

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЦИФРОВЫЕ ПРОЦЕССОРЫ СИГНАЛОВ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.07.07.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 35,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов С.И.
	Идентификатор	Re1eef284-GerasimovSI-0dec9397

С.И. Герасимов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

Н.А. Серов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df

А.А.  
Самокрутов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ и принципов построения цифровых процессоров сигналов (ЦПС, DSP) фирмы Texas Instruments, состава и технических характеристик серии специализированных микроконтроллеров с функциями цифровой обработки сигналов (DSP-микроконтроллеры) фирмы Texas Instruments, программирования ЦПС на Ассемблере и Си, методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов.

### Задачи дисциплины

- изучение архитектуры цифровых процессоров сигналов;
- изучение особенностей применения цифровых процессоров сигналов в информационно-измерительной технике;
- освоение принципов построения программного обеспечения ЦПС;
- изучение особенностей режима работы ЦПС в реальном масштабе времени;
- изучение принципов функционирования и построения программной среды для разработки программного обеспечения ЦПС;
- получение навыков составления программ на языках Си и Ассемблер (на примере цифровых сигнальных процессоров Texas Instruments TMS320C671x/C621x).

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	знать: - методы и средства цифровой обработки сигналов.  уметь: - использовать пути поиска и принятия решений по разработке и программной реализации оптимальных алгоритмов применительно к цифровым процессорам сигналов.
ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов построения вычислительных машин, систем и сетей, методов оценки их функционирования	знать: - общие сведения о микропроцессорных системах.  уметь: - выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования программных средств для цифровых процессоров сигналов и поиску в них ошибок.
ПК-3 Способен принимать участие в концептуальном, функциональном и логическом проектировании инфокоммуникационных систем и устройств малого, среднего и	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание принципов построения ЭВМ, микропроцессорных систем и вычислительных систем различного назначения	знать: - архитектуру и внутреннее устройство цифровых процессоров сигналов.  уметь: - использовать современные методы и средства проектирования, применять полученные навыки составления программного обеспечения для

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
крупного масштаба и сложности, разрабатывать требования и проектировать программное и аппаратное обеспечение		цифровых процессоров сигналов.
ПК-3 Способен принимать участие в концептуальном, функциональном и логическом проектировании инфокоммуникационных систем и устройств малого, среднего и крупного масштаба и сложности, разрабатывать требования и проектировать программное и аппаратное обеспечение	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Осуществляет выбор и конфигурирование аппаратной платформы для вычислительных систем различного назначения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы программирования цифровых процессоров сигналов на языке Ассемблер.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кодировать программы для цифровых процессоров сигналов на языках Ассемблер и Си.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительно-измерительные системы (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы устройства и представления микропроцессорных систем общего назначения, встраиваемых решений на базе микроконтроллеров и вычислительных машин
- знать синтаксис и базовый принцип написания программ на языке высокого уровня C/C++
- знать основные методы численных вычислений и математического анализа
- уметь объяснять основные принципы действия элементов интегральных схем и принципы работы аналоговых и цифровых схем и устройств
- уметь составлять программное обеспечение для ПЭВМ на языке высокого уровня C/C++
- уметь проводить имитационное моделирование функционально заданной системы

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение. Общие сведения о ЦПС. Архитектуры процессоров. Базовая теория цифровой обработки сигналов. Программирование на Си.	12.5	8	2.0	3	1.5	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса, подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1, подготовка к контрольной работе.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 1-750            [2], стр. 1-310            [3], стр. 1-850            [4], п.1, п.2            [5], стр. 14-15            [6], стр. 7-13            [9], № 7, стр. 78-79</p>
1.1	Процессоры цифровой обработки сигналов. Основные понятия и термины. Области применения. Краткая теория ЦОС.	4.5		1	1	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Базовые элементы программирования для ЦПС Сбх.	4.0		0.5	1	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Обзор ЦПС. Архитектура и конвейер. Особенности реализации.	4.0		0.5	1	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
2	ЦПС фирмы Texas Instruments. Семейства и направления. Структура и отличительные	17.8		3.5	3.0	2.0	-	-	-	-	-	9.3	-	

