

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ**

<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.06.05.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 43,7 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>Программирование (код)</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов С.И.
	Идентификатор	Rd1eef284-GerasimovSI-0dec9397

С.И. Герасимов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

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 состава и технических характеристик, принципов построения многофункциональных микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе малопотребляющих 16-разр. микроконтроллеров семейства MSP430 и производительных 32-разр. микроконтроллеров семейства Tiva-C, имеющих в своем составе ядро Cortex-M3/M4 с возможностями цифровой обработки сигналов (ЦОС, DSP – англ.), фирмы Texas Instruments; формирование у студентов компетенций, связанных с разработкой микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на базе указанных семейств микроконтроллеров, их программирования на языках Ассемблер и Си..

### Задачи дисциплины

- формирование представления об основных тенденциях и перспективных направлениях развития многофункциональных малопотребляющих и высокопроизводительных микропроцессоров (микроконтроллеров);
- изучение типовых структур микроконтроллеров семейств MSP430 и Tiva-C (Cortex-M3/M4), принципов организации и построения систем на их основе;
- изучение базовых архитектур микропроцессоров (микроконтроллеров) семейств MSP430 и Tiva-C (Cortex-M3/M4);
- приобретение навыков по реализации возможностей современной элементной базы с целью построения оптимальных схем;
- изучение особенностей применения микропроцессоров (микроконтроллеров) в электронике, радиотехнике, устройствах диагностики и неразрушающего контроля материалов и информационно-измерительной технике в частности;
- изучение принципов функционирования и настройки параметров программной среды IAR и Code Composer Studio для разработки программного обеспечения микроконтроллеров семейств MSP430 и Tiva-C;
- приобретение студентами необходимых навыков использования современных программно-аппаратных инструментальных средств при кодировании, трансляции, компоновке, тестировании и отладке программ для микропроцессоров и микроконтроллеров;
- получение опыта написания программ и составления полнофункционального программного обеспечения для микроконтроллеров семейств MSP430 и Tiva-C на языке ассемблера и Си;
- изучение основ и алгоритмов взаимодействия микроконтроллеров семейств MSP430 и Tiva-C с периферийными узлами на примере встроенных узлов и внешних модулей с датчиками различного назначения, индикаторными устройствами.

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
РПК-2 Способен осуществлять руководство проектированием информационно-измерительных систем	ИД-10 <sub>РПК-2</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем Cortex-M3/M4; - схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства Cortex-M3/M4; - язык низкого уровня – ассемблер (для MSP430);

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>- язык высокого уровня – Си;</p> <p>- схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства MSP430;</p> <p>- базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем MSP430.</p> <p>уметь:</p> <p>- программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства MSP430, осуществлять тестирование и отладку кода;</p> <p>- разрабатывать оптимальные схемотехнические и программные решения узлов средств измерений с применением микропроцессоров и микроконтроллеров и систем на их основе;</p> <p>- выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования программных средств и поиску неисправностей в них;</p> <p>- создавать микропроцессорные и микроконтроллерные вычислительно-измерительные системы и устройства средней сложности на современной элементной базе;</p> <p>- программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства Cortex-M3/M4, осуществлять тестирование и отладку кода.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы синтаксиса и построения базовых конструкций языка программирования C/C++
- знать рекомендуется наличие у студентов знаний дисциплины «Технология разработки программного обеспечения» в рамках программы магистерской подготовки (опционально)
- уметь составлять код программ общего типа и функционала на языках высокого уровня (ВУ), в частности C/C++

- уметь применять доступные программные средства в процессе разработки программного обеспечения (ПО) для написания кода программ, его отладки и тестирования

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Микропроцессоры и микроконтроллеры. Общие положения. Классификация. Микроконтроллеры семейства MSP430. Структура. Особенности	9.70	3	2.0	1.0 0	4	-	-	-	-	-	2.7	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса. Подготовка к контрольной работе № 1. Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 12-21 [3], 92-124</p>
1.1	Введение. Место микроконтроллеров MSP430 и Tiva-C на рынке современных микроконтроллеров.	2.25		0.5	0.2 5	1	-	-	-	-	-	0.5	-	
1.2	Семейства MSP430 и Tiva-C	2.25		0.5	0.2 5	1	-	-	-	-	-	0.5	-	
1.3	Обзор микроконтроллеров семейства MSP430	2.05		0.5	0.2 5	1	-	-	-	-	-	0.3	-	
1.4	Средства разработки MSP430	3.15		0.5	0.2 5	1	-	-	-	-	-	1.4	-	
2	Микроконтроллеры семейства MSP430. Основные узлы.	18.50		2.5	2.0 0	5	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса. Подготовка к контрольной работе № 1. Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2. Подготовка к защите лабораторной работы № 1. Выполнение</p>
2.1	Арифметико-логическое устройство.	5.0		0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	3	-	
2.2	Аппаратный умножитель	3.0		0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	1	-	

