

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 19.09.2025 09:37:09
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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

А.Г. Балашов

«19» сентября 2025г.

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»

Москва 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области разработки инновационных радиоэлектронных средств» **сформулирована на основе профессионального стандарта - 06.048 «Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций»**

Обобщенная трудовая функция G Проведение научно-исследовательских работ по разработке инновационных радиоэлектронных средств различного назначения

Трудовая функция G/03.7 Математическое и компьютерное моделирование составных частей радиоэлектронных средств

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ВСРВ Способен к разработке и анализу вариантов встраиваемых систем реального времени для телекоммуникационных систем.	Разработка математических и физических моделей радиоэлектронных средств; компьютерное моделирование радиоэлектронных средств на схемотехническом и системотехническом уровнях; разработка специальных программных средств моделирования; отладка специальных программных средств моделирования	Знания: терминологии и архитектуры встраиваемых систем реального времени на базе ЦСП для ЦОС в ТКС., алгоритмов обработки сигналов в них. Умения: использовать полученные знания при построении встраиваемых систем реального времени для ЦОС. Опыт деятельности: в разработке и отладке основных узлов ВСРВ 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 ЦОСреального 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)		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)

- 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, 2002. - 454 с.
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: 10.09.2024). - 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.
4. Филимонов, В. А. Теория электрической связи через цифровую обработку сигналов с примерами в MATLAB : учебное пособие / В. А. Филимонов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 780 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902697> (дата обращения: 10.09.2024). - ISBN 978-5-9729-0820-2. - Текст : электронный.
5. Давыдкин, М. Н. Программирование микроконтроллеров : методические указания / М. Н. Давыдкин. - Москва : МИСИС, 2022. - 176 с. - URL: <https://profspo.ru/books/129754> (дата обращения: 09.09.2024). - Текст : электронный.

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: 10.09.2024). - Режим доступа: свободный.
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 10.09.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. AnalogDevices: сайт. – <https://www.analog.com/ru> (дата обращения: 10.09.2024). - Режим доступа: свободный.
4. IEEE/IET ElectronicLibrary (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения 10.09.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка"
5. Международный союз электросвязи: сайт. - URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 10.09.2024)
6. The 3rd Generation Partnership Project (3GPP): сайт. – URL: <https://www.3gpp.org/> (дата обращения: 10.09.2024)

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 архив [сайт]. 2024. - URL: <https://docs.amprnuts.ru/analog.com.datasheet/> (дата обращения: 25.08.2025)

2. Youtube

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

https://www.youtube.com/watch?v=_zCW6DvIKQ0&t=5s(дата обращения: 25.08.2025, режим доступа: из сети Университета)

<https://www.youtube.com/watch?v=kB1KdBeN-go&t=5s> (дата обращения: 25.08.2025, режим доступа: из сети Университета)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы
Компьютерный класс	Компьютеры, Отладочные модули ADSP-BF537 EZ-KITLITE. Контрольно-измерительные приборы (осциллографы,	Интегрированная среда разработки VisualDSP++, MATLAB.

	генераторы низких частот ГЗ-121)	
--	-------------------------------------	--

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 для телекоммуникационных системах»

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 объём 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.



/А.Г. Тимошенко/

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 29.08.2025 года, протокол № 1

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 /