	особенности. Составление программ на Асм.												контрольной работе. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
2.1	Обзор ЦПС С1х и С2х.	2.8	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	1.3	-	[4], п.3, п.8-10 [5], стр. 18-19
2.2	Обзор ЦПС серии С6х.	4.0	1	0.5	0.5	-	-	-	-	-	2	-	[6], стр. 64-73, 13-27 [7], стр. 4-5, 11-17, 24-31
2.3	Программирование на Асм для ЦПС С6х.	11	2	2	1	-	-	-	-	-	6	-	[8], № 5, стр. 114-119 [9], № 7, стр. 80-86 [10], № 9, стр. 104-108
3	Хронология развития ЦПС. Разнообразие ЦПС. Семейства С55х и С6х. Расширенное программирование на Асм.	20.4	3.0	3.0	5.0	-	-	-	-	-	9.4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса, подготовка к контрольной работе; составление реферата по выбору и подготовка к докладу (опционально).
3.1	История и развитие ЦПС. Производители ЦПС. Рынок ЦПС.	2.8	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	1.3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.2	Краткий обзор ЦПС серий С55х и С55х+.	2.6	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	1.1	-	[4], п.4-7 [6], стр. 69-77, 13-27
3.3	Структура ядра ЦПС С6х.	7	1	1	2	-	-	-	-	-	3	-	[7], стр. 11-22 [8], № 5, стр. 114-115
3.4	Комплексное программирование на Асм для ЦПС С6х.	8	1	1	2	-	-	-	-	-	4	-	[9], № 7, стр. 80-86 [10], № 9, стр. 105-108
4	Внутреннее устройство ЦПС серии С6х. Применение базовых алгоритмов ЦОС.	21.0	3.5	3.0	3.5	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса, подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 3; составление реферата по выбору и подготовка к докладу (опционально).
4.1	Строение ядра ЦПС С62х и С67х. Функциональные модули. Регистры. Память. ПДП. Конвейер.	7.5	2	0.5	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.2	Прерывания и взаимодействие с	3.5	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	2	-	[1], стр. 1-750 [2], стр. 1-310 [3], стр. 1-850



### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Введение. Общие сведения о ЦПС. Архитектуры процессоров. Базовая теория цифровой обработки сигналов. Программирование на Си.

1.1. Процессоры цифровой обработки сигналов. Основные понятия и термины. Области применения. Краткая теория ЦОС.

Введение. Процессоры цифровой обработки сигналов (ЦПС, ПЦОС, DSP), сигнальные микроконтроллеры, специализированные микроконтроллеры для сбора и обработки данных. Основные понятия, определения. Реальный масштаб времени. Задачи и направления применения ЦПС.. Цифровая обработка сигналов (ЦОС). Общий принцип дискретизации аналоговых сигналов. Понятие выборки. Представление аналогового и дискретного сигналов во временной и частотной области. Спектр сигнала. Теорема Котельникова. Требования к аппаратным характеристикам дискретизатора. Ограничения полосы частот сигнала..

1.2. Базовые элементы программирования для ЦПС С6х.

Основные принципы написания программ для ЦПС подсемейств TMS320C62х и TMS320C67х. Средства разработки программного обеспечения ЦПС. Среда Code Composer Studio (CCS). Встроенный C/C++ -совместимый компилятор.. Создание проекта CCS. Настройки и опции. Подключение модулей. Шаблон программного кода. Примеры простых программ. Переменные и константы. Типы данных языка Си. Работа с массивами. Пересылка данных во внутреннем ОЗУ. Возможности отладки программы с помощью встроенного симулятора..

1.3. Обзор ЦПС. Архитектура и конвейер. Особенности реализации.

Общие сведения о процессорах цифровой обработки сигналов. Обзор основных разновидностей ЦПС и их классификация по назначению. Основные параметры и характеристики ЦПС. Структура и основные узлы ЦСП. Базовая и типовые архитектуры ЦПС. Фон-Неймановская архитектура. Гарвардская архитектура. Конвейер. Конвейерный режим работы ЦПС. Специальные команды для цифровой обработки сигналов. Аппаратная реализация функций. Гибридные ЦПС. Параллельные вычисления. ЦПС с фиксированной и плавающей точкой (арифметикой)..

#### 2. ЦПС фирмы Texas Instruments. Семейства и направления. Структура и отличительные особенности. Составление программ на Асм.