2.3	Сброс, прерывания и режимы работы.	2.75	0.5	0.25	1	-	-	-	-	-	1	-	расчетного задания № 1. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 22-98, 180-221 [3], 65-91
2.4	Модуль синхронизации	2.75	0.5	0.25	1	-	-	-	-	-	1	-	
2.5	Таймер А / Таймер В	5.0	0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	3	-	
3	Микроконтроллеры семейства MSP430. Узлы организации передачи данных	18.00	2.5	1.50	5	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 146-166, 222-296
3.1	Порты ввода-вывода общего назначения	2.75	0.5	0.25	1	-	-	-	-	-	1	-	
3.2	Универсальный последовательный интерфейс (USI)	2.75	0.5	0.25	1	-	-	-	-	-	1	-	
3.3	Последовательный интерфейс SPI	3.75	0.5	0.25	1	-	-	-	-	-	2	-	
3.4	Последовательный интерфейс I2C	3.75	0.5	0.25	1	-	-	-	-	-	2	-	
3.5	Контроллер прямого доступа к памяти (DMA)	5.0	0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	3	-	
4	Микроконтроллеры семейства MSP430. Аналоговые и аналого-цифровые узлы.	16.5	2.0	3.5	4	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 296-367
4.1	Модуль операционных усилителей	4.0	0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	2	-	
4.2	Аналого-цифровой преобразователь ADC12	4.5	0.5	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
4.3	Аналоговый компаратор	3.5	0.5	1	1	-	-	-	-	-	1	-	
4.4	Цифро-аналоговый преобразователь DAC12	4.5	0.5	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
5	Микроконтроллеры семейства Tiva-C.	18.0	3.0	2.0	6	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение

	Общие сведения. Структура. Ядро Cortex-M3/M4. Память. Регистры. Основы программирования.												пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса. Подготовка к контрольной работе № 2. Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 4, 5. Подготовка к защите лабораторной работы № 4.
5.1	МК Tiva-C. Общие сведения.	2.8	0.5	0.3	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.2	МК Tiva-C. Средство CCS.	3.8	0.5	0.3	1	-	-	-	-	-	2	-	[2], 125-182 [5], 8-17
5.3	МК Tiva-C. Структура. Ядро Cortex-M3/M4.	3.0	0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	1	-	
5.4	МК Tiva-C. Базовый проект программы.	2.8	0.5	0.3	1	-	-	-	-	-	1	-	
5.5	МК Tiva-C. Организация памяти.	2.8	0.5	0.3	1	-	-	-	-	-	1	-	
5.6	МК Tiva-C. Работа с памятью и регистрами.	2.8	0.5	0.3	1	-	-	-	-	-	1	-	
6	Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Внутренние периферийные модули. Особенности программного управления.	8.0	1.0	2	3	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса. Подготовка к контрольной работе № 2. Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 5, 6, 7. Подготовка к защите лабораторных работ № 5, 6. Выполнение расчетного задания № 2.
6.1	МК Tiva-C. Периферийные модули. Устройство и принцип работы.	3.5	0.5	1	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
6.2	МК Tiva-C. Программная работа с встроенной периферией.	4.5	0.5	1	2	-	-	-	-	-	1	-	[5], 39-61 [6], 131-265
7	Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Интерфейсы передачи данных. Программная	9.8	1.8	2.0	3	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 211-300

	обработка.												
7.1	МК Tiva-C. Интерфейсы связи. Теория и алгоритмы.	3.5	0.5	1	1	-	-	-	-	-	1	-	
7.2	МК Tiva-C. Взаимодействие с интерфейсами на программном уровне.	3.0	0.5	0.5	1	-	-	-	-	-	1	-	
7.3	МК Tiva-C. Обработка данных.	3.3	0.8	0.5	1	-	-	-	-	-	1	-	
8	Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Подсемейство MSP432.	9.2	1.2	2	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса. Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 7, 8. Подготовка к защите лабораторных работ № 7, 8. Выполнение расчетного задания № 2. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 31-195, 345-372 [5], 112-166
8.1	МК Tiva-C. Подсемейство MSP432. Структура и отличия.	4.5	0.5	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
8.2	МК Tiva-C. Программное обеспечение для MSP432.	4.7	0.7	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.00</b>	<b>16.0</b>	<b>16.0</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>43.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.00</b>	<b>16.0</b>	<b>16.0</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>43.7</b>	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Микропроцессоры и микроконтроллеры. Общие положения. Классификация. Микроконтроллеры семейства MSP430. Структура. Особенности

