

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
филиал в городе Каире Арабской Республики Египет



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Д.Р. Сафин

2024 г.
МП



Программа дисциплины (модуля)

Основы робототехники. Часть 2.

Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект и современная разработка программного обеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: английский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК- 7	Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных и базами знаний

Должен знать:

- основные понятия мобильной робототехники и областей ее применения;
- текущее состояние мобильной робототехники в России и за рубежом;
- типы мобильных роботов;
- постановка задач планирования маршрута для мобильных роботов;
- математические основы работы программного обеспечения ROS;
- задачи кинематики для мобильных роботов;
- методы локализации робота;
- типы карт;
- основные алгоритмы планирования маршрута;

Должен уметь:

- использовать систему координат и робототехнические инструментальные средства;
- использовать ROS и симулятор Gazebo для вычисления и построения маршрутов;
- описывать движение мобильного робота при помощи уравнений;
- применять оптимальный алгоритм планирования маршрута исходя из постановки задачи;
- программировать алгоритм планирования маршрута для робота на C++;
- работать в команде над робототехническим проектом и презентовать проект.

Должен владеть:

- навыками программирования при помощи C++ в ROS - Gazebo;
- культурой мышления;
- способностью к анализу и обобщению;
- готовностью обосновывать принимаемые проектные решения;
- способностью выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности решений

Должен демонстрировать способность и готовность:

- обосновывать принимаемые проектные решения;
- осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.05.03 основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Современная разработка программного обеспечения)" и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се м е ст р	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самосто ятельна я работа
			Лекц ии	Практ ически е заняти я	Лабора торные работы	
1.	Тема 1. Введение	6	0	8	0	8
2.	Тема 2. Принципы построения и применения наземных мобильных роботов	6	0	16	0	32
3.	Тема 3. Картографирование и локализация мобильных роботов	6	0	24	0	16
4.	Тема 4. Алгоритмы планирования маршрута	6	0	24	0	16
	Итого		0	72	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Основные понятия мобильной робототехники, история ее развития в России и других странах, текущая ситуация и перспективы развития мобильной робототехники в России и в мире. Законы робототехники в изложениях Азимова, Мэрфи и EPSRC. 10 мантр робототехника. Постановка задач планирования маршрута для мобильных роботов. От восприятия к пониманию. Симуляторы для мобильной робототехники. Использование ПО Matlab и пакета Robot Toolbox для планирования маршрута мобильного робота.

Тема 2. Принципы построения и применения наземных мобильных роботов

Типы мобильных роботов. Различные системы координат для мобильных роботов. Типы перемещения. Колесные роботы, типы и компоновка колес. Гусеничные роботы. Антропоморфные роботы. Связь между понятийным аппаратом для роботов-манипуляторов и мобильных роботов. Центр масс и критерии устойчивости. Статическая устойчивость. Три ключевые вопроса мобильной робототехники. Принцип See-Think-Act. Принципы управления походкой шагающего робота. Компромисс между свойствами стабильности, маневренности и управления при конструировании наземных мобильных роботов.

Тема 3. Картографирование и локализация мобильных роботов.

Основы топологии. Пространство конфигураций: 2D, 3D, общий случай. Препятствия в пространстве конфигураций. Кинематические и динамические модели. Представление робота в пространстве. Задачи прямой кинематики для мобильных роботов. Описание движения мобильного робота при помощи системы уравнений. Типы карт. Методы декомпозиции пространства для картографирования. Использование графов и деревьев для картографирования. Поиск по графу при помощи алгоритмов BFS, DFS, Dijkstra, A-Star. Методы локализации робота. Вероятностные методы. Фильтр частиц. Методы одновременной локализации и картографирования.

Тема 4. Алгоритмы планирования маршрута.