2.1. Обзор ЦПС С1х и С2х.

Краткий обзор ЦПС серий TMS320C1х и TMS320C2х. Новые серии специализированных DSP-микроконтроллеров семейства С2000 на базе цифровых сигнальных процессоров для высокопроизводительных систем прямого цифрового управления, сбора и обработки данных..

2.2. Обзор ЦПС серии С6х.

ЦПС серии С6000. Технические характеристики. Структура и состав ЦПС. Архитектура VelocityTI. ЦПС подсемейств TMS320C62х, TMS320C64х. Классификация в соответствии с областями преимущественного применения. Обзор назначения и возможностей встроенной периферии с точки зрения реализации современных структур прямого цифрового управления, сбора и обработки данных.. Краткий обзор ЦПС DaVinci для обработки видео. Многоядерные ЦПС подсемейства TMS320C66х..

### 2.3. Программирование на Асм для ЦПС С6х.

Введение в технологию программирования ЦПС на языке Ассемблера с использованием кросс-средств персонального компьютера и интегрированных средств отладки Code Composer. Структура кросс-средств разработки программного обеспечения на персональном компьютере. Ассемблер, компоновщик, библиотекарь, симулятор, отладчик, внутрисхемный эмулятор, интегрированная среда Code Composer. Транслятор с ассемблера. Вызов. Входные и выходные файлы. Форматы файлов. Порядок вызова. Опции.. Ассемблер. Типовая структура программного модуля. Кодовые секции и секции данных. Определение непосредственных операндов. Синтаксис и директивы ассемблера. Система команд ЦПС TMS320C6xxx. Целочисленные команды и команды с плавающей точкой (запятой) одинарной и двойной точности.. Ассемблер. Псевдокоманды ассемблера. Классификация, назначение, примеры использования. Резервирование переменных в оперативной памяти. Технология модульной разработки программ. Глобальные и локальные переменные. Организация межмодульных ссылок. Понятие проекта.. Ассемблер. Классификация команд ЦПС по функциональному назначению и областям преимущественного применения. Арифметические команды. Технология сложения и вычитания операндов различной длины, представленных в разных форматах. Знаковая и беззнаковая арифметика, арифметика многобайтовых чисел.. Ассемблер. Форматы операндов, форматы команд, способы адресации переменных. Форматы операндов, принятые для представления переменных в ЦПС: целое, целое со знаком, дробное, дробное со знаком, дробное со знаком в формате с плавающей точкой.. Ассемблер. Команды условного и безусловного ветвления, организации циклов, повторения отдельных команд и групп команд. Флаги и управляющие биты. Передача управления по нескольким условиям. Группы и категории допустимых условий..

### 3. Хронология развития ЦПС. Разнообразие ЦПС. Семейства C55x и C6x. Расширенное программирование на Асм.

#### 3.1. История и развитие ЦПС. Производители ЦПС. Рынок ЦПС.

Обзор ЦПС. Технические системы, реализованные на основе ЦПС. Измерительные установки, системы и комплексы на основе ЦПС. Мультипроцессорные и транспьютерные системы. Средства поддержки разработок. Программные и технические средства отладки систем. Производители ЦПС. История развития ЦПС. Рынок ЦПС. Направления дальнейшего развития ЦПС. Сравнение характеристик и основные критерии выбора. Сравнение классических и сигнальных микропроцессоров (тестовые характеристики «настольных» процессоров и узкоспециализированных сигнальных процессоров)..

#### 3.2. Краткий обзор ЦПС серий C55x и C55x+.

ЦПС семейства TMS320C55x (факультативно). Основные сведения, характеристики и области применения. Структура и устройство ядра. Сопоставление с ЦПС других семейств..

#### 3.3. Структура ядра ЦПС C6x.

Архитектура ядра ЦПС подсемейств TMS320C62x и TMS320C67x. Технические характеристики ЦПС C67xx. Новое поколение более дешевых и высокопроизводительных микроконтроллеров серии TMS320C6xxx. Технические характеристики, отличительные особенности, области преимущественного применения.. Модифицированная Гарвардская архитектура центрального процессора микроконтроллеров серии TMS320C6xxx. Организация памяти. Отличия от классической Фон-Неймановской архитектуры. Преимущества.. Организация шин. Функциональные модули. Регистры общего назначения..

