



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники



УТВЕРЖДАЮ

Декан ~~_____~~ Буднев Н.М.

«17» апреля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.02.01 Цифровые сигнальные процессоры

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки Радиофизика: радиоэлектронные устройства, обработка сигналов и автоматизация

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель ~~_____~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики
и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «08» апреля 2024 г.

И.О. зав. кафедрой
Колесник С.Н.

Иркутск 2024 г.

Содержание

I.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
II.	МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.....	3
III.	ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
IV.	СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	4
	4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
	4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине	5
	4.3. Содержание учебного материала	6
	4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
	4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	7
	4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	7
	4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)	8
V.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
VI.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
	6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	8
	6.2. Программное обеспечение:	8
	6.3. Технические и электронные средства:.....	9
VII.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	9
VIII.	ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	9

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели: формирование у студентов представления о структуре, принципах функционирования цифровых сигнальных процессоров (ЦСП).

Задачи: получение практических навыков работы с ЦСП при решении различных радиотехнических и радиофизических задач.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) Цифровые сигнальные процессоры относится к обязательной части программы.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами Методы обработки сигналов.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Преддипломная практика.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-3 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.03 Радиофизика

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-3 Способен применять методы аналоговой и цифровой обработки сигналов	ИДК _{ПК3.2} Применяет методы цифровой обработки в сфере своей профессиональной деятельности.	Знать: архитектуру и возможности сигнальных процессоров по реализации методов цифровой обработки сигналов. Уметь: использовать современное специализированное программное обеспечение для отладки программного кода. Владеть: навыками программирования алгоритмов цифровой обработки сигналов.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов,
 Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа (в том числе, внеаудиторная СР, КСР)	
					Лекция	лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение. Т1. Основы архитектуры ЦСП	8	5		2			3	
2	Тема 2. Архитектура ЦСП семейства TMS320F28335. Code Composer Studio.	8	13,1		4		0,1	9	Защита ЛР
3	Тема 3. Вычислительные блоки TMS320F28335.	8	27,3		2	16	0,3	9	Защита ЛР
4	Тема 4. Блоки управления программой и передачи данных.	8	27,3		2	16	0,3	9	Защита ЛР
5	Тема 5. Блоки прямого доступа в память и внешний интерфейс.	8	27,3		2	16	0,3	9	Защита ЛР

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоёмкость (час.)		
1	Введение. Т1. Основы архитектуры ЦСП	Работа с учебником, справочной литературой, конспектом	1 нед.	3	Защита ЛР	Конспект, рекомендуемая литература
2	Тема 2. Архитектура ЦСП семейства TMS320F28335. Code Composer Studio.		2-3 нед.	9		
3	Тема 3. Вычислительные блоки TMS320F28335.		4-5 нед.	9		
4	Тема 4. Блоки управления программой и передачи данных.		6-9 нед.	9		
5	Тема 5. Блоки прямого доступа в память и внешний интерфейс.		10-12 нед.	9		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) 49				39		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				0		

4.3. Содержание учебного материала

Введение. Структурная схема цифровой системы передачи информации.

Отличительные особенности построения цифровых систем передачи информации по сравнению с аналоговыми системами. Состав структурной схемы цифровой системы передачи данных, особенности функционирования и назначение элементов системы.

Тема 1. Основы архитектуры ЦСП

Общая архитектура микропроцессоров. Основные блоки и шины. Их назначение и взаимосвязи. Архитектура фон Неймана и Гарвардская. Специфические особенности ЦСП.

Тема 2. Архитектура ЦСП семейства TMS320F28335. Code Composer Studio.

Типовая блок-схема ЦСП фирмы Analog Devices. Номенклатура ЦСП. Проблемы выбора ЦСП, наиболее подходящих для решения поставленных задач. Выбор между Си и ассемблером при программировании.

Тема 3. Вычислительные блоки TMS320F28335.