Глобальные и локальные методы планирования маршрута. Построение графа видимости. Тангенциальный граф. Алгоритмы семейства Bug. Поиск по графу при помощи алгоритма D-Star. Методы дорожной карты. Методы клетчатого разбиения. Граф Вороного. Методы построения при помощи огненного и волнового фронтов. Методы потенциальных полей. Вероятностные методы планирования. Методы, основанные на сэмплинге. Планирование пути в динамической среде.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде – через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде – в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе «Электронный университет». При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину (модуль).

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины (модуля). Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ROS Melodic Morenia - <http://wiki.ros.org/melodic>
2. ROS Gazebo simulator - <http://gazebosim.org/>
3. Java for Lego Mindstorms - <http://www.lejos.org/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Практические занятия:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Основная цель практических занятий - презентация домашних заданий студентов и обсуждение их в классе с другими студентами.2) Посещение практических занятий обязательно, так как презентация домашних заданий студентов в классе составляет порядка 50% от финальной оценки по курсу.3) В ходе дискуссий на практических занятиях студенты получают дополнительные бонусные баллы по результатам своих выступлений и замечаний.4) Студенты должны приходить вовремя на практические занятия и оставаться до конца, принимая активное участие в дискуссиях. В случае отсутствия студента в классе в момент вызова к доске, он/она лишается оценки за презентацию домашнего задания, кроме случаев выхода из класса на короткий промежуток с разрешения преподавателя.5) В практические задания включаются элементы соревнований. За победу в соревнованиях студенты получают дополнительные бонусные баллы.
самостоятельная работа	<p>Задания по программированию и конструированию:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Для заданий по конструированию будет использоваться конструктор LEGO EV3. Конструктор выдается на двух студентов, формирующих группу, под роспись. Процедура выдачи-приемки строго согласована.2) С момента выдачи конструктора LEGO EV3 на руки студентам и до момента его сдачи в конце курса студент несет полную ответственность за его использование и сохранность. На студента оформляется разрешение на внос-вынос конструктора из здания Высшей школы ИТИС КФУ. По окончании практических занятий студент должен сдать конструктор LEGO EV3 в полной комплектации и исправном состоянии. Для допуска к экзамену студент обязан сдать конструктор LEGO EV3 согласно процедуре выдачи-приемки.3) Для заданий по программированию необходимо будет использовать ПО Matlab (студентская версия), Robotics Toolbox (open source software), YARP (open source software). ПО не предоставляется и ответственность по приобретению, установке и использованию ПО лежит полностью на студенте.4) При подготовке домашних заданий с конструктором LEGO EV3 учитывайте, что экспериментальная работа для определения параметров ПИД контроллеров, пороговых значений и пр. требует большого количества времени (несколько дней) и эту работу невозможно осуществить в сжатые сроки.5) При подготовке домашних заданий, требующих написания кода, при проверке решений предъявляются стандартные требования к разработке ПО: модулярность кода, описание функций, наличие комментариев, тестирование.

Вид работ	Методические рекомендации
	6) Часть заданий по курсу требует работы в команде. Рекомендуется выполнять все командные задания вместе, а не разделять задания на независимые части между членами команды.
экзамен	<p>Для успешной сдачи экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Изучить весь теоретический материал, который был представлен преподавателем на лекциях в течение семестра. 2) Найти дополнительные источники, о которых будет сказано на практических занятиях и самостоятельно изучить темы. 3) Для успешной сдачи экзамена студент должен посвящать самостоятельной подготовке (изучение лекций, чтение дополнительных материалов, решение задач) не менее, чем указанное в РПД время. 4) Прийти на экзамен вовремя. 5) Студенту разрешается использовать на экзамене собственные конспекты лекций и практических занятий. Обязательное условие: конспект принадлежит студенту, подписан его фамилией и записан идентичным почерком относительно письменных записей на экзамене. По требованию преподавателя конспект может сдаваться вместе с экзаменационной работой и будет возвращен студенту после проверки письменных работ. 6) Во время экзамена уличенный в списывании студент получает оценку 0 с аннулированием оценок за выполненные в течение семестра домашние задания.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ;
- учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья);
- компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов;
- наборы конструктора LEGO EV3 из расчета 1 набор на 2 обучающихся (оборудование из состава научно-исследовательского оборудования кафедры интеллектуальной робототехники);
- конструктор RSE-LIRS для построения препятствий и лабиринтов для мобильных роботов (один набор на всю группу, оборудование из состава научно-исследовательского оборудования кафедры интеллектуальной робототехники);
- проектор.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.04 "Программная инженерия (Современная разработка программного обеспечения)".

