

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

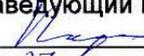
Кафедра «Радиотехнических устройств»

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМиА

 / О.А. Бодров  
« 26 » 06 2019 г

Заведующий кафедрой РТУ

 / Ю.Н. Паршин  
« 27 » 06 2019 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПимД

 / А.В.Корячко  
« 27 » 06 2019 г



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.02.02 «Основы проектирования систем на сигнальных процессорах»**

Направление подготовки  
11.04.01 «Радиотехника»

Программа магистратуры  
Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Уровень подготовки  
Магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная

Рязань 2019 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», утвержденного 22.09.2017.

Разработчик

Доцент кафедры

«Телекоммуникаций и основ радиотехники»

\_\_\_\_\_ С.В. Витязев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Телекоммуникаций и основ радиотехники»

«28» июня 2019 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

«Телекоммуникаций и основ радиотехники»

\_\_\_\_\_ В.В. Витязев

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель изучения дисциплины:** ознакомление студентов с принципами построения современных архитектур цифровых сигнальных процессоров; получение базовых представлений о функционировании сигнальных процессоров; получение навыков работы с цифровыми сигнальными процессорами с целью реализации на их основе систем обработки сигналов реального времени.

Задача освоения дисциплины – ознакомление студентов с архитектурой цифрового сигнального процессора TMS320C6678 фирмы Texas Instruments и принципами ее функционирования; получение студентами навыков разработки программного обеспечения цифровых сигнальных процессоров TMS320C6678 в отладочной среде Code Composer Studio v7; изучение назначения и способов применения операционной систем реального времени SYS/BIOS при разработке систем ЦОС на ЦСП; изучение принципов работы с многоядерными системами, включая понятия распределения задач по ядрам и организации взаимодействия между ядрами.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 (модуль) относится к вариативной части профессиональных дисциплин, блок № 1. Дисциплина (модуль) изучается в 1 семестре на 2 курсе. Дисциплина базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: информатика, цифровая обработка сигналов, радиотехнические цепи и сигналы.

Студенты, обучающиеся по данному курсу, должны

знать: языки программирования (желательно, язык Си); основы теории цифровой обработки сигналов, включая цифровую фильтрацию; принципы представления и передачи информации; принципы преобразования сигналов из аналоговой формы в цифровую; иностранный язык;

уметь: вести разработку программного обеспечения; переводить технические тексты с иностранного языка; записывать математические модели обработки радиолокационных сигналов;

владеть: навыками разработки программ обработки сигналов; исследования частотно-временных свойств сигналов и систем; расчета параметров цифрового сигнала в зависимости от требований системы обработки.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

### 3.1 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Владение информационными технологиями	ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК - 3.1. Знать: - принципы расчета параметров цифровой системы, с точки зрения обеспечения требуемого качества и вычислительной нагрузки на процессор ОПК - 3.2. Уметь: проводить оценку быстродействия процессоров обработки сигналов, исходя из их архитектуры. ОПК - 3.3. Владеть: - навыками оценки потенциальных возможностей ЦСП с учетом сложности задачи
Компьютерная грамотность	ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК -4.1. Знать: - принципы построения многоядерных процессоров обработки сигналов; принципы адаптации алгоритмов обработки для реализации на многоядерных процессорах ОПК -4.2. Уметь: уметь вести разработку программного обеспечения для многоядерных процессоров. ОПК -4.3. Владеть: - навыками работы в среде CCS с целью программирования многоядерных ЦСП с использованием инструментариев OpenMP и IPC

### 3.2 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: <b>научно-исследовательский</b>			
Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; Расчет и	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, подготовки к производству и технического обслуживания.	ПК-3. Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков	ПК-3.1. Знать: - принципы разработки, отладки и оптимизации программного обеспечения цифровой обработки сигналов для современных многоядерных сигнальных процессоров на языках Си и ассемблер с применением OpenMP  ПК-3.2. Уметь: - вести разработку эффективных программных кодов с минимизацией времени выполнения и затрат памяти

проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; Разработка проектной и технической документации, Оформление законченных проектно-конструкторских работ; Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.			ПК-3.3. Владеть: - навыками работы в среде ССС и оптимизации программных кодов с применением современных средств оптимизации и отладки
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (ЗЕ), 108 часа.