1.1. Введение. Место микроконтроллеров MSP430 и Tiva-C на рынке современных микроконтроллеров.

Микроконтроллеры и микропроцессоры. Роль микроконтроллеров (микропроцессоров) в современных вычислительно-измерительных устройствах и системах.. Особенности проектирования устройств и систем на базе микроконтроллеров (микропроцессоров).. Современные многофункциональные средства разработки программного обеспечения..

#### 1.2. Семейства MSP430 и Tiva-C

Общие сведения о микроконтроллерах семейств MSP430 и Tiva-C, их назначение и области применения, примеры использования, классификация..

#### 1.3. Обзор микроконтроллеров семейства MSP430

Малопотребляющие микроконтроллеры семейства MSP430.. Основные характеристики, базовая структура, главные функциональные узлы.. Архитектура арифметическо-логического устройства (АЛУ), организация памяти, порты ввода-вывода, системы тактирования и обеспечения питания..

#### 1.4. Средства разработки MSP430

Обзор средств разработки для MSP430: IAR Embedded Workbench, CrossStudio for MSP430, IDE430, ICC 430, SBSIM 430, MSP GCC, OCEAN, Project-430. Достоинства и недостатки, основные особенности.. Ознакомление со средой разработки и отладки кода IAR Embedded Workbench. Интерфейс главного окна. Основные функции и параметры установок среды.. Особенности написания программ на ассемблере и языках высокого уровня. Отладка программ с помощью IAR Embedded Workbench.. Обзор отладочных плат для семейства микроконтроллеров MSP430 производства компании Texas Instruments..

#### 2. Микроконтроллеры семейства MSP430. Основные узлы.

#### 2.1. Арифметико-логическое устройство.

Введение в АЛУ: структура, основные особенности.. Регистры ЦПУ. Счётчик команд (PC). Указатель стека (SP). Регистр состояния (SR). Регистры генератора констант (CG1 и CG2). Регистры общего назначения (R4-R15). Обзор режимов адресации. Регистровый режим адресации. Индексный режим адресации. Относительный режим адресации. Абсолютный режим адресации. Косвенный регистровый режим адресации. Косвенный регистровый режим адресации с автоинкрементом. Непосредственный режим адресации..

#### 2.2. Аппаратный умножитель

Введение. Функционирование аппаратного умножителя.. Регистры операндов. Регистры результата. Косвенная адресация RESLO. Использование прерываний.. Регистры аппаратного умножителя..

#### 2.3. Сброс, прерывания и режимы работы.

Сброс и инициализация системы. Сброс по снижению напряжения питания (BOR). Состояние устройства после сброса.. Понятие прерываний. Типы прерываний MSP430. Немаскируемые прерывания (NMI). Маскируемые прерывания. Обработка прерывания. Вектора прерываний.. Режимы работы. Вход в режимы пониженного энергопотребления и

выход из них. Принципы программирования устройств с низким энергопотреблением. Подключение неиспользуемых выводов..

#### 2.4. Модуль синхронизации

Обзор модуля синхронизации. Основы функционирования модуля синхронизации. Возможности модуля синхронизации и приложения с низким энергопотреблением.. Встроенный низкочастотный генератор со сверхнизким потреблением. Генератор LFXT1. Генератор XT2. Генератор с цифровым управлением (DCO). Модулятор DCO.. Отказоустойчивая работа модуля синхронизации. Синхронизация тактовых сигналов.. Регистры модуля синхронизации..

#### 2.5. Таймер А / Таймер В

Функционирование Таймера А и Таймера В. Назначение. Отличие от Таймера В и часов реального времени.. Режим 16ти битный таймер/счётчик. Запуск таймера. Управление режимом работы таймера. Блоки захвата/сравнения. Модуль вывода.. Прерывания Таймера А. Прерывания Таймера В.. Регистры Таймера А и Таймера В..

