



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ НА КРИСТАЛЛАХ

Направление подготовки (специальность)
11.04.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы
Промышленная электроника и автоматика электротехнических комплексов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

10.02.2021 г. протокол № 6


Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук

 Д.Ю. Усатый

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг, канд. техн. наук

 Е.С. Суспицын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является рассмотрение современного состояния разработки изделий «системы на кристалле». Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов-магистрантов представлений о современном этапе и перспективе развития класса изделий «Устройства электронной техники на кристаллах».

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Устройства электронной техники на кристаллах входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Методы и средства диагностирования электронных систем

Сигнальные процессоры

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Специализированные микроконтроллеры

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная-преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Устройства электронной техники на кристаллах» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-6	Способен проводить аппаратное макетирования и экспериментальные работы по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании электронной аппаратуры
ПК-6.1	Проводит экспериментальные исследования электронных устройств и систем по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании электронной аппаратуры
ПК-6.2	Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единиц 36 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 17,95 академических часов;
- аудиторная – 17 академических часов;
- внеаудиторная – 0,95 академических часов;
- самостоятельная работа – 18,05 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Устройства электронной техники на кристаллах								
1.1 Системы на кристалле в современной электронике.	2	4			1,5	Изучение учебной литературы, справочной литературы, специальной литературы, программного обеспечения. Подготовка к зачету.	Выполнение проекта, опрос, подготовка к зачету. Выполнение зачетной работы (проекта).	ПК-6.1, ПК-6.2
1.2 Существующие конструкции изделий «системы на кристалле», конструктивная реализация микросхем. Основные типы изделий, разрабатываемых по технологии «системы на кристалле». Этапы проектирования.		2			3,5	Изучение учебной литературы, справочной литературы, специальной литературы, программного обеспечения. Подготовка к зачету.	Выполнение проекта, опрос, подготовка к зачету. Выполнение зачетной работы (проекта).	ПК-6.1, ПК-6.2
1.3 Искажения сигналов и шумы в современных ИС. Тепловые процессы в интегральных микросхемах		2			3,6	Изучение учебной литературы, справочной литературы, специальной литературы, программного обеспечения. Подготовка к зачету.	Выполнение проекта, опрос, подготовка к зачету. Выполнение зачетной работы (проекта).	ПК-6.1, ПК-6.2

1.4	Обеспечение надежности систем на кристалле	2			3,6	Изучение учебной литературы, справочной литературы, специальной литературы, специального программного обеспечения. Подготовка к зачету.	Выполнение проекта, опрос, подготовка к зачету. Выполнение зачетной работы (проекта).	ПК-6.1, ПК-6.2
1.5	Особенности проектирования аналоговых сложнфункциональных блоков.	2			3,6	Изучение учебной литературы, справочной литературы, специальной литературы, специального программного обеспечения. Подготовка к зачету.	Выполнение проекта, опрос, подготовка к зачету. Выполнение зачетной работы (проекта).	ПК-6.1, ПК-6.2
1.6	Синхронизация и связность сигналов в системах на кристалле.	5			2,25	Изучение учебной литературы, справочной литературы, специальной литературы, специального программного обеспечения. Подготовка к зачету.	Выполнение проекта, опрос, подготовка к зачету. Выполнение зачетной работы (проекта).	ПК-6.1, ПК-6.2
Итого по разделу		17			18,05			
Итого за семестр		17			18,05		зачёт	
Итого по дисциплине		17			18,05		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Для формирования знаний по дисциплине предусмотрены: обзорные лекции – для систематизации и закрепления знаний по дисциплине, информационные – для ознакомления со стандартами и справочной информацией, лекции визуализации – для наглядного представления способов решения задач, проблемная - для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112073> (дата обращения: 18.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Масюков, И.И. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ УСТРОЙСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОГРАММ В СИСТЕМАХ НА КРИСТАЛЛЕ / И.И. Масюков // Бюллетень науки и практики. — 2016. — № 5. — С. 40-44. — ISSN 2414-2948. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/298053> (дата обращения: 18.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-4243-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133898> (дата обращения: 29.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Строгонов, А. В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем : учебное пособие / А. В. Строгонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1981-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104960> (дата обращения: 29.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Савин А.А. Ворошилин Е.П. Проектирование цифровых сигнальных процессоров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Савин А.А. ,Ворошилин Е.П. - ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники) , 2012 .- 23 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=10913 .- Загл. с экрана.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Altium Designer Academic Edition	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
NI Developer Suite	К-118-08 от 20.10.2008	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Компьютерные классы университета Персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением.

