Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 18:24:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информационных технологий

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____/ Д.Г. Демидов /
«_27_»_____февраля_____2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки
«Интеллектуальные беспилотные системы»

Год начала обучения:
2025

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2025

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры  / Т.Т. Идиатуллов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «СМАРТ-технологии»,

к.т.н., доцент  / Е.В. Петрунина /

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 8
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 11
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 11
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 11
4.2 Основная литература 11
4.3 Дополнительная литература 12
4.4 Электронные образовательные ресурсы 12
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5 Материально-техническое обеспечение 12
6 Методические рекомендации 13
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7 Фонд оценочных средств 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3 Оценочные средства 17
Образовательная программа 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», ...18
ОП Киберфизические системы 18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основной целью освоения дисциплины «Разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов» - получение знаний и умений, позволяющих разрабатывать системы беспилотного авиационной робототехники, а также робототехнических комплексов различного прикладного назначения.

Основная задача освоения дисциплины «Разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов» - изучение основ технологий создания систем беспилотной летающей робототехники.

Планируемые результаты обучения связаны с достижением способностей к разработкам в области построения автономных систем управления. Освоенные умения должны включать, в том числе, методы подбора нормативных документов, определяющих требования к функционированию беспилотных транспортных средств, периферийных компонент оборудования, а также умения по разработке требований и проектированию программного обеспечения автономных летательных аппаратов и телеуправляемых авиационных систем малого класса.

Обучение по дисциплине «Разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2: Способен работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики.	**ИПК-2.1** ***ЗНАТЬ***: основные методы создания систем визуализации данных задачах контроля функционирования оборудования. **ИПК-2.2 Уметь:** выделять и систематизировать подходы к моделированию и визуализации, применимых в организации контрольно-приемочных испытаний. **ИПК-2.3 Владеть:** навыками сбора, обработки, и представления информации в ходе проведения контрольно-приемочных испытаний в том числе использованием систем дополненной и виртуальной реальности, а также трехмерного моделирования
ПК-3. Способен работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики	**ИПК-3.1. Знать:** основные принципы и методы синтеза аппаратного обеспечения при проектировании систем взаимодействующих микроконтроллерных модулей, разработки алгоритмов их функционирования, синтаксиса используемого языка программирования; методы работы с основными устройствами ввода-вывода микроконтроллерных систем; **ИПК-3.2. Уметь:**

	читать электрические принципиальные схемы проектов взаимодействующих микроконтроллерных систем; понимать написанные алгоритмы в разных видах; **ИПК-3.3. Владеть:** навыками разработки схем на основе обмена микроконтроллеров, написания кода, методами разработки интерфейсных модулей с использованием средств трехмерной графики

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов» относится к факультативным дисциплинам.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП:

- Программирование и алгоритмизация на языках высокого уровня;
- Системы технического зрения в автоматизированных системах управления;
- Основы технологий интернета вещей;
- Основы технологий мобильной робототехники;
- Основы технологий сервисной робототехники;
- Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники;
- Разработка интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, т.е. 144 академических часа.

На первом курсе в седьмом семестре выделяется 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часов (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов). Вид итогового контроля – экзамен, 4 курс, 7 семестр

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36

1.2	Семинарские/практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Выполнение заданий лабораторных работ	36	36
2.2	Повторение и закрепление материала курса	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**
	Итого:	**144**	**144**

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

Не проводится

3.1.3 Заочная форма обучения

Не проводится

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Перспективы развития беспилотных авиационных систем. Исследование трендов рынка беспилотных авиационных систем. Классификация беспилотных авиационных систем. Развитие аппаратной составляющей беспилотных авиационных систем.	24	6		6		12
2	Основы пилотирования мультироторных систем и систем самолетного типа. Использование FPV оборудования. Пульт удаленного управления полетом. Взлет и посадка. Особенности разных вариантов запуска дронов. Работа с навесным оборудованием. Применение полетных симуляторов.	24	6		6		12
3	Эксплуатация беспилотных авиационных систем. Проектирование и изготовление узлов БПЛА. Архитектура системы БПЛА. Модели проектирования. Датчики и	24	6		6		12

