Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.11.2023 15:29:39
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 /
«16» 02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разработка интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Киберфизические системы

Бакалавры

Очная форма обучения

Год набора: 2023

Москва, 2023 г.

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 9
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 12
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 13
5 Материально-техническое обеспечение 13
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 15
7.3 Оценочные средства 17
Образовательная программа 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», ...19
ОП Киберфизические системы 19

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Основная задача освоения дисциплины «Разработка интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта» - изучение основ технологий создания систем беспилотного движения.

Планируемые результаты обучения связаны с достижением способностей к разработкам в области построения интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта. 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 роботизированных наземных транспортных средств и логистических мобильных роботов.

Обучение по дисциплине «Разработка интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта» 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 разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	**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 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 системного и прикладного программирования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Разработка интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта» 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;
- Разработка систем сбора и обработки данных;
- Основы технологий интернета вещей;
- Основы технологий мобильной робототехники;
- Основы технологий сервисной робототехники;
- Задачи планирования движения и навигации в робототехнике;
- Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники.

3 Структура и содержание дисциплины

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

На четвертом 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
			7 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	Тема 1. Основные понятия в задачах разработки беспилотного транспорта. Архитектура БПТС. Задачи системы управления. Перцепция (восприятие). Локализация. Лидарная локализация. Визуальная одометрия. Sensor Fusion. Распознавание и отслеживание объектов. Поведение. Планирование пути. Обход препятствий. Операционная система для роботов (ROS). Облачная платформа. Создание HD карт.	24	6		6		12
2	Тема 2. Планирование пути. Планирование пути и движения. Уровни планирования. Двухслойная архитектура планирования. Входные и выходные данные планирования пути. Вариативность постановки задачи маршрутной декомпозиции. Технологичность обработки. Виды поиска. Поиск в ширину. Метод хлебных крошек. Принцип раннего выхода. Учет стоимости перемещения. Алгоритм Дейкстры. Жадный поиск по первому наилучшему. Влияние оценки пути. Алгоритм A*. Алгоритм D*.	24	6		6		12

3	Тема 3. Маршрутная декомпозиция. Декомпозиция и планирование пути. Пространство конфигураций. Динамические пространства конфигураций. Поиск пути в пространстве конфигураций. Сетчатые карты. Интерпретация клеток при движении. Полигональные карты. Графы видимости. Проблема возрастания сложности. Диаграммы Вороного. Решетки состояний. Навигационные сетки. Виды движения по полигонам. Улучшение качества маршрута. Иерархические карты. Карты кругового обзора. Связанные компоненты пространства конфигураций. Дорожные карты. Ссылки пропуска узлов (Skip links). Путевые точки (waypoints). Шоссе путевых точек (waypoint highway). Хранение (представление) маршрута. Theta*: Движение под произвольным углом. Dynamic Window Approach. Методы потенциальных полей. Гибридный А-стар (Hybrid A*). Алгоритмы частичного заполнения. Probabilistic Road Map (PRM). Быстро исследующие деревья (RRT).	24	6		6		12
4	Тема 4. Локализация БПТС. Архитектура БПТС в задаче локализации. Система глобального позиционирования. Программы точности определения положения и методы коррекции. Кинематический режим GNSS (RTK). GNSS-система позиционирования высокой точности (PPP). INS — инерциальные системы. Локализация по HD-картам. Семантический слой карты. Совмещение данных. Последовательность обработки. Визуальная одометрия. Колесная одометрия. Объединение данных сенсоров.	24	6		6		12
5	Тема 5. Цифровая модель дороги. Управление движением БПТС. Семантические слои карты как основа цифровой модели дороги. Потоки данных для управления. Прогнозирование поведения. Маршрутизация по полосам движения. Анализ пути для эффективного планирования маршрута. Цифровая модель дороги. Инструментарий сбора данных и составления цифровой модели дороги. Интеграция дополнительной информации в ЦМД. Кооперативная среда движения.	24	6		6		12
6	Тема 6. Применение систем технического зрения в системах беспилотного транспорта. Назначение систем технического зрения (применительно к робототехнике и смежным отраслям). Типовые задачи систем	24	6		6		12

