

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
УСТРОЙСТВО И ПРОГРАММИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глухов О.В.
	Идентификатор	R5a634a8b-GlukhovOV-e664c6c7

О.В. Глухов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А. Комаров

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А. Комаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков в области устройства, программирования и управления беспилотными системами, необходимых для решения профессиональных задач в сфере автоматизации и робототехники..

Задачи дисциплины

- Ознакомить студентов с основными элементами и принципами работы беспилотных систем;
- Изучить методы программирования и алгоритмы управления беспилотными устройствами;
- Развить навыки работы с оборудованием, включая микрокомпьютеры, датчики, системы навигации и технического зрения;
- Сформировать умение проектировать и реализовывать алгоритмы автономного управления;
- Ознакомить студентов с методами интеграции современных технологий (UWB-навигация, компьютерное зрение, инерциальные системы) в беспилотные системы.

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 проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных систем	ИД-3ПК-1 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем	знать: - Принципы работы навигационных систем (GPS, UWB и инерциальные системы); - Основы программирования микрокомпьютеров (например, Raspberry Pi) для беспилотных устройств; - Основные компоненты и устройство беспилотных систем; - Методы обработки данных с датчиков и систем технического зрения; - Алгоритмы автономного управления и их применение. уметь: - Тестировать и отлаживать беспилотные системы в различных условиях; - Разрабатывать алгоритмы автономного движения, включая уклонение от препятствий и выполнение заданных маршрутов; - Работать с микрокомпьютерами и программировать их для управления беспилотными системами; - Настраивать и интегрировать оборудование беспилотной системы (датчики, камеры, исполнительные устройства);

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		- Использовать методы компьютерного зрения для навигации и выполнения задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать высшую математику
- знать основы теории цепей
- знать физику
- знать информатику
- уметь программировать на языках C++, Python
- уметь использовать базовые алгоритмы обработки данных
- уметь читать и понимать материал на иностранном (английском) языке

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	Основы устройства и работы беспилотных систем	40	1	14	-	2	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы устройства и работы беспилотных систем"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы устройства и работы беспилотных систем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 3-10, 31-50, 71-80</p>
1.1	Понятие беспилотных систем, их классификация и компонентная база	11		4	-	-	-	-	-	-	-	7	-	
1.2	Навигационные системы беспилотных устройств	16		6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
1.3	Аппаратная основа беспилотных систем	13		4	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
2	Программирование и управление беспилотными системами	47.7		14	-	6	-	-	-	-	-	27.7	-	
2.1	Основы программирования для управления беспилотными системами	11		2	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Программирование и управление беспилотными системами"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Программирование и управление беспилотными системами"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 56-75</p>
2.2	Алгоритмы автономного управления	18.7		6	-	2	-	-	-	-	-	10.7	-	
2.3	Использование систем технического зрения	18		6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
3	Практическое применение и	20	4	-	8	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу</p>	

	проектирование беспилотных систем												"Практическое применение и проектирование беспилотных систем"
3.1	Моделирование и отладка алгоритмов	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Практическое применение и проектирование беспилотных систем"
3.2	Реализация автономных сценариев	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 41-60
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7	-	

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. Основы устройства и работы беспилотных систем

1.1. Понятие беспилотных систем, их классификация и компонентная база

Понятие беспилотных систем и их применение. Классификация беспилотных систем: наземные, воздушные, водные. Основные компоненты беспилотной системы (микрокомпьютер, датчики, исполнительные устройства).

1.2. Навигационные системы беспилотных устройств

Основы работы с GPS и UWB навигацией. Интеграция инерциальных систем для повышения точности. Карты и представление сцены: геометрические карты, сетка занятости.

1.3. Аппаратная основа беспилотных систем

Принципы работы микрокомпьютеров (например, Raspberry Pi). Подключение датчиков и исполнительных устройств. Основы работы с электроникой и механикой беспилотных систем.

2. Программирование и управление беспилотными системами

2.1. Основы программирования для управления беспилотными системами

Введение в Python для робототехники. Написание базовых программ для управления движением. Использование библиотек для работы с датчиками и моторами.

2.2. Алгоритмы автономного управления

Принципы автономного движения: уклонение от препятствий, следование маршруту. Построение маршрутов с использованием алгоритмов A* и Dijkstra. Реализация алгоритмов уклонения от динамических препятствий.

2.3. Использование систем технического зрения

Основы компьютерного зрения. Распознавание объектов и ориентиров с использованием камеры. Интеграция системы зрения в алгоритмы навигации.

3. Практическое применение и проектирование беспилотных систем

3.1. Моделирование и отладка алгоритмов

Работа в симуляторах для тестирования алгоритмов навигации. Отладка программного обеспечения беспилотной системы. Анализ ошибок и их устранение.