	исполнительные системы БПЛА. Акселерометры. Датчики угловой скорости. Датчики давления. Цифровые компасы. Система глобального позиционирования. Фильтрация и сглаживание данных. Формирование управляющих действий. Полетный контроллер.						
4	Системы координат БПЛА. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли. Ветровой треугольник. Кинематика и динамика движения БПЛА. Силы и моменты сил. Гравитационные силы. Аэродинамические силы и моменты. Движущие силы и моменты. Атмосферные возмущения. Выполнение маневров. Координированный поворот. Балансировочный режим.	24	6		6		12
5	Модели наведения. Модель автопилота. Кинематическая модель управляемого полета. Кинематические модели наведения. Динамическая модель наведения. Движение по прямолинейной траектории. Движение по круговой орбите. Система управления маршрутом. Переходы между путевыми точками. Траектории Дубинса. Планирование траектории. Поточечные алгоритмы. Алгоритмы охвата. Программирование автономного полета. Разработка полетных заданий.	24	6		6		12
6	Реализация алгоритмов компьютерного зрения в системах управления БПЛА. Детектирование навигационных маркеров. Анализ оптического потока. Трекинг объектов. Метод одновременной локализации и построения карты. Картирование на основе видеоданных	24	6		6		12
Итого		**144**	**36**	**36**			**72**

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

Не проводится

3.2.3 Заочная форма обучения

Не проводится

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Перспективы развития беспилотных авиационных систем. Исследование трендов рынка беспилотных авиационных систем. Классификация беспилотных авиационных систем. Развитие аппаратной составляющей беспилотных авиационных систем.

Тема 2. Основы пилотирования мультироторных систем и систем самолетного типа. Использование FPV оборудования. Пульт удаленного управления полетом. Взлет и посадка. Особенности разных вариантов запуска дронов. Работа с навесным оборудованием. Применение полетных симуляторов.

Тема 3. Эксплуатация беспилотных авиационных систем. Проектирование и изготовление узлов БПЛА. Архитектура системы БПЛА. Модели проектирования. Датчики и исполнительные системы БПЛА. Акселерометры. Датчики угловой скорости. Датчики давления. Цифровые компасы. Система глобального позиционирования. Фильтрация и сглаживание данных. Формирование управляющих действий. Полетный контроллер.

Тема 4. Системы координат БПЛА. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли. Ветровой треугольник. Кинематика и динамика движения БПЛА. Силы и моменты сил. Гравитационные силы. Аэродинамические силы и моменты. Движущие силы и моменты. Атмосферные возмущения. Выполнение маневров. Координированный поворот. Балансировочный режим.

Тема 5. Модели наведения. Модель автопилота. Кинематическая модель управляемого полета. Кинематические модели наведения. Динамическая модель наведения. Движение по прямолинейной траектории. Движение по круговой орбите. Система управления маршрутом. Переходы между путевыми точками. Траектории Дубинса. Планирование траектории. Поточечные алгоритмы. Алгоритмы охвата. Программирование автономного полета. Разработка полетных заданий.

Тема 6. Реализация алгоритмов компьютерного зрения в системах управления БПЛА. Детектирование навигационных маркеров. Анализ оптического потока. Трекинг объектов. Метод одновременной локализации и построения карты. Картирование на основе видеоданных

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Не проводятся.

3.4.2 Лабораторные занятия

ЛР-1	Предполетная подготовка БПЛА мультироторного типа.
Цель выполнения лабораторной работы: Ознакомление с общей схемой БПЛА мультироторного типа. Контроль размещения и подключения узлов БПЛА. Предполетная проверка и тестирования узлов. Контроль и настройка программного обеспечения БПЛА.	
Результат: Подготовленный к полету БПЛА мультироторного типа.	

Порядок выполнения лабораторной работы:
• Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение тем: Архитектура системы БПЛА. Датчики и исполнительные системы БПЛА. Датчики и исполнительные системы БПЛА. Акселерометры. Датчики угловой скорости. Датчики давления. Цифровые компасы. Система глобального позиционирования.
• Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины.
• Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:
1. Особенности конструкции мультироторного БПЛА.
2. Основные датчики БПЛ и их назначение.
3. Система глобального позиционирования.
4. Назначение операций предполетного контроля.