### 3. Микроконтроллеры семейства MSP430. Узлы организации передачи данных

#### 3.1. Порты ввода-вывода общего назначения

Обзор портов ввода-вывода общего назначения. Функционирование цифровых портов ввода/вывода.. Регистр данных входа Pxin Регистр данных выхода PxOUT. Регистр направления PxDIR. Регистр включения подтягивающих резисторов PxREN. Регистры выбора функции PxSEL и PxSEL2.. Прерывания от портов P1 и P2. Конфигурация неиспользуемых выводов портов.. Регистры цифровых портов ввода/вывода..

#### 3.2. Универсальный последовательный интерфейс (USI)

Обзор универсального последовательного интерфейса (USI). Функционирование модуля USI. Инициализация модуля USI. Генерация тактового сигнала USI.. Режим SPI.. Режим I2C.. Регистры модуля USI..

#### 3.3. Последовательный интерфейс SPI

Введение в модуль USI(SPI). Функционирование модуля USI(SPI).. Инициализация и сброс модуля USI Формат символа Режим ведущего. Режим ведомого. Разрешение обмена по интерфейсу SPI. Управление тактовым сигналом. Использование режима SPI совместно с режимами пониженного энергопотребления. Прерывания в режиме SPI.. Регистры модуля USI(SPI)..

#### 3.4. Последовательный интерфейс I2C

Введение в модуль USI(I2C). Функционирование модуля USI(I2C).. Инициализация и сброс модуля USI. Передача данных по шине I2C. Режимы адресации I2C. Режимы работы модуля I2C. Генерация и синхронизация тактового сигнала I2C. Использование модуля USI в режиме I2C совместно с режимами пониженного энергопотребления. Прерывания в режиме I2C.. Регистры модуля USI(I2C)..

#### 3.5. Контроллер прямого доступа к памяти (DMA)

Обзор контроллера прямого доступа к памяти. Функционирование контроллера DMA. Режимы адресации контроллера DMA. Режимы пересылки контроллера DMA. Инициация передачи данных с использованием DMA. Прерывание DMA-пересылок. Приоритеты каналов DMA. Длительность DMA-пересылки. Функционирование DMA и прерывания.

Прерывания контроллера DMA.. Использование модуля USCI\_B в режиме I2C с контроллером DMA. Использование модуля ADC12 с контроллером DMA. Использование модуля DAC12 с контроллером DMA. Запись в флэш-память с использованием контроллера DMA.. Регистры контроллера DMA..

#### 4. Микроконтроллеры семейства MSP430. Аналоговые и аналого-цифровые узлы.

##### 4.1. Модуль операционных усилителей

Основные понятия операционных усилителей и их назначение. Функционирование модуля ОА.. Входы модуля ОА. Выход модуля ОА и организация обратной связи. Конфигурация модуля ОА.. Регистры модулей ОА..

##### 4.2. Аналого-цифровой преобразователь ADC12

Функционирование модуля ADC12. Ядро 12ти разрядного АЦП. Входы модуля ADC12 и мультиплексор. Источник опорного напряжения. Синхронизация выборки и преобразования.. Сохранение результатов преобразования. Режимы преобразования. Использование встроенного датчика температуры. Заземление и борьба с помехами при использовании модуля ADC12. Прерывания модуля ADC12. Регистры модуля ADC12.

##### 4.3. Аналоговый компаратор

Основные свойства и назначение аналоговых компараторов. Функционирование модуля Comparator\_A+.. Входные аналоговые ключи Ключ замыкания входов Выходной фильтр. Генератор опорного напряжения .Компаратор и регистр отключения порта CAPD. Прерывания компаратора. Использование компаратора для измерения сопротивления.. Регистры модуля Comparator\_A+..

##### 4.4. Цифро-аналоговый преобразователь DAC12

Функционирование модуля DAC12. Ядро 12-ти битного ЦАП. Опорное напряжение модуля DAC12. Обновление состояния выхода модуля DAC12.. Формат содержимого DAC12\_xDAT. Калибровка смещения выходного усилителя модуля DAC12. Группирование нескольких модулей DAC12. Прерывания модуля DAC12.. Регистры модуля DAC12..

#### 5. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Общие сведения. Структура. Ядро Cortex-M3/M4. Память. Регистры. Основы программирования.

##### 5.1. МК Tiva-C. Общие сведения.

Высокопроизводительные микроконтроллеры семейства Tiva-C. Основные характеристики. Обобщенное ядро типа Cortex-M3/M4..