Приложение №1
к рабочей программе дисциплины (модуля)
«Основы робототехники. Часть 2.»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Филиал в городе Каире Арабской Республики Египет

**Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
Основы робототехники. Часть 2.**

Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
Профиль подготовки: Искусственный интеллект и современная разработка программного обеспечения
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очная
Язык обучения: английский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

4.1.1. Презентация – Введение

4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.1.2. Критерии оценивания

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

4.1.2. Творческое задание - Принципы построения и применения наземных мобильных роботов

4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.2.2. Критерии оценивания

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

4.1.3. Компьютерная программа - Картографирование и локализация мобильных роботов

4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.3.2. Критерии оценивания

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

4.1.4. Творческое задание - Алгоритмы планирования маршрута

4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.4.2. Критерии оценивания

4.1.4.3. Содержание оценочного средства

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Экзамен

4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.2.1.2. Критерии оценивания

4.2.1.3. Оценочные средства

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенций	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p>ПК-7 - Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных и базами знаний</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и формулировки в области мобильной робототехники; - типы мобильных роботов; - постановка задач планирования маршрута для мобильных роботов; - основные алгоритмы планирования маршрута. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать систему координат и робототехнические инструментальные средства; - описывать движение мобильного робота при помощи уравнений; - применять оптимальный алгоритм планирования маршрута исходя из постановки задачи; - программировать алгоритм планирования маршрута для робота. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками программирования мобильного робота; - способностью к анализу и обобщению; - готовностью обосновывать принимаемые проектные решения; - способностью выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности решений. 	<p>Текущий контроль:</p> <p>Презентация – Введение</p> <p>Творческое задание - Принципы построения и применения наземных мобильных роботов</p> <p>Компьютерная программа - Картографирование и локализация мобильных роботов</p> <p>Творческое задание - Алгоритмы планирования маршрута</p> <p>Промежуточная аттестация:</p> <p>Экзамен</p>

2. Критерии оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	
ПК-7 - Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных и базами знаний	Знает основные понятия и формулировки в области мобильной робототехники, типы мобильных роботов, постановку задач планирования маршрута для мобильных роботов в классических постановках Чапека, Латомба, Чосета, Сигварта и Дудека, основные алгоритмы планирования маршрута, перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития робототехники.	Знает основные понятия и формулировки в области мобильной робототехники, типы мобильных роботов, постановку задач планирования маршрута для мобильных роботов в одной из классических постановок, базовые алгоритмы планирования маршрута.	Знает основные понятия и формулировки в области мобильной робототехники, типы мобильных роботов, постановку задач планирования маршрута для мобильных роботов в общих чертах, несколько алгоритмов планирования маршрута.	Не знает основные понятия и формулировки в области мобильной робототехники, типы мобильных роботов, постановку задач планирования маршрута для мобильных роботов, алгоритмы планирования маршрута.
	Умеет использовать систему координат и робототехнические инструменты средства, описывать	Умеет использовать систему координат и робототехнические инструменты средства, описывать движение мобильного робота при помощи уравнений,	Умеет использовать систему координат, описывать движение мобильного робота при помощи уравнений, применять алгоритмы	Не умеет использовать систему координат, не умеет описывать движение мобильного робота при

