

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 14:33:02

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

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

«28»

12 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование и прототипирование телекоммуникационных систем»

Направление подготовки – 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы
связи»

Направленность (профиль) – «Сети и устройства инфокоммуникаций»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи» **сформулирована на основе профессионального стандарта 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)».**

Обобщенная трудовая функция В Разработка проектной и рабочей документации по оснащению объектов системами связи, телекоммуникационными системами и системами подвижной радиосвязи.

Трудовая функция В/06.6 Проектирование систем станций подвижной радиосвязи

Подкомпетенция формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
ПК-1.ПиПТС Способен к развитию сетей радиодоступа, спутниковых систем связи на основании создаваемых прототипов оборудования	Изучение принципов быстрого прототипирования систем управления и освоение основных программных сред модельноориентированного проектирования, поддерживающих генерацию и отладку программного кода для встраиваемых систем; изучение особенности сопряжения аппаратных и программных средств, функционирующих в режиме реального времени в радиоэлектронных системах	Знания: современных методов математического описания, численного и аналитического исследования моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе; возможностей современных средств прототипирования телекоммуникационных систем. Умения: применять современные программные продукты, теоретические и экспериментальные методы построения математических моделей технических систем, выполнять их верификацию, исследовать и анализировать; использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности Опыт деятельности: в составлении технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств телекоммуникационных систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине – Изучению модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах: Введение в специальность, Электроника, Дискретная математика, Цифровая обработка сигналов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
4	2	3	108	16	32	8	52	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)			
1. Введение в архитектуру SoC	4	8	2	10		Защита лабораторных работ №1-2
						Устный опрос
2. Работа с ARM процессором и памятью SoC	6	8	2	18		Контрольная работа №1
						Защита лабораторных работ №3-4
						Сдача реферата
3. Периферийные интерфейсы SoC	2	-	-	4		Контрольная работа №2

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
4. Методологии создания проектов для SoC	4	16	4	20	Защита лабораторных работ №5-8
					Терминологический диктант
					Защита профессионально-ориентированных заданий

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Знакомство со САПР Xilinx Vivado, ознакомление с аппаратными ресурсами SoC семейства Zynq 7000
	2	2	Проектирование на уровне RTL. Синтез проекта RTL, анализ его ресурсных, временных и прочих характеристик встроенными средствами
2	3	2	AXI шина, прерывания, векторы прерываний, маскирование прерываний, конфигурация процессорной части
	4	2	Работа с памятью, контроллер AXI BRAM, использование BRAM для расширения адресного пространства и возможности запуска приложений из этой памяти. DMA, организация памяти, контроллер AXI CDMA в режимах поллинга и прерывания
	5	2	Аппаратные ограничения (файлы Constraints), конвертация файлов с расширением .ucf. Банки выходов, стандарты выходов, директивы файла .xcf. Утилита I/O Planning. Экспорт пинов в проект RTL. Команды tcl для работы с пинами. Анализ временных характеристик после разводки пинов
3	6	2	Периферийные интерфейсы платы ZedBoard. Стандарты PMOD, FMC, LPC/HPC. Разъемы Ethernet, USB UART, JTAG. Конфигурация загрузки

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
4	7	2	Использование функции Mark Debug. Функция Integrated Logic Analyzer (ILA) core. Среда Vivado. Основные функции. Автосборка соединений в среде Vivado. Обзор автоматически генерируемых отчетов. Методология проектирования UFM, типовые ошибки её применения и способы их контроля
	8	2	Часто встречающиеся проблемы при имплементации, верификации, симуляции и сведения временных характеристик проекта, типовые методологи. Альтернативные маршруты проектирования

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	1	Архитектура SoC Zynq
	2	1	Возможности САПР фирмы Xilinx для прототипирования сенсоров
2	3	1	Маршруты проектирования узлов сенсорных сетей с использованием ПЛИС
	4	1	Процессорная часть SoC Zynq
4	5	1	Работа с шиной данных и периферий
	6	1	Пример проекта сенсорной сети, выполненного по UFM
	7	1	Оптимизация проекта встроенными средствами
	8	1	Перспективные маршруты прототипирования: Vivado HLS, SDSoC

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Реализация цифрового КИХ-фильтра

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
	2	4	Временной анализ проекта КИХ-фильтра
2	3	4	Квадратурный модулятор
	4	4	Компиляция счетчика-сенсора
4	5	4	Сопроцессор матричного умножения
	6	4	Цифровой QAM-демодулятор приемопередатчика узла сенсорной сети
	7	4	Сравнение стратегий синтезатора
	8	4	Оптимизация АРУ при помощи Integrated Logic Analyzer