ЛР-2	Телеуправляемый пилотируемый полет в режиме FPV

Цель выполнения лабораторной работы: Изучение принципов пилотирования в режиме FPV и развитие понимания физических принципов полета.

Результат: Освоение навыков телеуправляемого полета в режиме FPV.

Порядок выполнения лабораторной работы:
• Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение тем: Основы пилотирования мультироторных систем и систем самолетного типа. Использование FPV оборудования. Пульт удаленного управления полетом. Взлет и посадка. Применение полетных симуляторов.
• Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины.
• Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:
1. Устройство и назначение основных элементов пульта управления дроном
2. Устройство и назначение основных элементов FPV-оборудования.
3. Возможности и особенности полетных симуляторов.
4. Типовые полетные маневры и способы их выполнения.

ЛР-3	Установка и настройка программного обеспечения.

Цель выполнения лабораторной работы: Ознакомление с составом программного обеспечения БПЛА и принципами его настройки

Результат: Установленное программное обеспечение БПЛА

Порядок выполнения лабораторной работы:
• Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение тем: Эксплуатация беспилотных авиационных систем.
• Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины.
• Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:
1. Процедура пуска-наладки программного обеспечения БПЛА.
2. Назначение и принципы работы полетного контролера мультироторных систем.
3. Подключение модуля интеллектуальной системы управления.
4. Диаграммы развертывания программного обеспечения комплексов БПЛА.

ЛР-4	Настройка программного контроля маневров движения БПЛА

Цель выполнения лабораторной работы: Изучить программное обеспечение автономного контроля маневрирования БПЛА.

Результат: Освоение методов программного формирования маневров БПЛА

Порядок выполнения лабораторной работы:

• Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение тем: Модели наведения. Модель автопилота. Кинематическая модель управляемого полета. Кинематические модели наведения. Динамическая модель наведения. Движение по прямолинейной траектории. Движение по круговой орбите.

• Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины.

• Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:

1. Система координат БПЛА на основе углов Эйлера и кватернионов
2. Кинематика и уравнения динамики БПЛА мультироторного и самолетного типов
3. Устойчивость БПЛА в полете.
4. Формирование локальных маневров БПЛА в зависимости от его типа.

ЛР-5	Настройка полетного задания.

Цель выполнения лабораторной работы: Изучить программное обеспечение автономного контроля движения.

Результат: Освоение методов формирования полетного задания.

Порядок выполнения лабораторной работы:

• Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение тем: Система управления маршрутом. Переходы между путевыми точками. Траектории Дубинса. Планирование траектории. Поточечные алгоритмы. Алгоритмы охвата. Программирование автономного полета. Разработка полетных заданий.

• Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины.

• Защита лабораторной работы

Контрольные вопросы:

1. Глобальная система позиционирования
2. Путевые точки
3. Траектории Дубинса.
4. Полетное задание

ЛР-6	Применение систем технического зрения

Цель выполнения лабораторной работы: Изучить методы разработки систем технического зрения для контроля движения БПЛА

Результат: Освоение технологий программирования системы верхнего уровня с интегрированной системой технического зрения

Порядок выполнения лабораторной работы:

• Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение тем: Модель.

• Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:

1. Системы технического зрения в составе БПЛА и их назначение.
2. Библиотеки технического зрения
3. Решаемые задачи средствами технического зрения
4. Стабилизация движения с помощью инструментов технического зрения

.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Темы курсовых проектов представляется студентам в зависимости от предложений по тематике исследовательской работы или студент может предложить свою тему.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденный Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. N 929 "Об утверждении федерального образовательного стандарта …» Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 05 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;

4. Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;

5. Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. № 885/390;

6. Устав и локальные нормативные акты Московского политеха

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата (далее - выпускники), могут осуществлять профессиональную деятельность:

06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации средств вычислительной техники и информационных систем, управления их жизненным циклом)

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника, предъявляемым соответствующими профессиональными стандартами.

4.2 Основная литература

1. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика — Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с. ISBN 978-5-94836-393-6

2. Карпова, Т. Ю., К Эксплуатация беспилотных авиационных систем: учеб. пособие / Т. Ю. Карпова, А. С. Костин, Н. Н. Майоров; под ред. д-ра техн. наук Н. Н. Майорова. – СПб.: ГУАП, 2021. – 167 с.: ил.