	<p>движение мобильного робота при помощи уравнений, определять и применять оптимальный алгоритм планирования маршрута исходя из постановки задачи, программировать глобальные, локальные и смешанные алгоритмы планирования маршрута для мобильного робота.</p>	<p>определять и применять оптимальный алгоритм планирования маршрута исходя из постановки задачи, программировать глобальные и локальные алгоритмы планирования маршрута для мобильного робота.</p>	<p>планирования маршрута исходя из постановки задачи, программировать глобальные алгоритмы планирования маршрута для мобильного робота.</p>	<p>помощи уравнений, не умеет применять алгоритмы планирования маршрута исходя из постановки задачи, не умеет программировать никакие алгоритмы планирования маршрута для мобильного робота.</p>
	<p>Владеет навыками программирования мобильного робота, способностью к анализу и обобщению материала в области мобильной робототехники, навыками обоснования принимаемых проектных решений для задач мобильной робототехники, навыками выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности решений задач мобильной робототехники.</p>	<p>Владеет навыками программирования мобильного робота, навыками выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности решений задач мобильной робототехники.</p>	<p>Владеет базовыми навыками программирования мобильного робота.</p>	<p>Не владеет навыками программирования мобильного робота, не способен выполнять анализ и обобщение материала в области мобильной робототехники, не владеет навыками обоснования принимаемых проектных решений для задач мобильной робототехники, не владеет навыками выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности</p>

				решений задач мобильной робототехники.
--	--	--	--	----------------------------------------------

3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

6 семестр:

Текущий контроль:

Презентация по теме Введение – 5 балла

Творческое задание по теме Принципы построения и применения наземных мобильных роботов – 10 баллов

Компьютерная программа по теме Картографирование и локализация мобильных роботов – 15 баллов

Творческое задание по теме Алгоритмы планирования маршрута – 20 баллов

Итого $5 + 10 + 15 + 20 = 50$ баллов

Промежуточная аттестация:

Экзамен

Проверка теоретических знаний – 50 баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию: $50+50=100$ баллов.

Соответствие баллов и оценок:

86-100 – отлично

71-85 – хорошо

56-70 – удовлетворительно

0-55 – неудовлетворительно

4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

4.1. Оценочные средства текущего контроля

4.1.1. Презентация по теме Введение в мобильную робототехнику

4.1.1.1. Порядок проведения.

Студент самостоятельно выбирает какую-либо тему научного исследования, отражающую прорывные исследования в мобильной робототехнике, и подготавливает презентацию, отражающую 10 вопросов. Студент должен максимально подробно ответить на каждый вопрос и дополнительные вопросы по теме презентации от преподавателя и других студентов. На презентацию отводится 15 минут, на вопросы-ответы - 5 минут.

4.1.1.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– дает полный развернутый ответ на все основные вопросы (10 вопросов)

– дает полный или частичный ответ на все дополнительные вопросы по теме презентации от преподавателя и других студентов

– демонстрирует высокую подготовленность и эрудицию

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– дает полный развернутый ответ на подавляющее большинство основных вопросов (8 и более вопросов)

– дает частичный ответ на все дополнительные вопросы по теме презентации от преподавателя и других студентов, допуская отдельные погрешности и неточности

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– дает частичный ответ на большую часть основных вопросов (6 и более вопросов)

– в ответах на вопросы допускает значительные погрешности и неточности

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– не дает ответ на большую часть основных вопросов (отвечает на 5 или меньше вопросов)

– показывает слабое владение материалом

– не явился на занятие, в ходе которого проводилась презентация

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

Вопросы:

- 1) Обосновать выбор темы.
- 2) Показать общенаучные подходы в данном научном исследовании.
- 3) Показать базовые и прикладные составляющие исследования.
- 4) Акцентировать признаки научного подхода.
- 5) Пояснить теоретическую составляющую исследования.
- 6) Пояснить эмпирическую составляющую исследования.
- 7) Показать научную гипотезу.
- 8) Привести примеры использования.
- 9) Предложить дальнейшие усовершенствования.

10) Сделать выводы об актуальности данного исследования для вклада в дальнейшее развитие локального перемещения по планете с силой тяжести 21G межгалактической цивилизации рептилоидов.