Для чтения лекций: помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций. Мультимедийное оборудование (ауд. 460, 365).

Специализированный компьютерный класс (лаборатория 343) 5 комплектов отладочных плат Triscend TE512S32 с блоками питания + 5 В 0,5 А, 5 компьютеров с ОЗУ не менее 512 МБ, любой НЧ генератор, двухканальный осциллограф с разверткой не менее 0,2 мкс, измеритель частотных характеристик. Программное обеспечение Triscend FastChip, программы для расчета коэффициентов фильтров КИХ и БИХ.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Стеллажи для хранения учебного оборудования.

Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает:

Изучение лекционного и дополнительного материала по темам занятий

Подготовка к зачету – (не входит в часы самостоятельной работы).

Проектная работа (самостоятельно):

Выполнение проекта системы на кристалле: 1. Проектирование на программном уровне; 2. Проектирование на аппаратном уровне; 3. Загрузка системы. 4. Подготовка проектной документации и изучение теоретического материала, работа с литературой и аналогами.

Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных работ.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, лабораторных работ, работа с методической литературой, подготовка к зачету.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение заданий (лабораторных работ), подготовку к зачету; изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление работ; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками разработчиков программного обеспечения по дисциплине.

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: *текущий* контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой дисциплины, *промежуточный* контроль в виде зачета.

Содержание самостоятельной работы для выполнения проектов по дисциплине:

1. Развитие и современное состояние проблем цифровой обработки сигналов.. Использование средств цифровой обработки в системах сбора и обработке данных. Архитектура систем на кристалле семейства TE5xx.

2. Особенности архитектуры систем на кристалле. Использование "Гарвардской архитектуры", (отличие от Фон-Неймановской архитектуры), высокопроизводительное ядро, реконфигурируемая логическая матрица CSL, конфигурируемая системная шина CSI, блок программируемых портов PIO, контроллер DMA, JTAG-интерфейс, аппаратные и программные средства поддержки разработки.

3. Базовая архитектура семейства систем на кристалле TE5xx.. Назначение вычислительных, управляющих и интерфейсных узлов; назначение шин; особенности взаимодействия; таблица характеристик различных моделей.

4. Архитектура микропроцессорного ядра TE5xx. Блок арифметико-логического устройства, указатели данных, сверхоперативное ОЗУ, таймер/счетчики, последовательные порты, организация памяти, регистры специального назначения, набор команд, режимы работы, система прерываний, особенности выполнения операций, косвенная адресация; циклическая адресация; команды передачи данных.

5. Реконфигурируемая матрица CSL. Ресурсы банков матрицы; логические, арифметические функции матрицы, функции памяти,

6.Программируемые порты ввода-вывода. Проектирование порта ввода-вывода, элементы памяти, вход и выход портов ввода-вывода, режимы энергопотребления, исходные состояния после конфигурации, поддержка JTAG-интерфейса, другие функциональные возможности.

7. Последовательные порты. Структурная схема последовательного порта. Конфигурация последовательного порта. Прием и передача данных. Кадровая синхронизация. Командирование и формат данных. Автобуферизация. Многоканальные операции. Синхронизация.

8.Технология системного проектирования с использованием систем на кристалле. Системное проектирование; концептуальное проектирование; проектирование сверху вниз; разбиение системы на части (hard ware и soft ware).

9. Пример проектирования системы на кристалле. Проектирование на программном уровне; проектирование на аппаратном уровне; загрузка системы.