	технического зрения. Реализация технического зрения в системах управления. Аппаратные и программные компоненты систем технического зрения. Структурные схемы реализации систем технического зрения. Особенности систем компьютерного зрения. Виды визуализации в системах технического зрения. Инструменты рисования. Применение оверлея. Распознавание структурированных объектов на изображении. Детектирование дорожных знаков. Детектирование разметки и элементов дорожной инфраструктуры. Навигация и локализация с использованием технического зрения.						
Итого		**144**	**36**		**36**		**72**

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

Не проводится

3.3.3 Заочная форма обучения

Не проводится

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия в задачах разработки беспилотного транспорта. Архитектура БПТС. Задачи системы управления. Перцепция (восприятие). Локализация. Лидарная локализация. Визуальная одометрия. Sensor Fusion. Распознавание и отслеживание объектов. Поведение. Планирование пути. Обход препятствий. Операционная система для роботов (ROS). Облачная платформа. Создание HD карт.

Тема 2. Планирование пути. Планирование пути и движения. Уровни планирования. Двухслойная архитектура планирования. Входные и выходные данные планирования пути. Вариативность постановки задачи маршрутной декомпозиции. Технологичность обработки. Виды поиска. Поиск в ширину. Метод хлебных крошек. Принцип раннего выхода. Учет стоимости перемещения. Алгоритм Дейкстры. Жадный поиск по первому наилучшему. Влияние оценки пути. Алгоритм A*. Алгоритм D*.

Тема 3. Маршрутная декомпозиция. Декомпозиция и планирование пути. Пространство конфигураций. Динамические пространства конфигураций. Поиск пути в пространстве конфигураций. Сетчатые карты. Интерпретация клеток при движении. Полигональные карты. Графы видимости. Проблема возрастания сложности. Диаграммы Вороного. Решетки состояний. Навигационные сетки. Виды движения по полигонам. Улучшение качества маршрута. Иерархические карты. Карты кругового обзора. Связанные компоненты пространства конфигураций. Дорожные карты. Ссылки пропуска узлов (Skip links). Путевые точки (waypoints). Шоссе путевых точек (waypoint highway). Хранение (представление) маршрута. Theta*: Движение под

произвольным углом. Dynamic Window Approach. Методы потенциальных полей. Гибридный A-стар (Hybrid A*). Алгоритмы частичного заполнения. Probabilistic Road Map (PRM). Быстро исследующие деревья (RRT).

Тема 4. Локализация БПТС. Архитектура БПТС в задаче локализации. Система глобального позиционирования. Программы точности определения положения и методы коррекции. Кинематический режим GNSS (RTK). GNSS-система позиционирования высокой точности (PPP). INS — инерциальные системы. Локализация по HD-картам. Семантический слой карты. Совмещение данных. Последовательность обработки. Визуальная одометрия. Колесная одометрия. Объединение данных сенсоров.

Тема 5. Цифровая модель дороги. Управление движением БПТС. Семантические слои карты как основа цифровой модели дороги. Потоки данных для управления. Прогнозирование поведения. Маршрутизация по полосам движения. Анализ пути для эффективного планирования маршрута. Цифровая модель дороги. Инструментарий сбора данных и составления цифровой модели дороги. Интеграция дополнительной информации в ЦМД. Кооперативная среда движения.

Тема 6. Применение систем технического зрения в системах беспилотного транспорта. Назначение систем технического зрения (применительно к робототехнике и смежным отраслям). Типовые задачи систем технического зрения. Реализация технического зрения в системах управления. Аппаратные и программные компоненты систем технического зрения. Структурные схемы реализации систем технического зрения. Особенности систем компьютерного зрения. Виды визуализации в системах технического зрения. Инструменты рисования. Применение оверлея. Распознавание структурированных объектов на изображении. Детектирование дорожных знаков. Детектирование разметки и элементов дорожной инфраструктуры. Навигация и локализация с использованием технического зрения.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Не проводятся.