4.1.2. Творческое задание по теме Принципы построения и применения наземных мобильных роботов по теме

4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Студент получает творческое домашнее задание по созданию и программированию мобильного робота из конструктора LEGO EV3. Для программирования используется программное обеспечение (ПО) Visual Studio Express Edition, Python 3.5.1 или CodeBlocks 16.01, на выбор студента. По желанию студента, допустимо дополнительное использование ПО leJOS EV3 0.9.1-beta, которое является свободно распространяемой прошивкой для контроллера LEGO EV3 и доступно для свободного скачивания по ссылке <http://www.lejos.org/>

4.1.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент собрал уникального мобильного робота и от 5 до 6 заданий выполняются собранным мобильным роботом без ошибок

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент собрал уникального мобильного робота и от 3 до 4 заданий выполняются собранным мобильным роботом без ошибок

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент собрал типового (не уникального) мобильного робота и от 3 до 4 заданий выполняются собранным мобильным роботом без ошибок

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент не смог собрать уникального мобильного робота
– студент собрал мобильного робота, но менее 3-х заданий выполняются собранным мобильным роботом без ошибок

– не сдал задание

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

Задачи:

- 1) Запрограммировать движение робота по прямой линии без использования датчиков.
- 2) Запрограммировать движение робота по прямой линии с использованием датчиков.
- 3) Запрограммировать движение робота вдоль прямой стены с использованием датчиков.
- 4) Запрограммировать движение робота вдоль прямой стены с использованием датчиков с удержанием постоянного расстояния до стены.
- 5) Запрограммировать движение робота вдоль стены лабиринта с использованием датчиков.

- б) Запрограммировать движение робота вдоль стены лабиринта с использованием датчиков с удержанием постоянного расстояния до стен лабиринта.

4.1.3. Компьютерная программа по теме Картографирование и локализация мобильных роботов

4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Компьютерная программа создается в течении занятия по случайно определенной теме, каждому студенту предлагаются 1 случайно выбранная тема (задание одинаковое, отличие в модели робота и алгоритме картографирования). Студент должен запрограммировать задачу по предложенной теме. Для программирования используется программное обеспечение (ПО) Visual Studio Express Edition, Python 3.5.1 или CodeBlocks 16.01, на выбор студента. По желанию студента, допустимо дополнительное использование ПО Robot Operating System, которое является свободно распространяемым и доступно для свободного скачивания по ссылке <http://www.ros.org/>. Также используется симулятор LIRS-WCT, разработанный сотрудниками и студентами под руководством Е.А.Магида на кафедре интеллектуальной робототехники.

4.1.3.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- создал программу, выполняющую поставленную задачу
- не допустил ошибок в созданной программе
- не допустил математические ошибки

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- создал программу, но решение не было доведено до конца
- допустил некритичные ошибки

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- реализовал алгоритм решения примерно наполовину
- допустил вычислительные ошибки

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– допустил существенные ошибки, показавшие, что студент не обладает соответствующими умениями

- создал программу, соответствующую менее половины всех требований

– не пришел на занятие, в ходе которого проводился текущий контроль в виде компьютерной программы

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

Задачи:

Используя симулятор LIRS-WCT создать мир Gazebo с не менее, чем 40 препятствиями не менее 10-ти различных типов (объектов). В созданном мире загрузить одну из моделей мобильных роботов TuttleBot-Burger, TuttleBot-Waffle, Husky, Инженер, TyagoBase, Аврора Юниор или на выбор студента. Робот спамится в локации, указанной преподавателем. Студент получает алгоритм для картографирования по случайному выбору преподавателя (NectorMapping, GoogleCartographer и др.) и строит 2D карту мира в автономном режиме.

Обучающиеся выполняют задания, требующие создания уникальных объектов определённого типа. Тип объекта, его требуемые характеристики и методы его создания определяются потребностями профессиональной деятельности в соответствующей сфере либо целями тренировки определённых навыков и умений. Оцениваются креативность, владение теоретическим материалом по теме, владение практическими навыками.