4.3 Дополнительная литература

1. Еленин Д. В., Костин А. С., Майоров Н. Н. Основы автономного управления беспилотными авиационными системами для решения транспортных задач: учеб.- метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2020. 71 с.

2. Белоконь С. А., Золотухин Ю. Н., Мальцев А. С. и др. Управление параметрами полета квадрокоптера при движении по заданной траектории // Автометрия. 2012. № 5. С. 32–41.

3. Емельянова О. В., Попов Н. И., Яцун С. Ф. Моделирование движения квадроротационного летающего робота // Актуальные вопросы науки: Материалы VIII Международ. науч.-практ. конф. М.: Спутник+, 2013. С. 6–8

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. https://e.lanbook.com/ Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (дата обращения 10.08.2023)

2. https://academia-moscow.ru/e_learning/pum/ Программно-учебные модули «Издательский центр «Академия». (дата обращения 10.08.2023)

3. ЭОР не запланировано

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Linux OS
2. Robot Operation System
3. LibreOffice
4. Microsoft Office
5. Microsoft VisualStudio Community Edition
6. Microsoft VisualStudio Code
7. PyCharm

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Федеральная государственная информационная система - Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://нэб.рф

5 Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современной оргтехникой и персональными компьютерами с программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала и специализированным лабораторным оборудованием. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы

студентов. Рабочее место преподавателя должно быть оснащены современным компьютером с подключенной к нему электронной доской.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения для лекций, задачи для практических работ и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий практических работ, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.

Следует учесть, что часть лабораторно-практических заданий сопряжено с потенциально травмоопасной деятельность. В связи с чем необходимо ознакомление студентов с техникой безопасности и неукоснительное соблюдение норм безопасности работы с лабораторным оборудованием.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи учебным планом. Основой теоретической подготовки студентов являются аудиторные занятия и лекции, материалы лабораторных работ.

В процессе самостоятельной работы студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты и записи, готовятся к проведению и обрабатывают результаты лабораторных работ, готовятся к промежуточной аттестации, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

На занятиях студентов, в том числе предполагающих практическую деятельность, осуществляется закрепление полученных, в том числе и в процессе самостоятельной работы, знаний. Особое внимание обращается на развитие умений и навыков установления связи положений теории с профессиональной деятельностью будущего специалиста в области Веб-технологий.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально. Контроль самостоятельной работы организуется в двух формах:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль со стороны преподавателей (текущий и промежуточный).

Текущий контроль осуществляется на аудиторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется в письменной (устной) форме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;

• умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

• сформированность компетенций;

• оформление материала в соответствии с требованиями.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

• Опросы разделов

• Контрольные вопросы разделов

• Тестирование (итоговый тест)

• Подготовка к Лабораторным работам и их защита

• Чтения литературы и освоения дополнительного материала в рамках тематики дисциплины

• Подготовка к текущей аттестации

• Подготовка к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Образцы вопросов для проведения промежуточных аттестаций приведены в Разделе 7.3.2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Балльно-рейтинговая система, включающая следующие критерии оценки.

Критерии	Значение критерия
Выполнение и защита самостоятельных, домашних и лабораторных работ в срок	+5 баллов за каждую защищенную на отлично самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +4 балла за каждую защищенную на хорошо самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +3 балла за каждую защищенную на удовлетворительно самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; Максимальное значение критерия – не более 45 баллов.

Выполнение и защита итоговых самостоятельных, домашних и лабораторных работ в срок	+15 баллов за каждую защищенную на отлично самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +10 балла за каждую защищенную на хорошо самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +5 балла за каждую защищенную на удовлетворительно самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; Максимальное значение критерия – не более 15 баллов.
Невыполнение и/или не защита (защита с оценкой «неудовлетворительно») лабораторных работ в срок	-5 баллов за каждую выданную работу;
Выполнение экзаменационного задания	Максимальное значение критерия – 40 баллов.

Максимальная сумма набираемых по дисциплине баллов – 100. С началом каждого нового семестра изучения дисциплины набранные баллы обнуляются и рейтинг студента ведется заново. Перевод набранных баллов в оценку промежуточной аттестации производится согласно следующей таблице.