3.4.2 Лабораторные занятия

ЛР-1	Простые алгоритмы движения
Цель выполнения лабораторной работы: Изучить базовые алгоритмы движения мобильных роботов с шасси автомобильного типа.	
Результат: Базовая система управления для БПТС с подключением к симулятору.	
Порядок выполнения лабораторной работы: • Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение материалов курса. • Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины. • Защита лабораторной работы.	
Контрольные вопросы: 1. Особенности конструкции БПТС.	

2. Особенности шасси автомобильного типа. 3. Управление движением. 4. Вероятностные модели движения.	
ЛР-2	Базовые алгоритмы следования за целью и трекинг движения
Цель выполнения лабораторной работы: Изучение кинематики движения БПТС при выполнении локальных маневров.	
Результат: Реализованные алгоритмы маневрирования	
Порядок выполнения лабораторной работы: • Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение материалов курса. • Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины. • Защита лабораторной работы.	
Контрольные вопросы: 1. Применяемые методы оценивания движения по данным одометрии 2. Способы задания маршрута 3. Маневрирование при уклонении от столкновений 4. Построение схем управления основанных на оценке положения.	
ЛР-3	Геометрические преобразования
Цель выполнения лабораторной работы: Изучение алгоритмов предсказания движения	
Результат: Изученные методы геометрических преобразований для решения задач по движению	
Порядок выполнения лабораторной работы: • Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение материалов курса. • Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины. • Защита лабораторной работы.	
Контрольные вопросы: 1. Отображение маршрута движения 2. Учет ориентации БПТС при анализе траектории движения. 3. Подключение модуля интеллектуальной системы управления. 4. Модификаторы положения-ориентации при помощи матриц поворота.	
ЛР-4	Детекция коллизий программными средствами
Цель выполнения лабораторной работы: Изучить алгоритмы оценивания коллизий на плоскости программными средствами	
Результат: Освоение методов программного формирования маневров БПТС	
Порядок выполнения лабораторной работы: • Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение материалов курса. • Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины. • Защита лабораторной работы.	
Контрольные вопросы: 1. Назначение методов анализа коллизий в системах управления БПТС 2. Применение геометрических методов анализа коллизий. 3. Анализ проходимости. 4. Анализ коллизий при криволинейном движении.	
ЛР-5	Локальное планирование пути и избегание столкновений
Цель выполнения лабораторной работы: Изучить программное обеспечение автономного контроля движения.	
Результат: Освоение методов оценки избегания столкновений	

Порядок выполнения лабораторной работы: • Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение материалов курса. • Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины. • Защита лабораторной работы.	
Контрольные вопросы: 1. Глобальная система позиционирования 2. Путевые точки 3. Траектории Дубинса. 4. Методы локального планирования и избегание столкновений	
ЛР-6	Применение цифровой модели дороги
Цель выполнения лабораторной работы: Изучить методы использования ЦМД в системах управления БПТС	
Результат: Освоение технологий программирования системы верхнего уровня с интегрированной цифровой моделью дороги	
Порядок выполнения лабораторной работы: • Подготовка к выполнению лабораторной работы, в том числе изучение материалов курса. • Выполнение индивидуального задания по теме дисциплины. • Защита лабораторной работы.	
Контрольные вопросы: 1. Цифровая модель дороги 2. Инструментарий составления ЦМД 3. Интеграция дополнительной информации в ЦМД 4. Корпоративные методы движения	

.

