

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

А.В. Корячко

**Основы проектирования систем на сигнальных  
процессорах**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Учебный план v11.04.01\_20\_00.plx  
11.04.01 Радиотехника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	<b>3 (2.1)</b>		Итого	
	12			
Неделя	12			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	24,25	24,25	24,25	24,25
Контактная работа	24,25	24,25	24,25	24,25
Сам. работа	75	75	75	75
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Витязев Сергей Владимирович*

Рабочая программа дисциплины

**Основы проектирования систем на сигнальных процессорах**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 925)

составлена на основании учебного плана:

11.04.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2020 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Протокол от 19.06.2020 г. № 6

Срок действия программы: 2020-2022 уч.г.

Зав. кафедрой Витязев Владимир Викторович

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры  
**Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

**Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	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.
1.2	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.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Защищенные системы передачи информации
2.1.2	Научно-исследовательская работа (часть 1)
2.1.3	Учебная практика
2.1.4	Фрактальные методы в радиотехнике
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Научно-производственная практика
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-3: Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков</b>	
.	
<b>Знать</b> Типовые архитектуры современных систем на кристалле, применяемых для цифровой обработки сигналов в авиационных бортовых вычислительных комплексах; принципы параллельной обработки сигналов; ограничения на ускорение обработки в многоядерных системах в соответствии с законом Амдала; программные инструментарии для разработки параллельных кодов; принципы отладки и оптимизации параллельных программных кодов.	
<b>Уметь</b> Проводить оптимизацию программного обеспечения обработки сигналов на одном ядре многоядерного сигнального процессора с оценкой эффективности работы в реальном масштабе времени; оценивать потенциальную эффективность многоядерной реализации при известной математической модели алгоритма обработки сигналов; вести разработку параллельных программных кодов с помощью современных инструментов, включая OpenMP и IPC.	
<b>Владеть</b> навыками разработки программного обеспечения для многоядерных сигнальных процессоров с применением OpenMP и IPC в интегрированной среде разработчика Code Composer Studio с формулировкой математической постановки задачи, проведением моделирования, разработкой кодов для одного ядра, оптимизацией, распараллеливанием ПО, отладкой на модулях ЦОС и доведением до макета устройства.	

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Типовые архитектуры современных систем на кристалле, применяемых для цифровой обработки сигналов в авиационных бортовых вычислительных комплексах; принципы параллельной обработки сигналов; ограничения на ускорение обработки в многоядерных системах в соответствии с законом Амдала; программные инструментарии для разработки параллельных кодов; принципы отладки и оптимизации параллельных программных кодов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Проводить оптимизацию программного обеспечения обработки сигналов на одном ядре многоядерного сигнального процессора с оценкой эффективности работы в реальном масштабе времени; оценивать потенциальную эффективность многоядерной реализации при известной математической модели алгоритма обработки сигналов; вести разработку параллельных программных кодов с помощью современных инструментов, включая OpenMP и IPC.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	навыками разработки программного обеспечения для многоядерных сигнальных процессоров с применением OpenMP и IPC в интегрированной среде разработчика Code Composer Studio с формулировкой математической постановки задачи, проведением моделирования, разработкой кодов для одного ядра, оптимизацией, распараллеливанием ПО, отладкой на модулях ЦОС и доведением до макета устройства.
-------	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	<b>Раздел 1. Семестр 3</b>					
1.1	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678 /Тема/	3	0			
1.2	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678 /Лек/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.3	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678 /Пр/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.4	Введение. Характеристики ЦСП TMS320C6678 /Ср/	3	12	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.5	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд /Тема/	3	0			
1.6	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд /Лек/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.7	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд /Пр/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.8	Архитектура ЦСП TMS320C6678: вычислительные блоки и регистры. Система команд /Ср/	3	15	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.9	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы /Тема/	3	0			
1.10	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы /Лек/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.11	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы /Пр/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.12	Оптимизация программного обеспечения: оптимизация на уровне алгоритма; архитектуры одного ядра; операционной системы; многоядерной системы /Ср/	3	24	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы

1.13	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе /Тема/	3	0			
1.14	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе /Лек/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.15	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе /Пр/	3	3	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.16	Распараллеливание обработки сигнала в многоядерной системе /Ср/	3	24	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.17	ИКР /Тема/	3	0			
1.18	ИКР /ИКР/	3	0,25	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.19	Экзамены и консультации /Тема/	3	0			
1.20	Экзамены и консультации /Зачёт/	3	8,75	ПК-3-3 ПК-3-У ПК-3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	Контрольные вопросы

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Бугров В. Н., Ивлев Д. Н., Шкелёв Е. И.	Цифровая обработка сигналов с применением цифровых сигнальных процессоров : электронное учебно-методическое пособие	Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012, 84 с.	, <a href="https://e.lanbook.com/book/152909">https://e.lanbook.com/book/152909</a>
Л1.2	Витязев С.В.	Цифровые процессоры обработки сигналов : курс лекций	М.: Горячая линия - Телеком, 2017, 100с.	978-5-9912-0648-8, 1

##### 6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Смит С.	Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников	Москва: ДМК Пресс, 2011, 720 с.	978-5-94120-145-7, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60986">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60986</a>
Л2.2	Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А.	Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов : Учеб.пособие для вузов	СПб.:БХВ-Петербург, 2001, 454с.	5-94157-065-1, 1
Л2.3	Витязев В.В., Витязев С.В.	Цифровые процессоры обработки сигналов TMS320C67x компании TEXAS INSTRUMENTS : учеб. пособие	Рязань, 2008, 139с.	, 1
Л2.4	Сперанский В.С.	Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники : учеб. пособие для вузов	М.: Горячая линия-Телеком, 2008, 168с.	978-5-9912-0035-6, 1

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Серия статей по многоядерным ЦСП
Э2	Документация на сайте производителя
Э3	Электронно-библиотечная система Лань

### 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

#### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Операционная система Windows 7	Лицензионное ПО
Adobe Reader	Свободное ПО
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
MATLAB	Коммерческая лицензия
Simulink	Коммерческая лицензия
Communications Blockset (Transitioned)	Коммерческая лицензия
Communications System Toolbox	Коммерческая лицензия
DSP System Toolbox	Коммерческая лицензия
Filter Design Toolbox (Transitioned)	Коммерческая лицензия
Fixed-Point Designer	Коммерческая лицензия
Signal Processing Toolbox	Коммерческая лицензия
Code Composer Studio	Коммерческая лицензия

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	422 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных работ, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (30 посадочных мест), стенды для проведения лабораторных работ, магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедиа проектор (Epson), 1 экран. ПК: Intel Core i5 8400/8Gb – 1 шт. ПК: Core i5 3470/4Gb – 10 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
---	---

2	423 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (80 мест), 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, доска
---	---

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Основы проектирования систем на сигнальных процессорах»»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Витязев Владимир Викторович, Заведующий кафедрой ТОР	<b>29.09.23</b> 09:43 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Паршин Юрий Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ	<b>29.09.23</b> 14:59 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	<b>29.09.23</b> 15:15 (MSK)	Простая подпись