

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1145123	Технологии схемотехнического проектирования цифровых устройств

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Радиоэлектронные системы и комплексы	Код ОП 1. 11.05.01/22.01
Направление подготовки 1. Радиоэлектронные системы и комплексы	Код направления и уровня подготовки 1. 11.05.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Долматов Андрей Геннадьевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Коберниченко Виктор Григорьевич	к.т.н., доцент	профессор	департамент радиоэлектроники и связи
3	Цыганов Сергей Викторович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
4	Язовский Александр Афонасьевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологии схемотехнического проектирования цифровых устройств

1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание дисциплин модуля позволит студентам овладеть технологиями схемотехнического проектирования цифровых устройств, получить необходимую теоретическую подготовку в области цифровой обработки сигналов, а также практические навыки проектирования цифровых устройств, используемых в радиоэлектронных системах. Студенты получат представление о современной элементной базе устройств цифровой обработки сигналов (ЦОС), а также о современных аппаратных и программных средствах отладки. Особенности обучения являются мультимедийные технологии "погружения" в реальный процесс разработки и отладки аппаратного и программного обеспечения технических средств ЦОС. В процессе освоения содержания модуля студенты изучают дисциплины: «Основы цифровой обработки сигналов», «Проектирование цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах», «Цифровые сигнальные процессоры».

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы цифровой обработки сигналов	4
2	Проектирование цифровой обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах	3
3	Цифровые сигнальные процессоры	3
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Микропроцессорные устройства2. Схемотехника3. Проектирование и моделирование радиоэлектронных средств для радиоинженеров4. Материалы и компоненты электронной техники5. Информационные основы профессиональной деятельности радиоинженеров6. Теоретические основы электротехники
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Радиоавтоматика2. Основы формирования, распространения и приема радиосигналов для радиоинженеров

	3. Радиоэлектронные системы и комплексы
--	---

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Основы цифровой обработки сигналов	ПК-1 - Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	З-1 - Определять стадии проектирования У-1 - Разрабатывать техническое задание на проектирование П-1 - Иметь практический опыт определения стадий проектирования П-2 - Иметь практический опыт разработки технического задания на проектирование
	ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
	ПК-4 - Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	З-1 - Определять современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки изделий на их основе У-1 - Выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств

		П-1 - Иметь практический опыт разработки цифровых радиотехнических устройств
Проектирование цифровой обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах	ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
	ПК-4 - Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	З-1 - Определять современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки изделий на их основе У-1 - Выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств П-1 - Иметь практический опыт разработки цифровых радиотехнических устройств
Цифровые сигнальные процессоры	ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
	ПК-4 - Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с	З-1 - Определять современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки изделий на их основе

	использованием современных пакетов прикладных программ	У-1 - Выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств П-1 - Иметь практический опыт разработки цифровых радиотехнических устройств
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы цифровой обработки сигналов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Коберниченко Виктор Григорьевич	к.т.н., доцент	профессор	департамент радиоэлектроники исвязи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1.	Введение	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Структура и построение курса.
P2.	Модели и преобразования дискретных и цифровых сигналов	Математические модели дискретного сигнала. Модулированная импульсная последовательность. Спектр дискретного сигнала. Эффект наложения. Теорема отсчетов. Дискретное по времени преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ. Применение ДПФ для вычисления дискретной свертки. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ). Основы теории z-преобразования. Свойства z-преобразования. Взаимосвязь между ДПФ и z-преобразованием.
P3	Дискретные и цифровые фильтры	Линейные цифровые фильтры и их характеристики. Системная функция и комплексная частотная характеристика цифрового фильтра (ЦФ). ЦФ с конечной импульсной характеристикой (КИХ) и бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Функциональные схемы ЦФ. Прямая, каноническая и

		каскадная формы реализации ЦФ. Реализация линейных цифровых фильтров в частотной области с использованием алгоритмов БПФ. Проектирование ЦФ. Основные этапы. Методы синтеза ЦФ с КИХ. Метод взвешивания. Методы синтеза ЦФ с БИХ. Метод инвариантности импульсной характеристики. Метод билинейного преобразования.
Р 4	Эффекты квантования и округления в цифровых фильтрах	Модели процесса квантования. Детерминированные и вероятностные оценки ошибок квантования. Учет квантования сигналов в структурных схемах ЦФ. Шум квантования. Обобщенная линейная модель ЦФ. Эффекты округления результатов арифметических операций. Квантование коэффициентов в фильтрах с КИХ. Квантование коэффициентов в рекурсивных фильтрах.
Р 5	Базовые алгоритмы цифровой обработки сигналов в радиотехнических и телекоммуникационных системах	Цифровой спектральный анализ. Изменение частоты дискретизации в линейных цифровых фильтрах. Цифровые модуляторы и демодуляторы. Цифровые преобразователи Гильберта.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	проектная деятельность учебно-исследовательская, научно-исследовательская профорориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для	Технология образования в сотрудничестве Технология позиционного образования Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	П-1 - Иметь практический опыт разработки цифровых радиотехнических устройств