4.1.4. Творческое задание по теме Алгоритмы планирования маршрута

4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Студент получает творческое домашнее задание по созданию и программированию мобильного робота из конструктора LEGO EV3 для поиска пути в лабиринте из точки старта в

точку цели. Для программирования используется программное обеспечение (ПО) Visual Studio Express Edition, Python 3.5.1 или CodeBlocks 16.01, на выбор студента. По желанию студента, допустимо дополнительное использование ПО leJOS EV3 0.9.1-beta, которое является свободно распространяемой прошивкой для контроллера LEGO EV3 и доступно для свободного скачивания по ссылке <http://www.lejos.org/>

4.1.4.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент собрал и запрограммировал уникального мобильного робота, который добрался до цели без ошибок и остановился на расстоянии не более 0.1м от цели

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент собрал и запрограммировал типового мобильного робота, который добрался достаточно близко до цели и остановился на расстоянии не более 0.3м от цели

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент собрал и запрограммировал мобильного робота, который не смог добраться до цели, но прошел не менее 30% пути в лабиринте

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– студент не смог собрать и запрограммировать мобильного робота

– студент собрал и запрограммировал мобильного робота, но робот не смог преодолеть более 30% пути до цели без ошибок

– не сдал задание

4.1.4.3. Содержание оценочного средства

Задачи:

Запрограммировать движение робота вдоль стены лабиринта с использованием датчиков с удержанием постоянного расстояния до стен лабиринта. В роли алгоритма движения из точки старта в точку цели студент может самостоятельно выбрать один из следующих алгоритмов: Bug1, Bug2, VisBug, DistBug, TangentBug, CautiousBug, WedgeBug или любой другой алгоритм из семейства Bug, или предложить свой собственный новый алгоритм.

4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

4.2.1. Экзамен

4.2.1.1. Порядок проведения.

Экзамен проходит в виде письменного задания. Студент должен дать полный ответ на пять случайно выбранных вопросов из представленного списка.

Для успешной сдачи экзамена:

- 1) Изучить весь теоретический материал, который был представлен преподавателем на занятиях в течение семестра.
- 2) Найти дополнительные источники, о которых будет сказано на занятиях, и самостоятельно изучить темы.
- 3) Для успешной сдачи экзамена студент должен посвящать самостоятельной подготовке (изучение основных материалов, чтение дополнительных материалов, решение задач) не менее, чем указанное в РПД время.
- 4) Прийти на Экзамен вовремя.
- 5) Студенту разрешается использовать на экзамене собственные конспекты изученного материала. Обязательное условие: конспект принадлежит студенту, подписан его фамилией и записан идентичным почерком относительно письменных записей на экзамене. По требованию преподавателя конспект может сдаваться вместе с экзаменационной работой и будет возвращен студенту после проверки письменных работ.
- 6) При входе в аудиторию выключить все электронные устройства и сложить их на стол преподавателя в строгой ориентации относительно магнитного поля.

7) Во время экзамена не разговаривать с соседями и самому с собой, не использовать телепатию для решения задач, не мешать другим студентам и преподавателю. Также запрещается выходить из кабинета после получения билета, есть или употреблять какие-либо жидкости, кроме негазированной воды.

8) За нарушение пунктов 6 и 7 студент будет немедленно удален с экзамена с оценкой неудовлетворительно

9) Во время экзамена уличенный в списывании студент получает оценку 0 с аннулированием оценок за выполненные в течение семестра домашние задания.

4.2.1.2. Критерии оценивания.

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- создал программу, выполняющую поставленную задачу
- не допустил ошибок в созданной программе
- не допустил математические ошибки

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- создал программу, но решение не было доведено до конца
- допустил не критичные ошибки

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- реализовал алгоритм решения примерно наполовину
- допустил вычислительные ошибки

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

– допустил существенные ошибки, показавшие, что студент не обладает соответствующими умениями

- создал программу, соответствующую менее половины всех требований

– не пришел на экзамен или был удален с экзамена за нарушение правил проведения на экзамене

4.2.1.3. Оценочные средства.

