

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ**  
**МЕХАТРОННЫХ И РОБОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.25
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	5 семестр - 16 часов;
Практические занятия	5 семестр - 64 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 133,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Индивидуальный проект Проверочная работа Доклад	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Орлов И.В.
	Идентификатор	Rdedd75c5-OrlovIV-3bff3095

(подпись)

**И.В. Орлов**

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620

(подпись)

**Б.И. Адамов**

(расшифровка подписи)

**Заведующий выпускающей кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

**И.В. Меркурьев**

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение общих концепций разработки мехатронных систем и их программного обеспечения. При изучении дисциплины вырабатываются общие навыки практического использования методов проектирования мехатронных систем и программного обеспечения для них.

### Задачи дисциплины

- изучение сфер применения мехатронных систем;
- изучение основных концепций разработки мехатронных систем;
- изучение состава датчиковой аппаратуры мехатронных систем;
- изучение основных концепций и языков программирования мехатронных и робототехнических систем.

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
ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ИД-3 <sub>ОПК-11</sub> Способен осуществлять подбор информационно-измерительной аппаратуры, исходя из требуемых характеристик точности и условий функционирования мехатронной или робототехнической системы	знать: - приборный состав информационно-измерительных и управляющих устройств мехатронных систем; - назначение мехатронных систем и сферы их применения.
ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием	ИД-4 <sub>ОПК-11</sub> Способен подбирать электронные устройства управления мехатронными и робототехническими системами	знать: - основные методы подбора электронно-управляющих компонент для создания прототипов роботов и мехатронных устройств.  уметь: - подбирать электронно-управляющие компоненты для создания прототипов роботов и мехатронных устройств.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем		
ОПК-12 Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ИД-1 <sub>ОПК-12</sub> Способен разрабатывать программу испытаний готового мехатронного или робототехнического устройства, проводить отладку управляющих программ мехатронных и робототехнических устройств	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные концепции и языки программирования, используемые при создании прототипов роботов и мехатронных устройств.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создавать и отлаживать ПО для управления прототипов роботов и мехатронных систем.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать понятия и основы математического анализа и теоретической механики
- знать современные информационные технологии
- знать языки программирования высокого уровня
- уметь работать с современными информационными технологиями и программами автоматизированного проектирования и обработки информации
- уметь строить и исследовать математические и механические модели технических систем
- уметь применять типовые алгоритмы исследования движения механических систем

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 6 зачетных единиц, 216 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	Основные понятия и методы мехатроники	30	5	4	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка и согласование технического задания на разработку прототипа мехатронной или робототехнической системы.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 16-77</p>		
1.1	Основные понятия и методы мехатроники	30		4	-	6	-	-	-	-	-	-	20		-	
2	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR	68		6	-	26	-	-	-	-	-	-	36		-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Написание программ для платы Ардуино. Использование основных приемов программирования и встроенных функций.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 45-61</p>
2.1	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR	68		6	-	26	-	-	-	-	-	-	36		-	
3	Разработка ПО для управления робототехническими системами	82		6	-	32	-	-	-	-	-	-	44		-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Программирование индивидуальной мехатронной или робототехнической системы.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 106-143</p>
3.1	Организация процесса управления мехатронной системой	82		6	-	32	-	-	-	-	-	-	44		-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5			

	Всего за семестр	216.0		16	-	64	-	2	-	-	0.5	100	33.5	
	Итого за семестр	216.0		16	-	64	2		-		0.5		133.5	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Основные понятия и методы мехатроники

#### 1.1. Основные понятия и методы мехатроники

Основные определения мехатроники. Мехатронные модули движения. Интеллектуальные мехатронные модули движения. Сферы применения мехатронных систем. Приводы мехатронных систем. Способы управления МС. Применение мехатронных систем (МС) в автоматизированном технологическом оборудовании. Основные типы датчиков, используемые в мехатронных системах..

### 2. Основы программирования на языке C для микроконтроллеров AVR

#### 2.1. Основы программирования на языке C для микроконтроллеров AVR

Техника разработки программного обеспечения на языке C, структура программы. Основы синтаксиса языка C, арифметические операции. Организация и распределение памяти при выполнении программы. Типы данных: тип char, пользовательские типы, переменные, константы, область видимости переменных. Функции: возвращаемые значения, прототипы функций, классы памяти при объявлении локальных переменных, рекурсия. Структуры. Указатели и адреса переменных: передача в функции параметров по ссылке, указатели на структуры. Массивы и строки. Операторы ветвления: if-else, switch-case. Циклические конструкции: while, for, do-while, организация бесконечных циклов, операторы break, continue. Стандартные функции ввода/вывода: ввод/вывод символов с помощью функций getchar() и putchar(), функции ввода строк gets() и scanf(), функции вывода строк puts() и printf(). Директивы препроцессора: #include, #define, #error, директивы условной компиляции. Обработка прерываний..

