

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:06:06  
Уникальный программный ключ: ef5a4fe6ed0ffdf3f1a9d6ef114916611b57354f736476c86b1a082b81460

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г. Игнатова  
«25» 2020г.  
М.П.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем»

Направление подготовки - 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) – «Информационные сети и телекоммуникации»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-1** «Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем» **сформулирована на основе профессионального стандарта - 06.018 «Инженер связи (телекоммуникаций)»**

**Обобщенная трудовая функция**ДПланирование и оптимизация развития сети связи

**Трудовая функция**D/02.7Формирование плана развития сети связи

<b>Подкомпетенции, формируемые в дисциплине</b>	<b>Задачи профессиональной деятельности</b>	<b>Индикаторы достижения подкомпетенций</b>
ПК-1.ВСПВ Способен к разработке и анализу вариантов встраиваемых систем реального времени (ВС_РВ) на базе цифровых сигнальных процессоров (ЦСП) для цифровой обработки сигналов (ЦОС) в телекоммуникационных системах (ТКС).	Разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Знание: терминологии и архитектуры встраиваемых систем реального времени на базе ЦСП для ЦОС в ТКС., алгоритмов обработки сигналов в них. Умение: использовать полученные знания при построении встраиваемых систем реального времени для ЦОС. Опыт деятельности: в разработке и отладке основных узлов ВС_РВ на базе ЦСП с использованием предназначенного для этого современного инструментария.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Входными требованиями к дисциплине являются знания алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС), основ программирования, основ цифровой схемотехники, схемотехники телекоммуникационных устройств, принципов цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
			Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	144	-	16	32	60	Экз (36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Введение в теорию построения встраиваемых систем ЦОС реального времени	-	-	4	4	Письменный опрос
2. Программное и аппаратное обеспечение встраиваемых систем реального времени	-	-	28	40	Защита проектно-ориентированного домашнего задания Письменный опрос
3. Примеры реализации алгоритмов ЦОС в цифровых сигнальных процессорах (ЦСП) Blackfin		16	-	16	Защита лабораторных работ

#### 4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1,2	4	Введение в теорию построения встраиваемых систем ЦОС реального времени
2	3,4	4	Архитектура ЦСП. Вычислительные устройства ЦСП.
	5,6	4	Система памяти ЦСП. Прямой доступ в память.
	7,8	4	Организация прерываний в ЦСП.
	9, 10	4	Методы адресации в ЦСП. Устройства генерации адреса. Организация циклических буферов.
	11,12	4	Распределение ресурсов и оптимизация кодов при реализации систем ЦОС на базе ЦСП.
	13,14	4	Методы разработки и отладки встраиваемых систем ЦОС на базе ЦСП.
	15,16	4	Защита проектно-ориентированного домашнего задания.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
3	1	4	Ознакомление с циклом разработки программного обеспечения для сигнального процессора ADSP-BF537 Blackfin. Приобретение начальных навыков работы с аппаратными и программными средствами отладочной платы ADSP-BF537 EZ-KIT LITE в графической среде разработки VisualDSP++.
3	2	4	Изучение работы прерывания, флагов общего назначения и режима пониженного потребления процессора Blackfin-537. Работа с часами реального времени.
3	3	4	Изучение работы синхронного последовательного порта ЦСП ADSP-BF537 с аудиокодаками и режима прямого доступа в память на отладочной плате ADSP-BF537 EZ-KIT LITE.
3	4	4	Реализация КИХ-фильтра на базе отладочного модуля ADSP-BF537 EZ-KIT LITE.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Подготовка к практическим занятиям
	2	Подготовка к письменному опросу по теории
2	2	Подготовка к письменному опросу по теории
	8	Подготовка к практическим занятиям
	30	Выполнение проектно-ориентированного домашнего задания
3	8	Подготовка к лабораторным работам 1-4: изучение методических пособий по лабораторным работам.
	8	Подготовка к защите лабораторных работ 1 -4.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <https://orioks.miet.ru/moodle/course/>):

**Модуль 1.** Введение в теорию построения встраиваемых систем ЦОС реального времени

- материалы для подготовки к практическим занятиям: тексты семинаров, презентации семинаров, материалы курса в Moodle
- материалы и учебная литература по дисциплине для подготовки к письменному опросу

**Модуль 2.** Программное и аппаратное обеспечение встраиваемых систем реального времени

- материалы и учебная литература по дисциплине для подготовки к письменному опросу
- материалы для подготовки к практическим занятиям: тексты семинаров, презентации семинаров, материалы курса в Moodle
- материалы для выполнения проектно-ориентированного домашнего задания

**Модуль 3.** Примеры реализации алгоритмов ЦОС в цифровых сигнальных процессорах (ЦСП) Blackfin

- материалы для подготовки к лабораторным работам №1-4: методические пособия по лабораторным работам курса