##### 5.2. МК Tiva-C. Средство CCS.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Ознакомление со средством разработки и отладки кода – интегрированная среда Code Composer Studio. Функциональные возможности. Интерфейс среды Code Composer. Основные параметры и настройки среды..

##### 5.3. МК Tiva-C. Структура. Ядро Cortex-M3/M4.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Структура микроконтроллера, архитектура арифметическо-логического устройства (АЛУ), организация памяти, порты ввода-вывода, подсистема тактирования, основные системные регистры..

##### 5.4. МК Tiva-C. Базовый проект программы.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Составление базового проекта программы на языке Си для микроконтроллера семейства Tiva-C. Библиотеки для работы с периферийными узлами. Надстройка и оболочка CMSIS как расширение классического языка Си над регистровым способом обращения к внутренним блокам ядра и микроконтроллера в целом..

#### 5.5. МК Tiva-C. Организация памяти.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Карта распределения внутренней памяти микроконтроллера (ОЗУ, ПЗУ – Flash и EEPROM). Операции с памятью: чтение и запись..

#### 5.6. МК Tiva-C. Работа с памятью и регистрами.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Написание кода подпрограмм и функций взаимодействия с системными регистрами, регистрами общего назначения, памятью (встроенной). Интерфейс и возможность доступа к внешней памяти данных и программ..

### 6. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Внутренние периферийные модули. Особенности программного управления.

#### 6.1. МК Tiva-C. Периферийные модули. Устройство и принцип работы.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Основные периферийные узлы. Взаимодействие и распределение потоков информации между узлами. Переназначение соответствующих функций выводов микроконтроллера.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Встроенные таймеры-счетчики. Регистры параметров работы таймеров-счетчиков. Примеры применения.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Система прерываний. Назначение и инициализация прерываний. Приоритет и уровень вложения прерываний. Регистры настройки прерываний.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Встроенные АЦП и ЦАП. Датчик температуры ядра контроллера. Измерение напряжения и формирование простых сигналов с помощью стандартных узлов микроконтроллера..

#### 6.2. МК Tiva-C. Программная работа с встроенной периферией.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Написание кода подпрограмм и функций взаимодействия с внутренними периферийными узлами.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Работа с таймерами-счетчиками. Счет интервалов времени. Организация временных задержек с помощью контроллера.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Работа с АЦП и ЦАП. Программное управление. Примеры считывания и заполнения данных..

### 7. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Интерфейсы передачи данных. Программная обработка.

#### 7.1. МК Tiva-C. Интерфейсы связи. Теория и алгоритмы.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Взаимодействие микроконтроллера с внешними устройствами. Протоколы ModBus, 1-Wire.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Интерфейсы передачи данных UART и USART.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Интерфейс передачи данных I2C.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Интерфейс передачи данных SPI.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Интерфейс передачи данных CAN.. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Последовательный прием-передача данных. Интерфейсы RS-232 и RS-485..

#### 7.2. МК Tiva-C. Взаимодействие с интерфейсами на программном уровне.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Составление подпрограмм передачи данных через интерфейсы микроконтроллера. Протоколы связи. Примеры использования различных интерфейсов..

### 7.3. МК Tiva-C. Обработка данных.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Реализация базовых алгоритмов цифровой обработки данных, имплементация математических функций и выражений в виде программного кода..

## 8. Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Подсемейство MSP432.

### 8.1. МК Tiva-C. Подсемейство MSP432. Структура и отличия.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Микроконтроллеры подсемейства MSP432, имеющие в своем составе ядро типа Cortex-M3/M4 и периферию контроллеров семейства MSP430, как способ повышения производительности микропроцессорных устройств и систем на их основе. Расширение периферийных узлов малопотребляющих микроконтроллеров MSP430 и взаимодействие с ядром Cortex-M3/M4..

### 8.2. МК Tiva-C. Программное обеспечение для MSP432.

Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Пример написания программы для микроконтроллера MSP432 для настройки и приема-передачи информации одного из встроенных периферийных модулей путем переноса исходных кодов программ микроконтроллера семейства Tiva-C (основной цикл управления) и MSP430 (логика работы периферийных узлов) и их последующего совмещения. Особенности адаптации существующего кода программы для нового микроконтроллера..