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к выполнению лабораторных работ №1-2
	4	Подготовка к защите лабораторных работ №1-2
	2	Подготовка к устному опросу
2	5	Подготовка к контрольной работе №1
	5	Подготовка к выполнению лабораторных работ №3-4
	5	Подготовка к защите лабораторных работ №3-4
	3	Выполнение реферата
3	4	Подготовка к контрольной работе №2
4	5	Подготовка к выполнению лабораторных работ №5-8
	5	Подготовка к защите лабораторных работ №5-8
	4	Подготовка к терминологическому диктанту
	6	Выполнение профессионально-ориентированных заданий

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, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1 «Введение в архитектуру SoC»:

- ✓ материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ №1-2: методические пособие по лабораторным работам курса, презентации лекций, материалы практических занятий, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, учебная литература по дисциплине;

Модуль 2 «Работа с ARM процессором и памятью SoC»:

- ✓ материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ №3-4: методические пособие по лабораторным работам курса, презентации лекций, материалы практических занятий, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к контрольной работе №1: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине;
- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, учебная литература по дисциплине;

Модуль 3 «Периферийные интерфейсы SoC»:

- ✓ материалы для подготовки к контрольной работе №2: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине;
- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, учебная литература по дисциплине;

Модуль 4 «Методологии создания проектов для SoC»:

- ✓ материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ №5-8: методические пособие по лабораторным работам курса, презентации лекций, материалы практических занятий, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, учебная литература по дисциплине;
- ✓ материалы для выполнения и защиты профессионально-ориентированных заданий.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника (для бакалавров): Учеб. пособие / В.Г. Гусев. - М.: Кнорус, 2018. - URL: <https://www.book.ru/book/926521> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-406-06106-0.
2. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику / Ю.В. Новиков. - 2-е изд. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2016. - 392 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100676> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 5-94774-600-X
3. Дюжев Н.А. Элементный базис nano- и микросистемной техники [Текст]: учеб. пособие / Н.А. Дюжев, В.Ю. Киреев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2019. - 140 с.

Периодические издания

1. IEEE Spectrum. - New York, 1964 - URL: <https://spectrum.ieee.org/> (дата обращения: 21.12.2020). – Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка".

2. IEEE Embedded Systems Letters. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка". - 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: 21.12.2020)
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. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = 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"
5. Международный союз электросвязи: специализированное учреждение ООН: сайт. – URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.
6. 3GPP: Партнерский проект 3-го поколения: сайт. – URL: <https://www.3gpp.org/> (дата обращения: 21.12.2020)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, сочетающее традиционные формы аудиторных занятий и взаимодействие в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).

Применяются следующие **модели обучения**:

- «Перевернутый класс» - учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с использованием докладов, дискуссий и обсуждений. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием дополнительных материалов курса) - аудиторная работа (обсуждение с представлением презентаций с применением на практическом примере изученного материала) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Лабораторные работы проводятся в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

По тематике практических занятий разработано проектно-ориентированное задание, выполняемой в отведенное для этого время СРС с предоставлением и оценкой отчетов по выполненной работе с обоснованными выводами.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных работ, методических разработок по тематике курса и др.

Дисциплина может быть реализована в дистанционном формате. При дистанционном обучении проводятся *online* лекции и лабораторные занятия в среде Zoom. Вся информация доступна для студентов через среду ОРИОКС.

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	Моноблок Dell Inspiron 3227(Intel Core i3-713U 2.7Ghz/4096Mb/1000Gb/23.8) - 10шт., Проектор Toshiba TDP-EX20 с пультом д/у и элементами крепежа - 1шт., Телевизор LG -1шт., Доска мобильная маркерная - 1шт., Стол слесаря -сборщика радиоаппаратуры АРМ-4325 с блоком инструментальных ящиков, СИОП - 5шт., Стойки СТ-05, НР НИЧ - 2шт., Стол регулировщика радиоаппаратуры АРМ-4225 - 3шт.	ОС Windows10 Pro (Корпорация Майкрософт 2019) ОС Ubuntu Matlab (п.61 Реестра ПО*) Xilinx ISE 14.7(п.53 Реестра ПО*) Anaconda 3 Python 3 Octave 4.4.1 cisco packet tracer LibreOffice sumatra pdf GNS3 Oracle VM VirtualBox 5.2.6
Учебная аудитория	Моноблок Dell Inspiron 3227(Intel Core i3-713U 2.7Ghz/4096Mb/1000Gb/23.8) - 10шт., Проектор Toshiba TDP-EX20 с пультом д/у и элементами крепежа - 1шт., Телевизор LG -1шт., Доска мобильная маркерная - 1шт., Стол слесаря -сборщика	ОС Windows10 Pro (Корпорация Майкрософт 2019) ОС Ubuntu Matlab (п.61 Реестра ПО*) Xilinx ISE 14.7(п.53 Реестра ПО*) Anaconda 3 Python 3

