

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.05.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 43,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Программирование (код) Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов С.И.
	Идентификатор	Rb1eef284-GerasimovSI-0dec9397

(подпись)

С.И. Герасимов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка
подписи)

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
ПК-1 Способен осуществлять руководство проектированием информационно-измерительных систем	ИД-10 _{ПК-1} Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем MSP430; - схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства MSP430; - язык низкого уровня – ассемблер (для MSP430); - язык высокого уровня – Си;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>- схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства Cortex-M3/M4;</p> <p>- базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем Cortex-M3/M4.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства MSP430, осуществлять тестирование и отладку кода; - создавать микропроцессорные и микроконтроллерные вычислительно-измерительные системы и устройства средней сложности на современной элементной базе; - разрабатывать оптимальные схемотехнические и программные решения узлов средств измерений с применением микропроцессоров и микроконтроллеров и систем на их основе; - выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования программных средств и поиску неисправностей в них; - программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства Cortex-M3/M4, осуществлять тестирование и отладку кода.

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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Повторение пройденного на лекциях материала, изучение дополнительного материала по тематике курса. Подготовка к контрольной работе № 1. Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	-	
	Всего за семестр	108.00	16.0	16.0	32	-	-	-	-	0.3	43.7	-	
	Итого за семестр	108.00	16.0	16.0	32	-	-	-	-	0.3	43.7	-	

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 № 6.

Основы работы со встроенными АЦП и ЦАП (опционально). Интерфейсы UART, SPI, I2C и пр. микроконтроллера семейства Tiva-C. Общие сведения.;

2. Практическое занятие по Tiva-C № 5.

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

3. Практическое занятие по Tiva-C № 4.

Применение стандартной библиотеки ввода-вывода данных как дополнительный элемент отладки и отображения информации.;

4. 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.;

5. 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 работы светодиодом. Написание кода программы в соответствии с заданным алгоритмом регистровым способом.;

6. 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.;

7. Практическое занятие по MSP430 № 5.
Инициализация и программирование последовательных портов SPI и I2C.;
8. Практическое занятие по MSP430 № 7.
Инициализация и программирование модуля АЦП DAC_12.;
9. Практическое занятие по MSP430 № 6.
Инициализация и программирование контроллера прямого доступа к памяти.;
10. 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.;
11. Практическое занятие по MSP430 № 4.
Инициализация и программирование Таймера А и Таймера В.;
12. Практическое занятие по MSP430 № 2.
Применение языка Си для программирования MSP430;
13. Практическое занятие по MSP430 № 1.
Арифметико-логическое устройство.;
14. Практическое занятие по MSP430 № 8.
Инициализация и программирование модуля ЦАП DAC_12.;
15. 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..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. Арифметические и логические операции с микроконтроллером MSP430;
2. Лабораторная работа №2. Применение портов общего назначения и внутренних таймеров микроконтроллера MSP430;
3. Лабораторная работа №3. Применение аналоговых усилителей и аналого-цифровых преобразователей микроконтроллера MSP430;
4. Лабораторная работа №4. Применение аналоговых компараторов и цифро-аналоговых преобразователей микроконтроллера MSP430;
5. 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.;
6. 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.;
7. 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.;
8. 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..

3.5 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	
Знать:										
базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем Cortex-M3/M4	ИД-10ПК-1					+				Контрольная работа/Контрольная работа № 2 (Микроконтроллеры Tiva-C) Лабораторная работа/Лабораторная работа №5, Tiva-C
схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства Cortex-M3/M4	ИД-10ПК-1						+			Лабораторная работа/Лабораторная работа №6, Tiva-C
язык высокого уровня – Си	ИД-10ПК-1							+		Лабораторная работа/Лабораторная работа №7, Tiva-C
язык низкого уровня – ассемблер (для MSP430)	ИД-10ПК-1	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа № 1 (Микроконтроллеры MSP430)
схемотехнические аспекты микропроцессорных (микроконтроллерных) систем на основе контроллеров семейства MSP430	ИД-10ПК-1		+	+						Лабораторная работа/Лабораторная работа №2, MSP430
базовые архитектуры микропроцессорных (микроконтроллерных) систем MSP430	ИД-10ПК-1	+	+							Лабораторная работа/Лабораторная работа №1, MSP430
Уметь:										
программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства Cortex- M3/M4, осуществлять тестирование и отладку кода	ИД-10ПК-1								+	Лабораторная работа/Лабораторная работа №8, MSP432 Программирование

										(код)/Расчетное задание
выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования программных средств и поиску неисправностей в них	ИД-10 _{ПК-1}	+								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 _{ПК-1}				+					Лабораторная работа/Лабораторная работа №4, MSP430 Программирование (код)/Расчетное задание
создавать микропроцессорные и микроконтроллерные вычислительно-измерительные системы и устройства средней сложности на современной элементной базе	ИД-10 _{ПК-1}	+	+		+				+	Программирование (код)/Расчетное задание
программировать микропроцессорные (микроконтроллерные) устройства семейства MSP430, осуществлять тестирование и отладку кода	ИД-10 _{ПК-1}			+	+					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;
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>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
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
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, Компьютерный читальный зал	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