

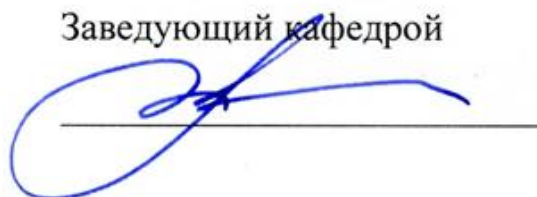
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра «Системы автоматического управления»

Утверждено на заседании кафедры  
«Системы автоматического управления»  
«27» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ О.В.Горячев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«Программирование встраиваемых систем»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

с направленностью (профилем)  
**Мехатроника**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150306-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Ефромеев А.Г., доцент, к.т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** дисциплины (модуля) являются освоение студентами основ устройства встраиваемых систем мехатронных модулей и их программирования.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- изучение принципов построения встраиваемых систем на базе современных микроконтроллеров, применяемых в мехатронных системах;
- получение навыков разработки программного обеспечения встраиваемых систем в мехатронных модулях;
- освоение средств разработки и отладки программного обеспечения встраиваемых систем.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается в 6 семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) архитектуру современных встраиваемых систем мехатронных модулей (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.1);
- 2) базовые принципы разработки программного обеспечения для встраиваемых систем мехатронных модулей (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.1);

### **Уметь:**

- 1) разрабатывать программное обеспечение на языке Си для встраиваемых систем мехатронных модулей (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.2);
- 2) программировать периферию современных микроконтроллеров мехатронных модулей (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.2);

### **Владеть:**

- 1) навыками использования современных сред разработки программного обеспечения встраиваемых систем (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
6	ДЗ	4	144	32	-	16	-	-	0,25	95,75
Итого	ДЗ	4	144	32	-	16	-	-	0,25	95,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

## 4.2 Содержание лекционных занятий

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>6 семестр</b>	
1	Введение в архитектуры встраиваемых систем
2	Микроконтроллеры
3	Основы программирования микроконтроллеров на языке ассемблер
4	Основы программирования микроконтроллеров на языке Си (1)
5	Основы программирования микроконтроллеров на языке Си (2)
6	Основы программирования микроконтроллеров на языке Си (3)
7	Отказоустойчивость встраиваемых систем. Стандарты написания безопасного кода.
8	Обзор семейства микроконтроллеров 1986BE9x и ядра ARM Cortex-M3
9	Набор команд и система памяти микроконтроллера
10	Порты ввода-вывода и система тактирования
11	Многофункциональные таймеры/счётчики, формирование ШИМ
12	Встроенный АЦП
13	Интерфейсы передачи данных: SPI, UART, I2C
14	Специализированные интерфейсы передачи данных CAN и LIN
15	Реализация контура управления электрическим приводом (1)
16	Реализация контура управления электрическим приводом (2)

## 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

## 4.4 Содержание лабораторных работ

№ п/п	Наименования лабораторной работы
<b>6 семестр</b>	
1	Знакомство со средой разработки Keil MDK-ARM и отладочным комплектом для микроконтроллера 1986BE92У
2	Отладка программного обеспечения с помощью внутрисхемного отладчика.
3	Стандарт CMSIS и базовый проект программного обеспечения. Работа с портами ввода-вывода.

№ п/п	Наименования лабораторной работы
4	Работа с прерываниями
5	Работа с таймерами/счетчиками и формирование ШИМ
6	Обмен данными по последовательному интерфейсу SPI
7	Обмен данными по последовательному интерфейсу UART
8	Использование АЦП

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>6 семестр</b>	
1	Самостоятельная практика программирования на языке Си
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к зачету

### 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>6 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на лабораторных работах	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на лабораторных работах	20
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференциальный зачет		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, имеющая проекционное оборудование и интерактивную доску. Для проведения лабораторных работ необходимо оборудование «Вычислительного зала» кафедры САУ.

Для проведения лабораторных работ требуется следующее специализированное оборудование:

- отладочные наборы для микроконтроллера 1986BE92У.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Керниган, Б. В. Язык программирования С : учебник / Б. В. Керниган, Д. М. Ричи. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 313 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100543> (дата обращения: 01.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Джозеф, Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство : руководство / Ю. Джозеф ; перевод с английского А. В. Евстифеева. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 552 с. — ISBN 978-5-97060-307-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69941> (дата обращения: 01.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Спецификация «Микросхема 32-разрядного однокристального микро-ЭВМ с памятью Flash-типа 1986BE9ху, K1986BE9ху, K1986BE9хуK, K1986BE92QI, K1986BE92QC, 1986BE91H4, 1986BE91H4, 1986BE94H4, K1986BE94H4»

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Розанов Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем - М.: Издательский центр "Академия" 2004. – 272с.

2. Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику : учеб.пособие / Новиков Ю.В. — М.: Интернет-ун-т информ. технологий: Бином, 2007 . – 343с.

3. Новожилов О.П., Основы микропроцессорной техники: учебное пособие: в 2 т.: т.2 / О.П. Новожилов. -М.: РадиоСофт., 2007. – 336с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека в области науки, технологии

2. [http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all\\_news.htm](http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all_news.htm) – научные электронные библиотеки, представленные на библиотечном сайте университета.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Интегрированная среда разработки Keil MDK-ARM Lite.
2. Редактор кода Notepad++.
3. Средство просмотра PDF-файлов.
4. Пакет программ «МойОфис Профессиональный»

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.