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>24,25</b>
В том числе:	
Лекции	12
Практические занятия (ПЗ)	12
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>75</b>
В том числе:	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	18
<b>Контроль</b>	<b>8,75</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	экзамен
Общая трудоемкость час	<b>108</b>
Зачетные Единицы Трудоемкости	3
Контактная работа (по учебным занятиям)	24,25

#### 4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	ИКР	
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>24,25</b>	12	12	0,25	<b>83,75</b>
1	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678	18	6	3	3		12
2	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд	21	6	3	3		15
3	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы	30	6	3	3		24
4	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе	30	6	3	3		24
5	ИКР	0,25	0,25				
6	Экзамены и консультации	8,75					8,75

#### 4.3 Содержание дисциплины

##### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
2	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
3	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
4	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет

##### 4.3.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
2	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет

3	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
4	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе	3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет

#### 4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678	12	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
2	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд	15	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
3	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы	24	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет
4	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе	24	ОПК-3, ОПК-4, ПК-3	зачет

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Основы проектирования систем на сигнальных процессорах»).

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1 Основная литература

1. Серия статей по многоядерным ЦСП в сети Интернет: <https://www.habrahabr.ru/post/318762>
2. Документация на сайте производителя [www.ti.com](http://www.ti.com).
3. Витязев С.В. Цифровые процессоры обработки сигналов. Курс лекций. - М.: Горячая линия - Телеком, 2017. - 100 с.
4. Указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Обработка сигналов на ЦСП" в сети Интернет: <http://www.dsps.ru/dsp.htm>.

#### 6.2 Дополнительная литература

1. Цифровые процессоры обработки сигналов TMS320C67x компании Texas Instruments: Учеб. пособие / В.В. Витязев, С.В. Витязев; Рязан. гос. радиотехн. универ. Рязань, 2007. 114 с.
2. Naim Dahnoun. Multicore DSP: From Algorithms to Real-time Implementation on the TMS320C66x SoC. Wiley. 696 pages. 2018.
3. Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2001. - 464 с.

4. С. Смит. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников: Пер. с англ. - М.: Додэка-XXI, 2008. - 720 с.

5. Donald S. Reay. Digital Signal Processing and Applications with the OMAP - L138 eXperimenter. - Wiley, 2012. 360 p.

6. Сперанский В.С. Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники. М.: Горячая линия - Телеком, 2008.

### **6.3 Методические указания к самостоятельной работе**

Изучение дисциплины «Теория мобильной связи нового поколения» проходит в течение одного семестра. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к практическому занятию);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к зачету).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к практическому занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.). Во время самостоятельных занятий студенты выполняют задания, выданные им на предыдущем практическом занятии, готовятся к контрольным работам, выполняют задания типовых расчетов.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа по дисциплине предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к экзамену: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.).

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Серия статей по многоядерным ЦСП в сети Интернет:  
<https://www.habrahabr.ru/post/318762>
2. Документация на сайте производителя [www.ti.com](http://www.ti.com)

3. Указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Обработка сигналов на ЦСП" в сети Интернет: <http://www.dsra.ru/dsp.htm>
4. Для работы студентов предоставляется среда программирования ЦСП CCS v5 с поддержкой режима симуляции процессора, доступная на сайте разработчика: <http://www.ti.com>

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Операционная система Windows 7 Professional (DreamSpark Membership ID 700565238);
2. Adobe Reader (PlatformClients\_PC\_WWEULA-ru\_RU-20110809-1357 – бессрочно).
3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019).
4. LibreOffice (Mozilla Public Licence 2.0 – бессрочно).
5. MATLAB, Simulink, Communications Blockset (Transitioned), Communications System Toolbox, DSP System Toolbox, Filter Design Tool-box (Transitioned), Fixed-Point De-signer, Signal Processing Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №283300 с 06.10.2009 – бессрочно).
6. Специализированное программное обеспечение – среда разработки Code Composer Studio v7 фирмы Texas Instruments (свободная лицензия Technology Software Public Available (TSPA) – бессрочно).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской;

2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №423 ГУК.

80 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, специализированная мебель, доска.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий и лабораторных работ, №422 ГУК.

28 мест, 11 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 1 мультимедиа

проектор, 1 экран, специализированная мебель, доска, стенды для проведения лабораторных работ.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.01 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (уровень магистратуры).

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. ТОР

\_\_\_\_\_

(Витязев С.В.)

Программа рассмотрена и

одобрена на заседании

кафедры ТОР

28 июня 2019 г.

(протокол № 7)