Оценка по балльно-рейтинговой системе	Оценка по итоговой аттестации
0 … 49	Неудовлетворительно
50 … 69	Удовлетворительно
70 … 84	Хорошо
85 … 100	Отлично

Шкалы оценивания результатов лабораторных работ

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Задание выполнено полностью и в срок. Отсутствуют ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент уверенно отвечает на контрольные вопросы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с любыми незначительными изменениями в задании.
Хорошо	Задание выполнено полностью и в срок. Присутствуют незначительные ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент правильно отвечает на вопросы о ходе работы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, однако возможны незначительные ошибки на дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений.

	Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с большинством незначительных изменений в задании.
Удовлетворительно	Задание выполнено либо со значительными ошибками, либо с опозданием. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на некоторые дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с лишь некоторыми незначительными изменениями в задании.
Неудовлетворительно	Задание полностью не выполнено, либо выполнено не в срок и с грубыми ошибками. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на большинство дополнительных вопросов, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Не может объяснить этапы выполнения задания, характеристики и свойства полученного результата, причины и взаимосвязи между ними, исходными данными и своими действиями. Неспособен доработать полученные результаты в соответствии с незначительными изменениями в задании.

Шкала оценивания экзаменационного ответа:

Шкала оценивания	Описание
Отлично	если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.
Хорошо	если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.
Удовлетворительно	если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.
Неудовлетворительно	если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Оценка используется в рамках балльно-рейтинговой системы как одна из составляющих общей оценки за работу в ходе освоения дисциплины.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают опросы, контрольные вопросы и тестирование (итоговое) для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Контрольные вопросы

1. Перспективы развития беспилотных авиационных систем.
2. Исследование трендов рынка беспилотных авиационных систем.
3. Классификация беспилотных авиационных систем.
4. Развитие аппаратной составляющей беспилотных авиационных систем.
5. Основы пилотирования мультироторных систем и систем самолетного типа.
6. Использование FPV оборудования.
7. Пульт удаленного управления полетом.
8. Взлет и посадка.
9. Особенности разных вариантов запуска дронов.
10. Работа с навесным оборудованием.
11. Применение полетных симуляторов.
12. Эксплуатация беспилотных авиационных систем.
13. Проектирование и изготовление узлов БПЛА.
14. Архитектура системы БПЛА.
15. Модели проектирования.
16. Датчики и исполнительные системы БПЛА.
17. Акселерометры.
18. Датчики угловой скорости.
19. Датчики давления.
20. Цифровые компасы.
21. Система глобального позиционирования.
22. Фильтрация и сглаживание данных.
23. Формирование управляющих действий.
24. Полетный контроллер.
25. Системы координат БПЛА.
26. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли.
27. Ветровой треугольник.
28. Кинематика и динамика движения БПЛА.
29. Силы и моменты сил. Гравитационные силы.
30. Аэродинамические силы и моменты. Движущие силы и моменты.
31. Атмосферные возмущения.

32. Выполнение маневров. Координированный поворот. Балансировочный режим.

33. Модели наведения. Модель автопилота.

34. Кинематическая модель управляемого полета.

35. Кинематические модели наведения.

36. Динамическая модель наведения.

37. Движение по прямолинейной траектории. Движение по круговой орбите.

38. Система управления маршрутом. Переходы между путевыми точками.

39. Траектории Дубинса.

40. Планирование траектории.

41. Поточечные алгоритмы.

42. Алгоритмы охвата.

43. Программирование автономного полета.

44. Разработка полетных заданий.

45. Реализация алгоритмов компьютерного зрения в системах управления БПЛА.

46. Детектирование навигационных маркеров.

47. Анализ оптического потока.

48. Трекинг объектов.

49. Метод одновременной локализации и построения карты.

50. Картирование на основе видеоданных.

Типовой экзаменационный билет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения, кафедра «СМАРТ-технологии»
Дисциплина «Разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов»
Образовательная программа 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»,
ОП Киберфизические системы
Курс 4, семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Система глобального позиционирования. Фильтрация и сглаживание данных.

2. Система управления маршрутом. Переходы между путевыми точками.

Утверждено _____/ _____ / «___» _____ 20____ г.