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. Шаошань Лю, Лиюнь Ли, Цзе Тан, Шуаш Ву, Жан-Люк Годье, Разработка беспилотных транспортных средств / науч. ред. В. С. Яценков; пер. с анг. П. М. Бомбаковой. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 246 с.: ил

2. Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Karl Kurzer, Path Planning in Unstructured Environments. STOCKHOLM, SWEDEN 2016

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. Gazebo Simulator
4. LibreOffice

5. Microsoft Office
6. Microsoft VisualStudio Community Edition
7. Microsoft VisualStudio Code
8. 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. Основные понятия в задачах разработки беспилотного транспорта.
2. Архитектура БПТС. Задачи системы управления.
3. Перцепция (восприятие). Локализация. Лидарная локализация.
4. Визуальная одометрия. Sensor Fusion.
5. Распознавание и отслеживание объектов. Поведение. Планирование пути.
6. Обход препятствий. Операционная система для роботов (ROS).
7. Облачная платформа. Создание HD карт.
8. Планирование пути. Планирование пути и движения.
9. Уровни планирования. Двухслойная архитектура планирования. Входные и выходные данные планирования пути. Вариативность постановки задачи маршрутной декомпозиции.
10. Технологичность обработки. Виды поиска.
11. Поиск в ширину. Метод хлебных крошек. Принцип раннего выхода.
12. Учет стоимости перемещения. Алгоритм Дейкстры.
13. Жадный поиск по первому наилучшему. Влияние оценки пути.

14. Алгоритм A*.

15. Алгоритм D*.

16. Маршрутная декомпозиция. Декомпозиция и планирование пути.

17. Пространство конфигураций. Динамические пространства конфигураций. Поиск пути в пространстве конфигураций.

18. Сетчатые карты. Интерпретация клеток при движении.

19. Полигональные карты. Графы видимости. Проблема возрастания сложности.

20. Диаграммы Вороного. Решетки состояний. Навигационные сетки.

21. Виды движения по полигонам. Улучшение качества маршрута.

22. Иерархические карты. Карты кругового обзора. Связанные компоненты пространства конфигураций.

23. Дорожные карты. Ссылки пропуска узлов (Skip links). Путевые точки (waypoints). Шоссе путевых точек (waypoint highway).

24. Хранение (представление) маршрута. Theta*: Движение под произвольным углом.

25. Dynamic Window Approach. Методы потенциальных полей.

26. Гибридный A-стар (Hybrid A*).

27. Алгоритмы частичного заполнения. Probabilistic Road Map (PRM).

28. Быстро исследующие деревья (RRT).

29. Локализация БПТС. Архитектура БПТС в задаче локализации.

30. Система глобального позиционирования. Программы точности определения положения и методы коррекции.

31. Кинематический режим GNSS (RTK). GNSS-система позиционирования высокой точности (PPP).

32. INS — инерциальные системы.

33. Локализация по HD-картам. Семантический слой карты.

34. Совмещение данных. Последовательность обработки.

35. Визуальная одометрия. Колесная одометрия.

36. Объединение данных сенсоров.

37. Цифровая модель дороги. Управление движением БПТС. Семантические слои карты как основа цифровой модели дороги.

38. Потоки данных для управления. Прогнозирование поведения.

39. Маршрутизация по полосам движения. Анализ пути для эффективного планирования маршрута.

40. Цифровая модель дороги. Инструментарий сбора данных и составления цифровой модели дороги.

41. Интеграция дополнительной информации в ЦМД. Кооперативная среда движения.

42. Применение систем технического зрения в системах беспилотного транспорта. Назначение систем технического зрения (применительно к робототехнике и смежным отраслям). Типовые задачи систем технического зрения.

43. Реализация технического зрения в системах управления. Аппаратные и программные компоненты систем технического зрения. Структурные схемы реализации систем технического зрения. Особенности систем компьютерного зрения.

44. Виды визуализации в системах технического зрения. Инструменты рисования. Применение оверлея.

45. Распознавание структурированных объектов на изображении. Детектирование дорожных знаков.

46. Детектирование разметки и элементов дорожной инфраструктуры.

47. Навигация и локализация с использованием технического зрения.

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 интеллектуальных систем управления беспилотного транспорта»
Образовательная программа 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»,
ОП Киберфизические системы
Курс 4, семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Пространство конфигураций. Динамические пространства конфигураций. Поиск пути в пространстве конфигураций.

2. Маршрутизация по полосам движения. Анализ пути для эффективного планирования маршрута.

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