АЛУ. Работа и примеры элементарных программ. Блок MAC. Работа и примеры элементарных программ. Блок сдвигателя. Работа и примеры элементарных программ.

Тема 4. Блоки управления программой и передачи данных.

Адресные генераторы DAG. Блок-схема, особенности работы, примеры ассемблерных команд. Программный секвенсор. Блок-схема, особенности вычисления адреса следующей инструкции. Работа с прерываниями, организация циклов.

Тема 5. Блоки прямого доступа в память и внешний интерфейс.

Блок VDMA. Распределение памяти, особенности начальной загрузки. Блок IDMA. Временные диаграммы работы с хост-процессором, особенности начальной загрузки.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Т3	ЛР1. Программирование портов ввода вывода	16		Защита ЛР	ПК3 ИДК _{ПК3.2}
2	Т4	ЛР2. Программирование внешних и внутренних прерываний	16		Защита ЛР	
3	Т3	ЛР3. Программирование АЦП и обработка данных	16		Защита ЛР	

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Введение. Т1. Основы архитектуры ЦСП	Осмысление материала лекций.	ПК3	ИДК _{ОПК3.2}
2	Т2. Архитектура ЦСП семейства TMS320F28335. Code Composer Studio.	Осмысление материала лекций		
3	Т3. Вычислительные блоки TMS320F28335.	Осмысление материала лекций. Подготовка к защите Лр1.		
4	Т4. Блоки управления программой и передачи данных.	Осмысление материала лекций. Подготовка к защите Лр2.		
5	Т5. Блоки прямого доступа в память и внешний интерфейс.	Осмысление материала лекций. Подготовка к защите Лр3.		

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи, готовится к защите лабораторных работ.

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы по темам дисциплины:

Т1. Общая архитектура микропроцессоров. Основные блоки и шины. Их назначение и взаимосвязи. Архитектура фон Неймана и Гарвардская. Специфические особенности ЦСП . Проработка лекционного материала.

Т2. Типовая блок-схема ЦСП фирмы Analog Devices. Номенклатура ЦСП. Проблемы выбора ЦСП, наиболее подходящих для решения поставленных задач. Выбор между Си и ассемблером при программировании. Синтаксис ассемблерных команд. Организация переменных и массивов. Особенности работы с кольцевыми буферами. Работа в среде программирования ЦСП Code Composer. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т3. АЛУ. Работа и примеры элементарных программ. Блок МАС. Работа и примеры элементарных программ. Блок сдвигателя. Работа и примеры элементарных программ. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т4. Адресные генераторы DAG. Блок-схема, особенности работы, примеры ассемблерных команд. Программный секвенсор. Блок-схема, особенности вычисления адреса следующей инструкции. Работа с прерываниями, организация циклов. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т5. Блок ВDMA. Распределение памяти, особенности начальной загрузки. Блок IDMA. Временные диаграммы работы с хост-процессором, особенности начальной загрузки.. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

не предусмотрено

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины (модуля).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

а) перечень литературы

1. Бугров, В. Н. Цифровая обработка сигналов с применением цифровых сигнальных процессоров : учебно-методическое пособие / В. Н. Бугров, Д. Н. Ивлев, Е. И. Шкелёв. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152909>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. Свободный доступ.

2. Шаврин, С. С. Техника микропроцессорных систем в инфокоммуникационных приложениях. Реализация цифровых фильтров на базе сигнальных процессоров : учебное пособие / С. С. Шаврин, Т. Н. Зуйкова, О. Ю. Мусатова. — Москва : МТУСИ, 2021. — 70 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215336>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. Свободный доступ.

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок:

Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ИГУ http://library.isu.ru/ru/resources/edu_resources/index.html
2. БД книг и продолжающихся изданий http://ellibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT
3. Электронный читальный зал «БиблиоТех» <https://isu.bibliotech.ru/>
4. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» <http://rucont.ru>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория 323А (325) – лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, в том числе, для проведения лабораторных работ по дисциплине «Цифровые сигнальные процессоры», отладочные модули ТЕ-TMS320F28335.