3.2. Реализация автономных сценариев

Программирование сложных маневров: развороты, обгоны, точные остановки. Создание сценариев выполнения задач: доставка груза, патрулирование территории. Работа с комбинированными системами управления.

3.3. Темы практических занятий

1. Аппаратная основа беспилотных систем;
2. Основы программирования для управления беспилотными системами;
3. Алгоритмы автономного управления;
4. Использование систем технического зрения;
5. Моделирование и отладка алгоритмов;

6. Реализация автономных сценариев.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы устройства и работы беспилотных систем"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Программирование и управление беспилотными системами"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Практическое применение и проектирование беспилотных 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	
Знать:					
Алгоритмы автономного управления и их применение	ИД-3ПК-1		+		Проверочная работа/Практическое применение и проектирование беспилотных систем
Методы обработки данных с датчиков и систем технического зрения	ИД-3ПК-1		+		Проверочная работа/Практическое применение и проектирование беспилотных систем
Основные компоненты и устройство беспилотных систем	ИД-3ПК-1	+			Проверочная работа/Основы устройства и работы беспилотных систем
Основы программирования микрокомпьютеров (например, Raspberry Pi) для беспилотных устройств	ИД-3ПК-1		+		Проверочная работа/Программирование и управление беспилотными системами
Принципы работы навигационных систем (GPS, UWB и инерциальные системы)	ИД-3ПК-1	+			Проверочная работа/Основы устройства и работы беспилотных систем
Уметь:					
Использовать методы компьютерного зрения для навигации и выполнения задач	ИД-3ПК-1			+	Проверочная работа/Программирование и управление беспилотными системами
Настраивать и интегрировать оборудование беспилотной системы (датчики, камеры, исполнительные устройства)	ИД-3ПК-1	+			Проверочная работа/Основы устройства и работы беспилотных систем
Работать с микрокомпьютерами и программировать их для управления беспилотными системами	ИД-3ПК-1		+		Проверочная работа/Практическое применение и проектирование беспилотных систем
Разрабатывать алгоритмы автономного движения, включая уклонение от препятствий и выполнение заданных маршрутов	ИД-3ПК-1		+		Проверочная работа/Программирование и управление беспилотными системами
Тестировать и отлаживать беспилотные системы в различных условиях	ИД-3ПК-1			+	Проверочная работа/Основы устройства и работы беспилотных систем

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы устройства и работы беспилотных систем (Проверочная работа)
2. Практическое применение и проектирование беспилотных систем (Проверочная работа)
3. Программирование и управление беспилотными системами (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ковалев, С. В. Модульная цифровая платформа системы управления для беспилотного летательного аппарата : магистерская диссертация / С. В. Ковалев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ", Кафедра "Формирование и обработка радиосигналов" (ФОРС). – М., 2015. – 91 с. – диссертация только в электронном виде, для чтения перейдите в электронную библиотеку МЭИ.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7236>;

2. Фетисов В. С., Неугодникова Л. М.- "Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2024 - (132 с.)

<https://e.lanbook.com/book/422474>;

3. Лентовский В. В., Князева Т. Н., Герт А. В., Васильева Л. И.- "Системы ориентации и наведения беспилотных летательных аппаратов", Издательство: "БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова", Санкт-Петербург, 2019 - (86 с.)

<https://e.lanbook.com/book/157075>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Python;
3. ОС Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. 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-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-703/12, Лаборатория каф. "ФОРС"	стеллаж, стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование специализированное, компьютер персональный, принтер, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Е-703/8, Кабинет сотрудников каф. "ФОРС"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-704/14, Помещение каф. "ФОРС"	оборудование для экспериментов, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Устройство и программирование беспилотных систем

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основы устройства и работы беспилотных систем (Проверочная работа)

КМ-2 Программирование и управление беспилотными системами (Проверочная работа)

КМ-3 Практическое применение и проектирование беспилотных систем (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	16
1	Основы устройства и работы беспилотных систем				
1.1	Понятие беспилотных систем, их классификация и компонентная база		+		
1.2	Навигационные системы беспилотных устройств		+		
1.3	Аппаратная основа беспилотных систем		+		
2	Программирование и управление беспилотными системами				
2.1	Основы программирования для управления беспилотными системами			+	+
2.2	Алгоритмы автономного управления			+	+
2.3	Использование систем технического зрения				+
3	Практическое применение и проектирование беспилотных систем				
3.1	Моделирование и отладка алгоритмов		+		
3.2	Реализация автономных сценариев			+	
Вес КМ, %:			30	30	40