Примерные вопросы:

- 1) Опишите области применения мобильной робототехники
- 2) Приведите примеры разработанных и производимых в России мобильных робототехнических систем
- 3) Опишите постановку задачи планирования маршрута для мобильных роботов
- 4) Опишите и поясните схему «От восприятия к пониманию»
- 5) Приведите примеры симуляторов для мобильной робототехники.
- 6) Опишите типы мобильных роботов
- 7) Опишите типы перемещения наземных мобильных роботов
- 8) Опишите типы колесных роботов
- 9) Опишите типы колес
- 10) Опишите типы компоновка колес
- 11) Опишите гусеничные роботы, их преимущества и недостатки.
- 12) Опишите антропоморфные роботы, их преимущества и недостатки.
- 13) Объясните связь между понятийным аппаратом для роботов-манипуляторов и мобильных роботов.
- 14) Опишите понятия центра масс и критериев устойчивости
- 15) Опишите и поясните расчет статической устойчивости
- 16) Опишите и поясните три ключевые вопроса мобильной робототехники
- 17) Опишите и поясните принцип See-Think-Act
- 18) Опишите и поясните принципы управления походкой шагающего робота
- 19) Опишите и поясните принцип нахождения компромисса между свойствами стабильности, маневренности и управления при конструировании наземных мобильных роботов.

20) Опишите пространство конфигураций 2D. Постройте препятствия в пространстве конфигураций по полученной от преподавателя карте, описанию мобильного робота и типа его передвижения.

21) Опишите пространство конфигураций 3D. Постройте препятствия в пространстве конфигураций по полученной от преподавателя карте, описанию мобильного робота и типа его передвижения.

22) Опишите работу алгоритмов картографирования и локализация мобильных роботов

23) Опишите работу алгоритмов глобального планирования маршрута.

24) Опишите работу алгоритмов локального планирования маршрута.

25) Опишите работу алгоритмов планирования маршрута смешанного типа.

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект и современная разработка программного обеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: английский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012765-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1842546> (дата обращения: 12.12.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Камлюк В.С., Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники : учебное пособие / В.С. Камлюк, Д.В. Камлюк - Минск : РИПО, 2016. - 384 с. - ISBN 978-985-503-627-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855036273.html> (дата обращения: 12.12.2022). - Режим доступа : по подписке.

3. Корягин, А. В. Физические эксперименты и опыты с LEGO MINDSTORMS EV3: учебное пособие / Корягин А. В. , Смольянинова Н. М. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 182 с. - ISBN 978-5-97060-867-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970608678.html> (дата обращения: 12.12.2022). - Режим доступа : по подписке.

4. Интеллектуальные роботы : учебное пособие / И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров, С. В. Манько. — Москва : Машиностроение, 2007. — 360 с. — ISBN 5-217-03339-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/769> (дата обращения: 12.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лачуга Ю.Ф., Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет: учебное пособие / Лачуга Ю. Ф., Воскресенский А. Н., Чернов М. Ю. - Москва : КолосС, 2013. - 304 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) - ISBN 978-5-9532-0524-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953205245.html> (дата обращения: 12.12.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Барсуков, А. П. Кто есть кто в робототехнике: Компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем. Выпуск 2: справочник / А. П. Барсуков. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 128 с. — ISBN 978-5-94074-715-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"

: [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747154.html> (дата обращения: 12.12.2022). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Основы Робототехники Часть 2*

Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект и современная разработка программного обеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: английский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

1. Операционная система Microsoft office professional plus 2010, или Microsoft Windows 7 Профессиональная, или Windows XP (Volume License)
2. Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365, или Microsoft office professional plus 2010
3. Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC
4. Браузер Mozilla Firefox
5. Браузер Google Chrome
6. Kaspersky Endpoint Security для Windows
7. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM»
8. Электронная библиотечная система «Консультант студента»
9. Электронная библиотечная система Издательства «Лань»
10. Visual Studio Express Edition
11. Python 3.5.1
12. CodeBlocks 16.01