### 3. Разработка ПО для управления робототехническими системами

#### 3.1. Организация процесса управления мехатронной системой

Организация процесса управления мехатронной системой. Формирование ШИМ-сигнала. Алгоритмы управления мехатронной системой и мобильным роботом: элементарные двигательные задачи, логика взаимодействия с сенсорами, езда по полосе. Задача движения мобильного робота на инфракрасный маяк. Алгоритм решения задачи движения на маяк. Разделение низкоуровневой и высокоуровневой логики управления РТС между встроенными микроконтроллерами и центральными управляющими ЭВМ (на примере ПО для управления мультиагентной системой роботов-футболистов). Распределение вычислительных задач управления между объектами системы управления, построение иерархических управляющих систем на основе объектного подхода разработки ПО..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Элементы мехатронных систем: мотор-редукторы, мехатронные модули вращательного движения на базе высокомоментных двигателей, модули линейного движения;
2. Основы программирования на языке C для микроконтроллеров AVR: типы данных, операторы цикла, цифровой и аналоговый ввод-вывод информации, подключение светодиодов, двигателей датчиков, ШИМ сигнал.;
3. Разработка ПО для управления робототехническими системами: работа с элементами системы FreeRTOS, механизм управления задачами - смена состояния задач, переключение между задачами с целью организации их совместного выполнения, переключение между задачами, динамическое распределение памяти, флаги..

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие концепции прототипирования и разработки программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем."

**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	
<b>Знать:</b>					
назначение мехатронных систем и сферы их применения	ИД-3 <sub>ОПК-11</sub>	+			Индивидуальный проект/ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 1, общая концепция системы
приборный состав информационно-измерительных и управляющих устройств мехатронных систем	ИД-3 <sub>ОПК-11</sub>	+			Индивидуальный проект/ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 1, общая концепция системы
основные методы подбора электронно-управляющих компонент для создания прототипов роботов и мехатронных устройств	ИД-4 <sub>ОПК-11</sub>	+			Индивидуальный проект/ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 2, подбор мехатронных компонент
основные концепции и языки программирования, используемые при создании прототипов роботов и мехатронных устройств	ИД-1 <sub>ОПК-12</sub>		+		Проверочная работа/Тест «Основы программирования на языке C для микроконтроллеров AVR»
<b>Уметь:</b>					
подбирать электронно-управляющие компоненты для создания прототипов роботов и мехатронных устройств	ИД-4 <sub>ОПК-11</sub>	+			Индивидуальный проект/ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 2, подбор мехатронных компонент
создавать и отлаживать ПО для управления прототипов роботов и мехатронных систем	ИД-1 <sub>ОПК-12</sub>			+	Доклад/ИДЗ "Разработка мехатронной системы", часть 3, управляющая программа

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

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

**5 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. ИДЗ "Разработка мехатронной системы", часть 3, управляющая программа (Доклад)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест «Основы программирования на языке C для микроконтроллеров AVR» (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 1, общая концепция системы (Индивидуальный проект)
2. ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 2, подбор мехатронных компонент (Индивидуальный проект)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №5)*

Итоговая оценка за освоение курса выставляется с учетом семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. Подураев Ю. В.- "Мехатроника: основы, методы, применение", Издательство: "Машиностроение", Москва, 2007 - (256 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=806;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=806)
2. Пош М.- "Программирование встроенных систем на C++ 17", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2020 - (394 с.)  
[https://e.lanbook.com/book/140589.](https://e.lanbook.com/book/140589)

##### **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. Dev-C++;
6. Arduino IDE.

### 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-215, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
	С-215, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-215, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
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
	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для консультирования	С-208/3, Кабинет сотрудников	стол, стул, шкаф для документов, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	С-114/1, Массажная	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы прототипирования и программирования мехатронных и робототехнических устройств

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 1, общая концепция системы (Индивидуальный проект)
- КМ-2 ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 2, подбор мехатронных компонент (Индивидуальный проект)
- КМ-3 Тест «Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR» (Проверочная работа)
- КМ-4 ИДЗ "Разработка мехатронной системы", часть 3, управляющая программа (Доклад)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Основные понятия и методы мехатроники					
1.1	Основные понятия и методы мехатроники		+	+		
2	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR					
2.1	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR				+	
3	Разработка ПО для управления робототехническими системами					
3.1	Организация процесса управления мехатронной системой					+
Вес КМ, %:			20	20	20	40