	использования в практических целях			
--	------------------------------------	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы цифровой обработки сигналов

Электронные ресурсы (издания)

1. Оппенгейм, А., А., Боев, С. Ф.; Цифровая обработка сигналов; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730> (Электронное издание)
2. Хафизов, Д. Г.; Цифровая обработка сигналов: лабораторный практикум : практикум. 1. ; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494308> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сергиенко, А. Б.; Цифровая обработка сигналов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника".; Питер, Москва; СПб.; Н. Новгород и др.; 2003 (47 экз.)
2. Гадзиковский, В. И.; Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 210400-Радиотехника.; Солон-Пресс, Москва; 2013 (50 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ЭБС "Лань" <http://e.lanbook.com/>
2. Онлайн-курс "Основы цифровой обработки сигналов". <https://openedu.ru/course/urfu/SIGPROC/>.
3. Коберниченко В. Г. Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие/В.Г. Коберниченко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. Федер. Ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2018, -150 с. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/65261>
https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65261/1/978-5-7996-2464-4_2018.pdf
4. Коберниченко В. Г. Расчет и проектирование цифровых фильтров : учебно-методическое пособие / В. Г. Коберниченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013. — 64 с. — ISBN 978-5-7996-0825-
5. <http://hdl.handle.net/10995/4698>
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. ЭОР УрФУ №11002. Основы цифровой обработки сигналов. Электронный учебно-методический комплекс. Авторы: Коберниченко В.Г., Сосновский А.В. 2014. <https://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/11002>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал "Теория и практика цифровой обработки сигналов". <http://www.dsplib.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы цифровой обработки сигналов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Matlab R2014a + Simulink
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство	Matlab R2014a + Simulink

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab R2014a + Simulink
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab R2014a + Simulink
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Проектирование цифровой обработки
сигналов на программируемых логических
интегральных схемах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Долматов Андрей Геннадьевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Язовский Александр Афонасьевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Долматов Андрей Геннадьевич, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи
- Язовский Александр Афонасьевич, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*
Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Обзор технологии визуального проектирования систем цифровой обработки сигналов на ПЛИС Xilinx	Используемое программное обеспечение, этапы проектирования систем цифровой обработки сигналов на ПЛИС Xilinx. Достоинства, недостатки технологии.
P2	Принципы разработки моделей систем цифровой обработки сигналов с использованием программы System Generator. Разработка многочастотных систем.	Основы работы в Simulink. Обзор блоков библиотеки System Generator. Преобразование данных в System Generator. Блоки изменения частоты дискретизации: применение, аппаратная реализация.
P3	Обзор архитектуры ПЛИС Xilinx	Топология FPGA. Конфигурируемый логический блок. Логическая секция. Секция цифровой обработки сигналов. Блоки памяти, синхронизации и системного контроля.
P4	Проектирование фильтров на ПЛИС	Варианты реализации фильтров с конечной импульсной реакцией на ПЛИС: MAC-FIR-фильтры, фильтры с распределённой архитектурой вычислений. Расчет параметров фильтров.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	проектная деятельность учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	П-1 - Иметь практический опыт разработки цифровых радиотехнических устройств

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование цифровой обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах

Электронные ресурсы (издания)

1. Оппенгейм, А., А., Боев, С. Ф.; Цифровая обработка сигналов; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730> (Электронное издание)
2. Марьев, А. А.; Методы и устройства цифровой обработки сигналов: дискретизация. Квантование. Цифровой анализ сигналов : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=619055> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Потехин, Д. С., Тарасов, И. Е.; Разработка систем цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС; Горячая линия-Телеком, Москва; 2007 (1 экз.)
2. Кузелин, М. О., Кнышев, Д. А., Зотов, В. Ю.; Современные семейства ПЛИС фирмы Xilinx : [справ. пособие].; Горячая линия - Телеком, Москва; 2004 (3 экз.)
3. Солонина, А. И.; Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 210700 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи квалификации (степени) "бакалавр" и квалификации (степени) "магистр".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2012 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. <http://e.lanbook.com/> - Издательство "Лань"
2. <http://elibrary.ru> - ООО Научная электронная библиотека

3. <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа»
4. <https://www.xilinx.com/support.html#documentation> - Сайт компании Xilinx, раздел Documentation:

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет «ИНТУИТ»
2. <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
3. <http://study.urfu.ru> – портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
4. <http://rtf.urfu.ru> - официальный сайт ИРИТ-РтФ
5. <http://gaw.ru/> - Рынок микроэлектроники
6. <http://lib.urfu.ru/> - Зональная научная библиотека УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование цифровой обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Проектор	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет Лабораторная плата ZedBoard	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM MathWorks Campus-Wide Suite (CWS) (ТАН)

			Xilinx Vitis IDE
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc MathWorks Campus-Wide Suite (CWS) (TAH) Xilinx Vitis IDE

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровые сигнальные процессоры

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Цыганов Сергей Викторович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Язовский Александр Афонасьевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Цыганов Сергей Викторович, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи
- Язовский Александр Афонасьевич, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*
Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие сведения о цифровой обработке сигналов	Дискретизация и квантование. Цифровые фильтры (ЦФ). Методы синтеза ЦФ. КИХ - фильтры. БИХ - фильтры. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Линейная свертка. Циклическая свертка. Фильтрация в частотной области. Каскадное и параллельное соединение ЦФ. Адаптивные фильтры.
P2	Применение цифровой фильтрации.	Согласованная фильтрация. Обработка речи. Обработка изображений. Цифровая связь. Обработка сигналов в радио- и гидролокационных системах. Обработка сигналов в медицине и биологии.
P3	Введение в цифровые сигнальные процессоры (ЦСП).	Классификация ЦСП. Основные характеристики ЦСП. Гарвардская архитектура. Модифицированная гарвардская и супергарвардская архитектуры. CISK и RISC процессоры. Конвейерная обработка. ЦСП с длинным командным словом (VLIW). Обобщенная структура ЦСП: числовой процессор, адресный процессор, контроллер памяти, периферийный процессор. Эксплуатационные характеристики.
P4	Аппаратные и программные средства разработки и отладки систем на ЦСП.	Способы разработки систем на ЦСП. Аппаратные средства разработки и отладки систем на ЦСП: стартовые комплекты, платы развития, мезонинная технология. Программные средства разработки и отладки систем на ЦСП. Выбор языка программирования. Языки Ассемблер и Си. Этапы разработки

		программного обеспечения. Автономная отладка программного обеспечения. Компиляторы. Симуляторы. Отладчики. Комплексная отладка проектируемой системы на ЦСП. Принципы оптимального выбора типа ЦСП, исходя из условий решаемой задачи.
P5	Методы программной реализации алгоритмов ЦОС на ЦСП.	Базовые (типовые) алгоритмы ЦОС. Особенности обработки радиолокационных и телеметрических сигналов на ЦСП.
P6	Тенденции развития цифровых сигнальных процессоров, аппаратных и программных средств их отладки.	Обзор современных цифровых сигнальных процессоров Analog Devices, Texas Instruments, STMicroelectronics, Мультиклет. Обзор микроэлектронных компонентов типа «процессор-компаньон».

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	проектная деятельность учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	П-1 - Иметь практический опыт разработки цифровых радиотехнических устройств

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые сигнальные процессоры

Электронные ресурсы (издания)

- Алиев, М. Т.; Микропроцессоры и микропроцессорные системы управления. 32-разрядные процессоры семейства Motorola: лабораторный практикум : практикум.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277011> (Электронное издание)
- Иванова, В. Е., Тяжев, А. И.; Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры : учебное пособие.; Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/75425.html> (Электронное издание)

3. Афонин, А. А.; Микроконтроллеры в задачах ориентации, навигации и управлении летательных аппаратов : учебное пособие.; Ай Пи Эр Медиа, Саратов; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/56012.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Солонина, Алла И., Солонина А., Улахович, Улахович Д., Яковлев, Яковлев Л.; Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 654400 "Телекоммуникации".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2002 (29 экз.)
2. , Солонина, А. И., Улахович, Д. А., Арбузов, С. М., Соловьева, Е. Б., Гук, И. И.; Основы цифровой обработки сигналов : курс лекций : учеб. пособие по специальности 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2003 (13 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. <http://e.lanbook.com/> - Издательство "Лань"
2. <http://elibrary.ru> - ООО Научная электронная библиотека
3. <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа»

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» <http://www.intuit.ru/>.
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>.
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Федеральный портал. Российское образование <http://www.edu.ru/>.
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>.
6. Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва <http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ), Москва <http://www.gpntb.ru/>.
9. Открытый международный архив электронных препринтов arXiv.org.
10. Базы патентов, открытый поиск wipo.int.
11. Базы данных ВИНТИ <http://viniti.ru/>.
12. ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru.
13. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://cnb.uran.ru/resource/katalog>.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые сигнальные процессоры

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Mathcad 14 Matlab+Simulink

