

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: Робототехнические устройства

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

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.03.15
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	8 семестр - 8 часов;
Практические занятия	8 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 160,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	8 семестр - 1,5 часа;
включая: Индивидуальный проект Проверочная работа Доклад	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Калашников А.А.
	Идентификатор	R003e6851-KalashnikovAA-6ea581c

А.А.
Калашников

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Долбикова Н.С.
	Идентификатор	Re789edb1-DolbikovaNS-479113b

Н.С. Долбикова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

С.В. Мезин

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 _{ОПК-11} 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-5 _{ОПК-11} Способен проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств	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-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-бОПК-11 Способен производить расчет элементов конструкции мехатронных и робототехнических устройств по заданным характеристикам прочности и жесткости	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные концепции и языки программирования, используемые при создании прототипов роботов и мехатронных устройств. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создавать и отлаживать ПО для управления прототипов роботов и мехатронных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Робототехнические устройства (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 механических моделей 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 5 зачетных единиц, 180 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	44.5	8	2	-	2	-	-	-	0.5	-	40	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка и согласование технического задания на разработку прототипа мехатронной или робототехнической системы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 16-77	
1.1	Основные понятия и методы мехатроники	44.5		2	-	2	-	-	-	0.5	-	40	-		
1.2	Способы управления МС	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR	44.5		2	-	2	-	-	-	-	0.5	-	40	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Написание программ для платы Ардуино. Использование основных приемов программирования и встроенных функций. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 45-61
2.1	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR	44.5		2	-	2	-	-	-	-	0.5	-	40	-	
2.2	Данные	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Разработка ПО для управления робототехническими системами	53.0		4	-	4	-	-	-	-	0.5	-	44.5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Программирование индивидуальной мехатронной или робототехнической системы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 106-143
3.1	Организация процесса управления мехатронной системой	53.0		4	-	4	-	-	-	-	0.5	-	44.5	-	
3.2	Логика	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

4	Структуры	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	Структуры	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	Функции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Прототипирование	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.1	Разработка ТЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.2	Экранные формы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Экзамен	38.0	-	-	-	2	-	-	0.3	-	-	35.7	-
	Всего за семестр	180.0	8	-	8	-	2	-	1.5	0.3	124.5	35.7	-
	Итого за семестр	180.0	8	-	8	2		1.5	0.3		160.2		

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. 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.

1.2. Способы управления МС

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.

2.2. Данные

константы, область видимости переменных. Функции: возвращаемые значения, прототипы функций, классы памяти при объявлении локальных переменных, рекурсия.

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.

3.2. Логика

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..

4. Структуры

4.1. Структуры

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.

4.2. Функции

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..

5. Прототипирование

5.1. Разработка ТЗ
Разработка ТЗ.

5.2. Экранные формы
Экранные формы.

3.3. Темы практических занятий

1. Основы программирования на языке C для микроконтроллеров AVR: типы данных, операторы цикла, цифровой и аналоговый ввод-вывод информации, подключение светодиодов, двигателей датчиков, ШИМ сигнал.;
2. 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. Элементы мехатронных систем: мотор-редукторы, мехатронные модули вращательного движения на базе высокомоментных двигателей, модули линейного движения.

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	4	5	
Знать:							
назначение мехатронных систем и сферы их применения	ИД-3опк-11	+					Индивидуальный проект/ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 1, общая концепция системы
приборный состав информационно-измерительных и управляющих устройств мехатронных систем	ИД-3опк-11	+					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-5опк-11	+					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-6опк-11		+	+	+		Проверочная работа/Тест «Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR»
Уметь:							
подбирать электронно-управляющие компоненты для создания прототипов роботов и мехатронных устройств	ИД-5опк-11	+				+	Индивидуальный проект/ИДЗ «Разработка мехатронной системы», часть 2, подбор мехатронных компонент
создавать и отлаживать ПО для управления прототипов роботов и мехатронных систем	ИД-6опк-11	+	+	+			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

8 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 №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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
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	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы прототипирования и программирования мехатронных и робототехнических устройств

(название дисциплины)

8 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		+	+		
1.2	Способы управления МС					+
2	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR					
2.1	Основы программирования на языке С для микроконтроллеров AVR				+	
2.2	Данные					+
3	Разработка ПО для управления робототехническими системами					
3.1	Организация процесса управления мехатронной системой					+
3.2	Логика				+	
4	Структуры					
4.1	Структуры				+	
4.2	Функции				+	
5	Прототипирование					

5.1	Разработка ТЗ		+		
5.2	Экранные формы		+		
Вес КМ, %:		20	20	20	40