Зачетная работа:

1. Создание и разработка IP- модуля в среде OrCAD с последующим экспортом в среду FastChip.

2. Создание аппаратной конфигурации и сборка проекта. Генерирование адресных назначений и заголовочных файлов для создания приложения. Назначение выводам CSoC функций входов-выходов. Конфигурирование MPU.

3. Разработка прикладного программного обеспечения. Среда проектирования и разработки Keil. Создание проекта. Определение платформы реализации программного проекта (выбор платформы Triscend TE5). Компиляция и сборка программного проекта. Генерация HEX файла.

4. Отладка программного обеспечения. Понятие «Отладка в системе». JTAG-интерфейс. Ресурсы и возможности FastChip Device Link Utility.

Проекты для самостоятельной работы:

Целью проекта является закрепление знаний и умений, полученных в ходе выполнения задачи проектирования на занятиях, а также применение навыков, полученных в ходе обучения профессиональной деятельности. Демонстрация возможности вести самостоятельную проектно-конструкторскую деятельность в области проектирования и конструирования электронных устройств на кристаллах.

Перечень тем для проекта:

1. Цифровые фильтры. КИХ-фильтры. БИХ-фильтры. (часть 1).
2. Регуляторы ПИД, ПИ, П их передаточные функции. Z преобразования. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено.
3. Пропорциональное звено. (часть 1).
4. FFT быстрые преобразования Фурье. (часть 1).
5. Контроллер клавиатуры. (часть 1).
6. Контроллер ЖК дисплея. (часть 1).
7. ШИМ регуляторы. (часть 1).
8. Милли. (часть 1).
9. Автоматы Мура. (часть 1).

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-6: Способен проводить аппаратное макетирование и экспериментальные работы по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании электронной аппаратуры		
ПК-6.1:	Проводит экспериментальные исследования электронных устройств и систем по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании электронной аппаратуры	Темы для изучения для подготовки к зачету: 1. Задачи обработки сигналов и типичные вычислительные операции, применяемые для их решения. 2. Требования к архитектуре сигнальных процессоров. 3. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Структура и основные блоки. 4. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Блоки обработки данных. 5. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Память и адресное пространство. 6. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Блок управления. 7. Сигнальные

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-6.2:	Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<p>процессоры семейства ADSP21xx. Генераторы адресов. 8. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Системный интерфейс. 9. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Каналы ввода/вывода. 10. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Программная модель. 11. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Система команд. 12. Сигнальные процессоры семейства ADSP21xx. Организация системы прерываний. 13. Алгоритмизация задач цифровой обработки сигналов. Фильтрация сигналов. 14. Алгоритмизация задач цифровой обработки сигналов. Генерация сигналов. 15. Алгоритмизация задач цифровой обработки сигналов. Сжатие данных. 16. Алгоритмизация задач цифровой обработки сигналов. БПФ. 17. Особенности сигнальных процессоров Motorola. 18. Особенности сигнальных процессоров Texas Instruments. 19. Компоненты для сигнальных процессоров - АЦП и ЦАП.</p> <p>Зачетная работа:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание и разработка IP- модуля в среде OrCAD с последующим экспортом в среду FastChip. 2. Создание аппаратной конфигурации и сборка проекта. Генерирование адресных назначений и заголовочных файлов для создания приложения. Назначение выводам CSoC функций входов-выходов. Конфигурирование MIU. 3. Разработка прикладного программного обеспечения. Среда проектирования и разработки

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Keil. Создание проекта. Определение платформы реализации программного проекта (выбор платформы Triscend TE5). Компиляция и сборка программного проекта. Генерация HEX файла. 4. Отладка программного обеспечения. Понятие «Отладка в системе». JTAG-интерфейс. Ресурсы и возможности FastChip Device Link Utility.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания (зачетная работа, проект для самостоятельной работы), выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета в конце каждого семестра.

Методические указания для подготовки к зачету: для подготовки к зачету студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и сдать все работы.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– «**не зачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

