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах, программируемых логических интегральных схемах, системах на кристалле, универсальных процессорах, графических ускорителях и микроконтроллерах.
3. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров.
4. Конвейерный принцип выполнения команд.
5. Адресация.
6. Программные и аппаратные средства отладки.
7. Интегрированная среда разработки.
8. Отладочные модули.
9. Режимы пониженного энергопотребления
10. Языки программирования. Основные этапы подготовки программы пользователя.
11. Принципы написания программного кода.
12. Файловая модель.
13. Основные методы синтеза цифровых фильтров.
14. Моделирование рекурсивных и нерекурсивных фильтров в MATLAB.
15. Реализация цифровых фильтров на ЦСП.
16. Внутренняя и внешняя периферия.
17. Использование периферийных устройств при реализации проекта в интегрированной среде разработки.
18. Архитектура многоядерных цифровых сигнальных процессоров.
19. Реализация алгоритма вычисления быстрого преобразования Фурье.
20. Обработка аудио и изображений на многоядерных ЦСП.
21. Особенности реализации систем ЦОС для регионов Арктики.

Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (зачтено) по разделам программы, выносимым на зачет.

6. Составители программы

Степанов А.Б., к.т.н., доцент, зам. директора ИМ по УР