#### 3.4. Комплексное программирование на Асм для ЦПС C6x.

Адресация и форматы команд. Прямая и косвенная адресация. Способы косвенной адресации с автоинкрементированием и автодекрементированием. Способы адресации, оптимизированные для эффективного решения задач цифровой фильтрации и цифрового регулирования переменных.. Статусные регистры процессора, флаги, вырабатываемые по результатам выполнения команд в АЛУ.. Примеры решения сложных вычислительных задач. Программная имплементация функциональных алгоритмов.. Логические команды, команды сдвига, тестирования битовых переменных.. Команды умножения и умножения с накоплением. Режимы работы умножителя при использовании переменных в различных форматах..

#### 4. Внутреннее устройство ЦПС серии С6х. Применение базовых алгоритмов ЦОС.

4.1. Строение ядра ЦПС С62х и С67х. Функциональные модули. Регистры. Память. ПДП. Конвейер.

Память, загрузка, сохранение. Контроллер прямого доступа к памяти (ПДП). Конфигурация памяти. Встроенное ОЗУ однократного и двойного доступа. Кодовое ОЗУ и ОЗУ данных. Возможности программного переконфигурирования типа памяти. Встроенная флэш-память. Преимущества флэш-памяти для систем управления, сбора и обработки данных в реальном времени.. Контрольные регистры. Вычислительные блоки. Центральное арифметико-логическое устройство (АЛУ). Режимы работы АЛУ. Устройство умножения. Совмещение операций при выполнении команд. Тракты прохождения данных. Периферийные устройства. Типы инструкций ядра ЦПС.. Программный автомат и конвейер. Конвейерный способ дешифрации и выполнения команд. Выборка, декодирование, выполнение. Поддерживаемые способы адресации операндов: прямая, косвенная..

4.2. Прерывания и взаимодействие с внешней памятью.

Организация прерываний. Обработчики прерываний. Приоритеты возникновения событий. Структура подпрограмм и подпрограмм обслуживания прерываний.. Внешняя память. Карта распределения памяти для ЦПС серии С6xxx. Внешние периферийные устройства и порты ввода/вывода, адресация, подключение. Интерфейс контроллеров с внешней памятью программ и данных и внешними периферийными устройствами. Способы расширения памяти данных. Глобальная память..

4.3. Программная реализация методов ЦОС на Асм для ЦПС С6х.

Ассемблер. Специальные команды, предназначенные для эффективной реализации программ цифровой фильтрации и цифровых регуляторов.. Типовые методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Формирование сложногогармонических и модулированных дискретных сигналов. Цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье. Особенности применения ЦПС в информационно-измерительной технике, в технике управления быстротекущими процессами, робототехнике, системах обработки изображений и других областях..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Практическое занятие № 1.

Цифровые сигнальные процессоры. Области применения. Примеры использования.

Разновидности ЦПС. Типы архитектур процессоров. Основные узлы ЦПС. ЦПС с «фиксированной» и «плавающей» арифметикой.

Основные элементы теории цифровой обработки сигналов. Термины и определения.

Аналоговый и цифровой сигнал. Дискретизация. Представление сигналов во временной и частотной области. Спектр сигнала. Ограничение полосы частот сигнала.;

2. Практическое занятие № 2.

Цифровые сигнальные процессоры. Семейство C2000. Основные характеристики, особенности и области применения.

Семейство C6000. Технические характеристики. Структура и состав. Архитектура VelocityTI

Программирование на языке Си и Ассемблер в среде Code Composer. Инструменты разработки программного обеспечения сигнальных процессоров на персональном компьютере.;

3. Практическое занятие № 3.

Программирование на языке Ассемблер в среде Code Composer. Технические средства отладки систем. Введение в технологию комплексной отладки программного обеспечения в реальном времени с использование комплекта программ Code Composer Studio. Проект пользователя. Подключение типовых модулей. Основные группы команд (арифметические операторы, команды перемещения и копирования, действия с памятью процессора "загрузка-сохранение").;

4. Практическое занятие № 4.

Программирование на языке Ассемблер в среде Code Composer. Оптимизация программного обеспечения. Оптимальная реализация ветвлений, оптимизация циклов. Организация параллельного исполнения команд и наиболее эффективная загрузка конвейеров.;

5. Практическое занятие № 5.