## **3.3. Темы практических занятий**

### 1. Практическое занятие по Tiva-C № 5.

Примеры взаимодействия с встроенными таймерами-счетчиками микроконтроллера семейства Tiva-C, написание подпрограмм. Организация прерываний и их обработка.;

### 2. Практическое занятие по Tiva-C № 8.

Микроконтроллер MSP432 семейства Tiva-C. Основные характеристики. Особенности "переноса" кода программ периферийных узлов микроконтроллера MSP430 в MSP432. Повышение общей производительности при сохранении функциональных возможностей.;

### 3. Практическое занятие по Tiva-C № 7.

Интерфейсы UART, SPI, I2C и пр. микроконтроллера семейства Tiva-C. Принципы приема и передачи информации на примере соответствующей подпрограммы пересылки данных через встроенный последовательный порт в режиме асинхронной передачи.;

### 4. Практическое занятие по Tiva-C № 1.

Программные и технические средства отладки систем. Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio для составления кода программ микроконтроллеров семейства Tiva-C. Создание пустого проекта программы на языке Си для микроконтроллера Tiva-C с применением библиотеки CMSIS, минимально необходимого для функционирования микроконтроллерной системы.;

### 5. Практическое занятие по Tiva-C № 3.

Составление программ для микроконтроллеров семейства Tiva-C, конструкция которой включает циклы и массивы, работу с переменными различного типа данных, основные математические и логические операции.;

### 6. Практическое занятие по MSP430 № 6.

Инициализация и программирование контроллера прямого доступа к памяти.;

7. Практическое занятие по MSP430 № 1.  
Арифметико-логическое устройство.;

8. Практическое занятие по MSP430 № 8.  
Инициализация и программирование модуля ЦАП DAC\_12.;

9. Практическое занятие по MSP430 № 2.  
Применение языка Си для программирования MSP430;

10. Практическое занятие по MSP430 № 4.  
Инициализация и программирование Таймера А и Таймера В.;

11. Практическое занятие по MSP430 № 7.  
Инициализация и программирование модуля АЦП DAC\_12.;

12. Практическое занятие по Tiva-C № 6.  
Основы работы со встроенными АЦП и ЦАП (опционально). Интерфейсы UART, SPI, I2C и пр. микроконтроллера семейства Tiva-C. Общие сведения.;

13. Практическое занятие по MSP430 № 5.  
Инициализация и программирование последовательных портов SPI и I2C.;

14. Практическое занятие по Tiva-C № 2.  
Обзор подсистемы тактирования ядра типа Cortex-M3/M4 и основных блоков периферии микроконтроллера семейства Tiva-C. Пример программы управления работой светодиодом. Написание кода программы в соответствии с заданным алгоритмом регистровым способом.;

15. Практическое занятие по Tiva-C № 4.  
Применение стандартной библиотеки ввода-вывода данных как дополнительный элемент отладки и отображения информации..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

#### **1. Лабораторная работа №1.**

Работа с отладочным комплектом микроконтроллера Tiva-C. Управление светодиодом. Реализация различных алгоритмов. Вычислений выражений и функций. Операция с памятью. Ввод-вывод данных. Формирование временных задержек.;

#### **2. Лабораторная работа №4.**

Работа с отладочным комплектом микроконтроллера MSP432. Общее представление. Основные функции управления. Структурирование проекта программы для микроконтроллера MSP432 как комбинация кодов программ микроконтроллера Tiva-C (основная часть) и MSP430 (периферия). Модификация предыдущих проектов программ под новую модель микроконтроллера. Обмен данными между двумя микроконтроллерными устройствами по интерфейсу. Разделение ролей. Визуализация данных с помощью LCD-дисплея (опционально). Соединение по интерфейсу.;

#### **3. Лабораторная работа №3.**

Работа с отладочным комплектом микроконтроллера Tiva-C. Интерфейсы. Последовательный порт. Пересылка данных. Работа с внешними датчиками и модулями. Коммуникация посредством I2C, SPI и пр. Протоколы передачи данных. Операции и функционал записи и считывания информации в устройство.;

#### **4. Лабораторная работа №2.**

Работа с отладочным комплектом микроконтроллера Tiva-C. Взаимодействие с пользователем. Устройства управления и ввода информации. Кнопки и клавиатура. Вывод графической информации. Индикаторы и символьные дисплеи. Встроенные таймеры-счетчики. Измерение временных интервалов. Встроенные АЦП и ЦАП. Измерение напряжения. Генерация простых сигналов.;

#### **5. Лабораторная работа №2. Применение портов общего назначения и внутренних**

- таймеров микроконтроллера MSP430;
6. Лабораторная работа №1. Арифметические и логические операции с микроконтроллером MSP430;
  7. Лабораторная работа №4. Применение аналоговых компараторов и цифро-аналоговых преобразователей микроконтроллера MSP430;
  8. Лабораторная работа №3. Применение аналоговых усилителей и аналого-цифровых преобразователей микроконтроллера MSP430.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Рассмотрение различных вопросов теоретического и практического планов по всему материалу курса в рамках подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета.