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	радиоаппаратуры АРМ-4325 с блоком инструментальных ящиков, СИОП - 5шт., Стойки СТ-05, НР НИЧ - 2шт., Стол регулировщика радиоаппаратуры АРМ-4225 - 3шт.	Octave 4.4.1 cisco packet tracer LibreOffice sumatra pdf GNS3 Oracle VM VirtualBox 5.2.6
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Моноблок Dell Inspiron 3227(Intel Core i3-713U 2.7Ghz/4096Mb/1000Gb/23.8) - 10шт., Проектор Toshiba TDP-EX20 с пультом д/у и элементами крепежа - 1шт., Телевизор LG -1шт., Доска мобильная маркерная - 1шт., Стол слесаря -сборщика радиоаппаратуры АРМ-4325 с блоком инструментальных ящиков, СИОП - 5шт., Стойки СТ-05, НР НИЧ - 2шт., Стол регулировщика радиоаппаратуры АРМ-4225 - 3шт.	OC Windows10 Pro (Корпорация Майкрософт 2019) OC Ubuntu Matlab (п.61 Реестра ПО*) Xilinx ISE 14.7(п.53 Реестра ПО*) Anaconda 3 Python 3 Octave 4.4.1 cisco packet tracer LibreOffice sumatra pdf GNS3 Oracle VM VirtualBox 5.2.6

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ПиПТС** «Способен к развитию сетей радиодоступа, спутниковых систем связи на основании создаваемых прототипов оборудования»

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина «Проектирование и прототипирование телекоммуникационных систем» посвящена изучению теоретических основ работы с системами-на-кристалле, совмещающими в одном корпусе процессорную часть и программируемую логику.

Целью дисциплины является изучение архитектуры система-на-кристалле на примере отладочной платы Xilinx Zynq, методов проектирования гибридных проектов и проектов только с использованием процессорной части либо программируемой логики, методологий создания и отладки проектов, использования различных цифровых интерфейсов для связи таких систем на кристалле и перспектив развития таких систем.

Задачи дисциплины заключаются в выработке подхода к реализации различных алгоритмов с использованием возможностей современных систем на кристалле и САПР для их программирования и отладки.

Организация изучения дисциплины включает:

1. Посещение аудиторных занятий и консультаций преподавателя;
2. Работу по лекционному материалу с подготовкой к устным опросам, дискуссиям;
3. Выполнение в полном объеме лабораторных работы и защиты результатов;
4. Самостоятельную работу.

Подготовка к лабораторной работе включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач поставленных в лабораторной работе; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы.

Подготовка конспекта способствует грамотному изложению теории и практических вопросов в письменной форме в виде конспекта. Конспект — письменный текст, систематически, кратко, логично и связно передающий содержание основного источника информации (статьи, книги, лекции и др.).

Защита лабораторных работ направлена на систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся.

Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых ответов или решенных задач.

Для подготовки к терминологическому диктанту студент осуществляет сбор и систематизацию понятий или терминов, объединенных общей специфической тематикой, по одному либо нескольким источникам.

Профессионально ориентированное задание требует от студента умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятие решений в условиях недостаточной информации. Задание формулируется на основе практических проблемных ситуаций — кейсов, связанных с конкретными профессиональными действиями.

11.2. Система контроля и оценивания

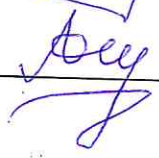
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: посещаемость и активность на лекциях и практических занятиях, выполнение контрольных мероприятий в течение семестра, прохождение

рубежного контроля и сдача зачета. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий приведены в таблице (см. журнал успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры ТКС, к.т.н.  /А.С. Волков/

Преподаватель кафедры ТКС  /А.В. Солодков/

Рабочая программа дисциплины «Проектирование и прототипирование телекоммуникационных систем» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», направленности (профилю) «Сети и устройства инфокоммуникаций» разработана на кафедре ТКС и утверждена на заседании УС 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 /