Программирование на языке Ассемблер в среде Code Composer. Оптимизация программного обеспечения. Рассмотрение особенностей компилятора языка C/C++, интегрированного в среду разработки Code Composer Studio. Учет особенностей выполнения инструкций (длительность выполнения по циклам, количество возникающих задержек, использование различных конвейеров и возможные осложнения при неправильном использовании «длинных» инструкций).;

6. Практическое занятие № 6.

Программирование на языке Ассемблер в среде Code Composer. Алгоритмы цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация. Регистрация переменных сигналов; представленных в виде дискретных отсчетов. Генераторы сигналов. Базовые операции над сигналами. Моделирование работы различных методов преобразований цифровых данных..

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1.

Общие принципы работы в Code Composer Studio (создание проекта на языке Си, свойства и настройки проекта, компиляция, загрузка в модуль и выполнение простейшей программы). Написание программы, реализующей простейшие математические функции посредством использования языка Си с целочисленным представлением и с плавающей запятой. Написание программы, реализующей циклы с пред- и пост- описанием, математическую обработку массивов в целочисленном и в дробном представлении и работу с памятью на языке Си. Написание программы для реализации векторных и матричных операций в целочисленном представлении, а также с плавающей запятой на языке Си. Написание тригонометрических, логарифмических и пр. математических функций с использованием кусочно-линейной аппроксимации для целых и дробных чисел на языке Си.;

2. Лабораторная работа № 2.

Создание проекта в Code Composer Studio на языке Си с вызовом ассемблерной функции, (свойства и настройки проекта, компиляция, ассемблирование, загрузка в модуль и выполнение простейшей программы). Написание программы на языке ассемблера, реализующей:

- простейшие математические функции посредством использования машинного кода для процессоров с целочисленным представлением и с плавающей запятой;
- циклы с пред- и пост- описанием;
- векторные и матричные операции в целочисленном представлении, а также с плавающей запятой;
- работу с памятью данных сигнального процессора.;

### 3. Лабораторная работа № 3.

Расширенное программирование на языке Ассемблер и Си для сигнальных процессоров семейства С6000. Программная генерация цифровых сигналов сложного вида.

Математическое представление дискретных сигналов. Приближение информационных сигналов функциональными выражениями, заданными в аналитической форме.

Аппроксимация и интерполяция числовых значений последовательности дискретных отсчетов сигнала тригонометрическими, логарифмическими и пр. математическими функциями с использованием кусочно-линейной и полиномиальной аппроксимации для целых и дробных чисел. Программная обработка цифровых сигналов в соответствии с базовыми алгоритмами ЦОС..

## 3.5 Консультации

### Текущий контроль (ТК)

1. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению и защите лабораторной работы № 1 и последующему выполнению контрольной работы по курсу.
2. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению и защите лабораторной работы № 2 и последующему выполнению контрольной работы по курсу.
3. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению контрольной работы, дополнительно возможно уточнение основных моментов по содержанию и оформлению реферата.
4. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению и защите лабораторной работы № 3; дополнительно возможно уточнение основных моментов по содержанию и оформлению реферата.

## 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
методы и средства цифровой обработки сигналов	ИД-1ПК-1				+	Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3
общее сведения о микропроцессорных системах	ИД-2ПК-1	+				Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1
архитектуру и внутреннее устройство цифровых процессоров сигналов	ИД-1ПК-3			+		Контрольная работа/Контрольная работа
основы программирования цифровых процессоров сигналов на языке Ассемблер	ИД-4ПК-3		+			Лабораторная работа/Лабораторная работа № 2
<b>Уметь:</b>						
использовать пути поиска и принятия решений по разработке и программной реализации оптимальных алгоритмов применительно к цифровым процессорам сигналов	ИД-1ПК-1				+	Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3
выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования программных средств для цифровых процессоров сигналов и поиску в них ошибок	ИД-2ПК-1			+		Контрольная работа/Контрольная работа
использовать современные методы и средства проектирования, применять полученные навыки составления программного обеспечения для цифровых процессоров сигналов	ИД-1ПК-3	+				Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1
кодировать программы для цифровых процессоров сигналов на языках Ассемблер и Си	ИД-4ПК-3		+			Лабораторная работа/Лабораторная работа № 2