#### Текущий контроль (ТК)

1. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению контрольной работы № 1.
2. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению контрольной работы № 2, возможно уточнение основных моментов по содержанию и оформлению расчетного задания № 1, дополнительно разрешены консультации в рамках предстоящей защиты лабораторной работы № 1.
3. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению лабораторных работ №№ 4 и 5 и контрольной работы № 2, дополнительно разрешены консультации в рамках предстоящей защиты лабораторной работы № 4.
4. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к выполнению контрольной работы № 2, лабораторных работ №№ 5, 6, 7; дополнительно разрешены консультации в рамках предстоящих защит лабораторных работ №№ 5 и 6; возможно уточнение основных моментов по содержанию и оформлению расчетного задания № 2.
5. Обсуждение пройденного материала по текущему разделу дисциплины, консультация по различным вопросам в рамках подготовки к предстоящим выполнению и защита лабораторных работ №№ 7 и 8; допустима конкретизация основных моментов по содержанию и оформлению расчетного задания № 2.

### 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	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем MSP430	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>	+	+								Лабораторная работа/Лабораторная работа №1, MSP430
схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства MSP430	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>		+	+							Лабораторная работа/Лабораторная работа №2, MSP430
язык высокого уровня – Си	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>								+		Лабораторная работа/Лабораторная работа №7, Tiva-C
язык низкого уровня – ассемблер (для MSP430)	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>	+	+								Контрольная работа/Контрольная работа № 1 (Микроконтроллеры MSP430)
схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства Cortex-M3/M4	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>							+			Лабораторная работа/Лабораторная работа №6, Tiva-C
базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем Cortex-M3/M4	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>					+					Контрольная работа/Контрольная работа № 2 (Микроконтроллеры Tiva-C)  Лабораторная работа/Лабораторная работа №5, Tiva-C
<b>Уметь:</b>											
программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства Cortex-M3/M4, осуществлять тестирование и отладку кода	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>									+	Лабораторная работа/Лабораторная работа №8, MSP432  Программирование

										(код)/Расчетное задание
создавать микропроцессорные и микроконтроллерные вычислительно-измерительные системы и устройства средней сложности на современной элементной базе	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>	+	+		+				+	Программирование (код)/Расчетное задание
выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования программных средств и поиску неисправностей в них	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>	+								Лабораторная работа/Лабораторная работа №1, MSP430
разрабатывать оптимальные схемотехнические и программные решения узлов средств измерений с применением микропроцессоров и микроконтроллеров и систем на их основе	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>				+					Лабораторная работа/Лабораторная работа №4, MSP430  Программирование (код)/Расчетное задание
программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства MSP430, осуществлять тестирование и отладку кода	ИД-10 <sub>РПК-2</sub>			+	+					Лабораторная работа/Лабораторная работа №3, MSP430

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

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

#### **3 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 1 (Микроконтроллеры MSP430) (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Микроконтроллеры Tiva-C) (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Лабораторная работа №5, Tiva-C (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №6, Tiva-C (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №7, Tiva-C (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №8, MSP432 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчетное задание (Программирование (код))

Форма реализации: Смешанная форма

1. Лабораторная работа №1, MSP430 (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №2, MSP430 (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №3, MSP430 (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №4, MSP430 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Итоговая оценка рассчитывается как средняя на основе значений семестровой составляющей и составляющей дифференцированного зачета.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Семейство микроконтроллеров MSP430x1xx. Руководство пользователя : пер. с англ. – М. : Компэл, 2004. – 368 с. – (Б-ка Компэла). – ISBN 5-9873000-1-0.;
2. Схемотехника электронных систем: Микропроцессоры и микроконтроллеры : учебник / В. И. Бойко, и др. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 464 с. – ISBN 5-941574-67-3.;
3. Б. Ю. Семенов- "Микроконтроллеры MSP430: первое знакомство", Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2009 - (127 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117728>;
4. Шилдт, Г. Полный справочник по C : пер. с англ. / Г. Шилдт. – 4-е изд. – М. : Вильямс, 2002. – 704 с. – ISBN 5-84590-226-6.;