6.2. Программное обеспечение:

1. Windows 7 Professional. Номер Лицензии Microsoft 60642086. Бессрочно.

2. ABBY PDF Transformer 3.0 Пакет из 10 неименных лицензий Per Seat (10лиц.) EDU. Код позиции: АТ30-1S1P10-102 Котировка № 03-165-11 от 23.11.2011. Бессрочно.
3. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.
4. Code Composer Studio. Свободное ПО.

6.3. Технические и электронные средства:

Мультимедийный проектор, экран (по необходимости), меловая или маркерная доска.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Лабораторные работы проводятся с использованием ПЭВМ, специализированных лабораторных стендов с последующей защитой.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Текущий контроль реализуется при защите лабораторных работ ЛР1-ЛР3. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенции ПК-3.

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

За посещение одного вида занятия дается 0,5 балла (30 занятия (Л+ ЛР)*0,5 балла = 15 баллов), лабораторные работы (ЛР) – 78 баллов (3*ЛР*26 баллов=78 баллов). 7 баллов преподаватель может добавить за досрочную защиту лабораторных работ.

Параметры оценочного средства для защиты лабораторных работ ЛР1-ЛР3

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично 18-26 баллов	Хорошо 9-17 балла	Удовлетв. 1-8 балла.	Неудовл. 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно оформлен отчет, сделаны выводы. При защите показано всестороннее и глубокое знание материала.	В целом отчет оформлен корректно, сделаны выводы, но имеются незначительные недостатки. При защите студент показывает понимает	Отчет оформлен полностью. Имеются замечания по оформлению, выводы сделаны не полностью. При защите - суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры	Отчет не оформлен. Отчет оформлен со значительными замечаниями, выводы не полные, при защите студент с трудом формулирует свои мысли, не

		материала, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы.	не приводятся, ответы на дополнительные вопросы не уверенные.	приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы.
--	--	--	---	---

Типовые вопросы для защиты лабораторных работ

ЛР1. Методы уплотнения каналов:

1. Каково влияние архитектуры на скорость выполнения операций микропроцессора?
2. В чем состоят основные отличия архитектуры фон Неймана от гарвардской?
3. В чем состоят основные отличия супергарвардской архитектуры от гарвардской?
4. Объясните смысл работы кольцевого буфера.
5. Назовите вычислительные блоки процессоров семейства TMS320F28335.
6. Какова разрядность памяти инструкций и памяти данных процессоров семейства TMS320F28335?
7. Назовите периферийные устройства, общие для всех процессоров семейства TMS320F28335.
8. Какие форматы чисел используются в процессорах семейства TMS320F28335?
9. Каким способом получается отрицательное число из положительного в дополнительном коде?
10. Какие операции выполняет АЛУ?
11. В чем смысл режима работы АЛУ с насыщением?
12. Какие операции выполняет МАС?
13. Как осуществляется округление в МАС?
14. Какие основные операции выполняет сдвигатель?
15. Поясните смысл нормализованного представления числа.
16. Как работает детектор экспоненты?
17. Что такое нормализация и денормализация?

ЛР2. Аналого-цифровое преобразование

1. В чем отличия программного секвенсора от обычного счетчика команд?
2. Из каких источников секвенсор выбирает адрес следующей инструкции?
3. Сколько отдельных стеков имеется в программном секвенсоре?
4. Назначение и работа счетчика циклов.
5. Как в секвенсоре обеспечивается выполнение циклов DO UNTIL?
6. Назовите основные инструкции управления программой, выполняемые в программном секвенсоре.
7. Какой из вариантов инструкции IDLE останавливает процессор, а какой – нет?