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Лабораторная работа № 1 (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа № 2 (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа № 3 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Итоговая оценка по данному курсу выставляется с учетом семестровой составляющей успеваемости студента и результатов промежуточной аттестации (зачет) согласно действующей балльно-рейтинговой системе (БАРС), принятой и используемой в «НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Б. Сергиенко . – 2-е изд . – СПб. : Питер, 2006 . – 751 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-00816-9 .;
2. Гольденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов : справочник / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк . – М. : Радио и связь, 1985 . – 312 с.;
3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов : пер. с англ. / А. Оппенгейм, Р. Шафер . – 2-е изд., испр . – М. : Техносфера, 2009 . – 856 с. – (Мир цифровой обработки) . - ISBN 978-5-948362-02-1 .;
4. Витязев, С. В. Цифровые процессоры обработки сигналов : [курс лекций] / С. В. Витязев . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2018 . – 99 с. - ISBN 978-5-9912-0648-8 .;
5. Ткачук, Г. В. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах TMS320C6000 : Методическое пособие по курсу "Цифровые сигнальные процессоры" по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Адаптивные системы" / Г. В. Ткачук, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 40 с.;
6. Круг, П. Г. Процессоры цифровой обработки сигналов : Учебное пособие по курсу "Микропроцессоры" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / П. Г. Круг, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 128 с. - ISBN 5-7046-0778-0 .;

7. Капустин, Ю. В. Основы программирования процессоров TMS320 C6711 (C6211) : методическое пособие по курсу "Цифровые системы сбора и обработки данных" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / Ю. В. Капустин, О. А. Коровина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 32 с.;
8. "Компоненты и технологии", Издательство: "Файнстрит", Санкт-Петербург, 2005 - (220 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200132>;
9. "Компоненты и технологии", Издательство: "Файнстрит", Санкт-Петербург, 2005 - (240 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200131>;
10. "Компоненты и технологии", Издательство: "Файнстрит", Санкт-Петербург, 2005 - (241 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200130>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Acrobat Reader;
6. SmathStudio;
7. Code Composer Studio;
8. GNU Octave.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-519, Лаборатория спектральных и колориметрических измерений каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стул, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-402, Кабинет сотрудников "ВМСС"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Цифровые процессоры сигналов

(название дисциплины)

## 8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Лабораторная работа № 1 (Лабораторная работа)

КМ-2 Лабораторная работа № 2 (Лабораторная работа)

КМ-3 Контрольная работа (Контрольная работа)

КМ-4 Лабораторная работа № 3 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Введение. Общие сведения о ЦПС. Архитектуры процессоров. Базовая теория цифровой обработки сигналов. Программирование на Си.					
1.1	Процессоры цифровой обработки сигналов. Основные понятия и термины. Области применения. Краткая теория ЦОС.	+				
1.2	Базовые элементы программирования для ЦПС С6х.	+				
1.3	Обзор ЦПС. Архитектура и конвейер. Особенности реализации.	+				
2	ЦПС фирмы Texas Instruments. Семейства и направления. Структура и отличительные особенности. Составление программ на Асм.					
2.1	Обзор ЦПС С1х и С2х.			+		
2.2	Обзор ЦПС серии С6х.			+		
2.3	Программирование на Асм для ЦПС С6х.			+		
3	Хронология развития ЦПС. Разнообразие ЦПС. Семейства С55х и С6х. Расширенное программирование на Асм.					
3.1	История и развитие ЦПС. Производители ЦПС. Рынок ЦПС.				+	
3.2	Краткий обзор ЦПС серий С55х и С55х+.				+	
3.3	Структура ядра ЦПС С6х.				+	
3.4	Комплексное программирование на Асм для ЦПС С6х.				+	

4	Внутреннее устройство ЦПС серии С6х. Применение базовых алгоритмов ЦОС.				
4.1	Строение ядра ЦПС С62х и С67х. Функциональные модули. Регистры. Память. ПДП. Конвейер.				+
4.2	Прерывания и взаимодействие с внешней памятью.				+
4.3	Программная реализация методов ЦОС на Асм для ЦПС С6х.				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25