5. Магда Ю. С.- "Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2012 - (168 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4821;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4821)
6. А. О. Пьявченко, В. А. Переверзев- "Архитектура, основы программирования и применения AVR-микроконтроллеров и ARM-микросистем" 1, Издательство: "Южный федеральный университет", Ростов-на-Дону, Таганрог, 2019 - (376 с.)  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598674.](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598674)

### 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. Scilab;
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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-530в, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	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-530в, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-530б, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория автоматизации процессов измерения и управления при проведении лабораторных исследований»	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-530в, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

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-430/4, Лаборатория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Современные микропроцессорные системы

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Лабораторная работа №1, MSP430 (Лабораторная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 1 (Микроконтроллеры MSP430) (Контрольная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа №2, MSP430 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №3, MSP430 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа №4, MSP430 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Лабораторная работа №5, Tiva-C (Лабораторная работа)
- КМ-7 Контрольная работа № 2 (Микроконтроллеры Tiva-C) (Контрольная работа)
- КМ-8 Лабораторная работа №6, Tiva-C (Лабораторная работа)
- КМ-9 Лабораторная работа №7, Tiva-C (Лабораторная работа)
- КМ-10 Лабораторная работа №8, MSP432 (Лабораторная работа)
- КМ-11 Расчетное задание (Программирование (код))

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс с КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10	КМ -11
		Неделя КМ:	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	16
1	Микропроцессоры и микроконтроллеры . Общие положения. Классификация. Микроконтроллеры семейства MSP430. Структура. Особенности												
1.1	Введение. Место микроконтроллера в MSP430 и Tiva-C на рынке современных микроконтроллеров.		+										+
1.2	Семейства MSP430 и Tiva-C		+										+
1.3	Обзор микроконтроллера		+										+

	в семейства MSP430											
1.4	Средства разработки MSP430	+	+									+
2	Микроконтроллер ы семейства MSP430. Основные узлы.											
2.1	Арифметико- логическое устройство.	+	+									+
2.2	Аппаратный умножитель	+	+									+
2.3	Сброс, прерывания и режимы работы.		+	+								+
2.4	Модуль синхронизации		+	+								
2.5	Таймер А / Таймер В			+								
3	Микроконтроллер ы семейства MSP430. Узлы организации передачи данных											
3.1	Порты ввода- вывода общего назначения			+								
3.2	Универсальный последовательный интерфейс (USI)			+								
3.3	Последовательный интерфейс SPI			+								
3.4	Последовательный интерфейс I2C			+								
3.5	Контроллер прямого доступа к памяти (DMA)				+							
4	Микроконтроллер ы семейства MSP430. Аналоговые и аналого-цифровые узлы.											
4.1	Модуль операционных усилителей				+							
4.2	Аналого-цифровой преобразователь ADC12				+							+

4.3	Аналоговый компаратор					+						+
4.4	Цифро-аналоговый преобразователь DAC12					+						+
5	Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Общие сведения. Структура. Ядро Cortex-M3/M4. Память. Регистры. Основы программирования.											
5.1	МК Tiva-C. Общие сведения.						+	+				
5.2	МК Tiva-C. Средство CCS.						+	+				
5.3	МК Tiva-C. Структура. Ядро Cortex-M3/M4.						+	+				
5.4	МК Tiva-C. Базовый проект программы.						+	+				
5.5	МК Tiva-C. Организация памяти.						+	+				
5.6	МК Tiva-C. Работа с памятью и регистрами.						+	+				
6	Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Внутренние периферийные модули. Особенности программного управления.											
6.1	МК Tiva-C. Периферийные модули. Устройство и принцип работы.								+			
6.2	МК Tiva-C. Программная работа с встроенной периферией.								+			
7	Микроконтроллеры семейства Tiva-											

	С. Интерфейсы передачи данных. Программная обработка.											
7.1	МК Tiva-C. Интерфейсы связи. Теория и алгоритмы.									+		
7.2	МК Tiva-C. Взаимодействие с интерфейсами на программном уровне.									+		
7.3	МК Tiva-C. Обработка данных.									+		
8	Микроконтроллеры семейства Tiva-C. Подсемейство MSP432.											
8.1	МК Tiva-C. Подсемейство MSP432. Структура и отличия.										+	+
8.2	МК Tiva-C. Программное обеспечение для MSP432.										+	+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0