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Солонина А.И. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов : Учеб. пособие / А.И. Солонина, Д.А. Улахович, Л.А. Яковлев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2015. - 461 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/939957> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-9775-1449-1.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников : Пер. с англ.. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2011. - 720 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/60986> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-94120-145-7.
3. Плетнева И.Д. Проектирование встроенных систем ЦОС для телекоммуникаций : Учеб. пособие по курсовому проектированию - М. : МИЭТ, 2011. - 132 с.- ISBN 978-5-7256-0627-0.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. ФГУП ВНИИФТРИ: научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений: сайт. – URL: <http://www.vniiftri.ru> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.
2. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 21.12.2020).
3. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
4. AnalogDevices: сайт. – <https://www.analog.com/ru> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.
5. IEEE/ИЕТ ElectronicLibrary (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения 21.12.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка"
6. Международный союз электросвязи: сайт. - URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 21.12.2020)
7. The 3rd Generation Partnership Project (3GPP): сайт. – URL: <https://www.3gpp.org/> (дата обращения: 21.12.2020)

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде ОРИОКС.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС:

Лекции по дисциплине «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем» (ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем») 2020 г.

Методические пособия по лабораторным работам 1-4 (ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем»), 2020 г.

EmbeddedMediaProcessing, Chapters 1, 2, 5, (ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем»)

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», чат в Moodle ОРИОКС.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах видеоконференций, электронных материалов в MOODLe, тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные компоненты сервисов:

1. Blackfin Processors: Manuals // Analog Devices [сайт]. 2020. - URL: <https://www.analog.com/en/products/landing-pages/001/blackfin-manuals.html>(дата обращения: 21.12.2020)

2. Youtube

Мастер-класс "Начало работы с VisualDSP++" (части 1, 2)

<https://www.youtube.com/watch?v=kB1KdBeN-go&t=5s>(дата обращения: 21.12.2020)

<https://www.youtube.com/watch?v=kB1KdBeN-go&t=5s> (дата обращения: 21.12.2020)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс	Компьютеры, Отладочные модули ADSP-BF537 EZ-KITLITE. Контрольно-измерительные приборы (осциллографы, генераторы низких частот ГЗ-121)	Интегрированная среда разработки VisualDSP++, MATLAB.

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ПК-1. ВСРВ «Способен к разработке и анализу вариантов встраиваемых систем реального времени (ВС\_РВ) на базе цифровых сигнальных процессоров (ЦСП) для цифровой обработки сигналов (ЦОС) в телекоммуникационных системах (ТКС)».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем»: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Практические занятия проводятся в мультимедийной аудитории в виде презентаций и обсуждения контрольных вопросов.

По окончании изучения теоретического материала модулей 1 и 2 проводится оценка полученных студентами знаний в виде письменных опросов по теории (ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем» Письменный опрос <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=357#section-4>).

Выполнение лабораторных работ являются обязательными и напрямую влияют на итоговую оценку студента.

Подготовка к лабораторным работам предполагает изучение методических пособий по лабораторным работам в ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем» <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=357#section-3>.

Для этого предусмотрены часы СРС.

Оценка знаний и умений, полученных в результате выполнения лабораторных работ, осуществляется при их защите. Защита лабораторных работ проводится в виде контроля индивидуальных заданий, выполненных студентом самостоятельно после выполнения лабораторного задания, и в виде тестов в ОРИОКС.

В дисциплине предусмотрено выполнение проектно-ориентированного задания, направленного на приобретение опыта деятельности в реализации простейших систем ЦОС для телекоммуникаций на базе ЦСП. Индивидуальное задание для выполнения проектно-ориентированного задания студент может получить в любой момент (см. ОРИОКС, Moodle, дисциплина «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем») <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=357#section-4>, но необходимый объем знаний для выполнения будет сформирован только после 4-го практического занятия и выполнения ЛР №3.

Для защиты проектно-ориентированного задания студент должен:

– представить пояснительную записку, содержащую:



- а) краткое описание используемого устройства внешней периферии;
  - б) схему электрическую интерфейса ЦСП с периферийным устройством согласно заданию;
  - в) временную диаграмму обмена данными между ЦСП и устройством внешней периферии
  - г) обоснование выбора временных параметров обмена данными между заданными устройствами;
- уметь ответить на вопросы преподавателя в рамках задания.

Формирование итоговой оценки производится согласно разделу 11.2.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 70 баллов) и сдача экзамена (максимум 30 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий приведены ниже в таблице (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра после окончания каждого контрольного мероприятия (одна неделя после окончания контрольного мероприятия дается на формирование, проверку, получение и исправление комментариев к выполненной работе).

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры ТКС, к.т.н.



\_\_\_\_\_  
/И.Д. Плетнева/

Рабочая программа дисциплины «Встраиваемые системы реального времени для телекоммуникационных систем» по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», направленности (профилю) «Информационные сети и телекоммуникации» разработана на кафедре ТКС и утверждена на заседании кафедры 25.12 2020 года, протокол № 6

Заведующий кафедрой ТКС  /А.А. Бахтин/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П.Филиппова /