ЛР3. Исследование спектрального состава речи. Вокодеры

1. Какие блоки процессора TMS320F28335 управляют передачей данных?
2. Каково назначение индексных и модифицирующих регистров в адресных генераторах?
3. Каким образом осуществляется включение кольцевого буферирования?
4. Как рассчитывается очередной адрес в кольцевом буфере? Для чего предназначена адресация с реверсированием битов?

5. Для чего предназначен регистр PX блока обмена шин PMD и DMD?
6. Как в ЦСП TMS320F28335 решается проблема начальной загрузки?
7. В чем недостатки работы с внешней памятью по сравнению с работой с внутренней?
8. Каково назначение циклов ожидания?
9. Через какой порт можно подключить 8-разрядную память к ЦСП TMS320F28335?
10. Как включить загрузку ЦСП TMS320F28335 с BDMA и с IDMA?

Форма промежуточного контроля – зачет с оценкой. Зачет с оценкой выставляется по итогам изучения дисциплины в течение семестра при условии положительных результатов защиты всех лабораторных работ, предусмотренных программой.

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенций ПК-3 и проводится в форме зачета с оценкой. Для реализации промежуточного контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

Зачет выставляется по сумме баллов, полученных при изучении дисциплины.

Усвоение бакалавром изучаемой дисциплины максимально оценивается 100 баллами. Из них 90 баллов обучающийся может набрать в течение семестра и от 0 до 7 баллов могут быть даны в качестве «премиальных» баллов за активные формы работы, высокое качество выполненных лабораторных и т.д.

Параметры оценочного средства для аттестации в форме зачета.

Итоговый семестровый рейтинг	Академическая оценка
60-70 баллов	«удовлетворительно»
71-85 баллов	«хорошо»
86-100 баллов	«отлично»

Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Защита лабораторных работ	T3-T5	ПК-3. ИДКОпк3.2

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ПК-3:

1. В чём состоит особенность гарвардской архитектуры микропроцессоров?
 - А. хранилище инструкций и хранилище данных представляют собой разные физические устройства.
 - Б. канал инструкций и канал данных также физически разделены.
 - В. инструкции и данные подаются в вычислительное ядро по одной шине.
2. Какие особенности конструкции имеет сигнальные процессоры.
 - А. Наличие нескольких конвейеров вычислений (суперскалярная архитектура), аппаратная реализация основных функций (умножители, сдвигатели и т.д.) для выполнения операций за один такт вычислений.
 - Б. Конструкция, позволяющая уменьшить потребление энергии.
 - В. Значение тактовой частоты значительно выше чем у обычных процессоров.
3. Перечислите основные операции умножителя-сумматора.
 - А. Предназначен для сохранения результатов операций
 - Б. Выполняет операцию умножения данных шириной в слово. Результат имеет ширину двойного слова и сохраняется либо в регистре двойной ширины, либо в двух обычных регистрах (или в двух ячейках памяти).

В. Выполняет операцию умножения с накоплением, которая широко используется во многих алгоритмах цифровой обработки сигналов.

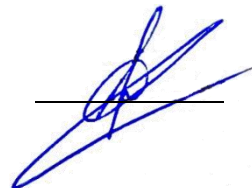
4. Перечислите основные операции сдвигателя.

А. Арифметические, логические и циклические сдвиги в ходе исполнения соответствующих команд.

Б. Выполняют операцию сдвига данных, так и регистр, в котором хранится результат сдвига

В. Выполняет операцию умножения с накоплением, которая широко используется во многих алгоритмах цифровой обработки сигналов.

Разработчик: _____

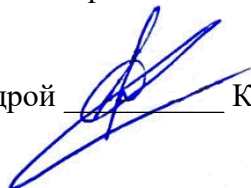


Колесник С.Н., доцент, к.ф.-м.н.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.03. Радиофизика и профилю подготовки Радиофизика: радиоэлектронные устройства, обработка сигналов и автоматизация.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «08» апреля 2024 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой _____



Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.