

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 24.05.2023 11:33:57
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП
«Мехатроника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

по профилю

«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Филатов Д.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САУ
14.02.2022, протокол № 02-2/2022

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 22.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	54
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	54
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

Дисциплина посвящена изучению конструктивных особенностей мобильных роботов и разработке систем управления для данных объектов. В рамках данного курса студенты изучают принципы перемещения мобильных роботов в воздушной среде, в воде и на суше. Рассматривается математическое описание динамики перемещения мобильных роботов различных конструкций. При изучении дисциплины на основе математического описания создаются компьютерные модели в среде MATLABSimulink, которые используются для изучения динамики мобильных роботов как объектов управления и разработки законов управления перемещением мобильных роботов.

SUBJECT SUMMARY

«MOBILE ROBOTICS»

The discipline is devoted to the study of the design features of mobile robots and the development of control systems for these objects. Within this course, students learn the principles of moving mobile robots in the air, in the water and on land. The mathematical description of moving dynamics of mobile robots of various designs is considered. When studying a discipline computer models are created on the basis of a mathematical description in the MATLABSimulink environment that are used to study the dynamics of mobile robots as objects of control and the development of control laws for the movement of mobile robots.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для проектирования систем управления мобильными роботами при решении задач локализации и навигации.

2. Задачи дисциплины:

-Изучение конструктивных особенностей мобильных роботов и их учёта при проектировании систем управления.

-Освоение разработки законов управления перемещением мобильных роботов и их компьютерного моделирования.

-Формирование знаний, умений и навыков практического применения методов решения задачи локализации мобильных роботов.

-Формирование знаний, умений и навыков практического применения методов решения задачи навигации мобильных роботов.

3. Дисциплина формирует знания о математическом описании динамики перемещения мобильных роботов в зависимости от конструктивных особенностей; знания о вероятностной локализации и SLAM-алгоритмах.

4. Дисциплина формирует умения проводить компьютерное моделирование мобильных роботов; умения решать задачи локализации и навигации мобильных роботов.

5. Дисциплина формирует навыки разработки законов управления перемещением мобильных роботов; навыки практической реализации алгоритмов прохождения лабиринтов; навыки практической реализации алгоритмов построения карт.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Микропроцессорные устройства систем управления»
2. «Основы мехатроники и робототехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Электротехническое проектирование»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ОПК-2	Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности;
<i>ОПК-2.3</i>	<i>Готовит исходные данные и выполняет расчеты</i>
ОПК-11	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;
<i>ОПК-11.1</i>	<i>Применяет стандартные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</i>
ОПК-14	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.
<i>ОПК-14.2</i>	<i>Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы для управления движением мобильных роботов</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			5
2	Тема 1. Конструктивные особенности мобильных роботов	4	12	1	10
3	Тема 2. Системы управления перемещением мобильных роботов	6	12	1	10
4	Тема 3. Локализация и навигация мобильных роботов	4	10	1	9
5	Заключение	1			20
	Итого, ач	17	34	3	54
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Литература, рекомендуемая при изучении дисциплины.
2	Тема 1. Конструктивные особенности мобильных роботов	Обзор конструкций сухопутных и водных мобильных роботов, беспилотных летательных аппаратов.
3	Тема 2. Системы управления перемещением мобильных роботов	Математическое описание динамики перемещения мобильных роботов. Основы моделирования и разработки законов управления перемещением мобильных роботов.
4	Тема 3. Локализация и навигация мобильных роботов	Вероятностная локализация. SLAM-алгоритмы. Алгоритмы прохождения лабиринтов. Алгоритмы построения карт.
5	Заключение	Тенденции в разработке и перспективы совершенствования конструкций и систем управления для мобильных роботов.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Управление мобильным роботом с помощью микроконтроллера PIC18F4525.	12
2. Прохождение мобильным роботом лабиринта.	12
3. Построение мобильным роботом карты местности.	10
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Целью курсовой работы является разработка программного обеспечения для системы управления мобильного робота, обеспечивающей движение робота по заданной траектории..

Содержание работы (проекта): В процессе выполнения курсовой работы студент должен произвести идентификацию параметров мобильного робота, определить характеристики основных элементов и устройств системы управления, создать компьютерную модель мобильного робота в среде MatLab Simulink, разработать систему управления и провести её отладку в среде MatLab Simulink, реализовать разработанную систему управления в виде программного обеспечения для микроконтроллера.

Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ. Объем пояснительной записки должен быть не менее 10 листов А4 (без учёта приложений). В содержании необходимо привести описание аппаратной части системы управления, описание компьютерной модели объекта управления, описание алгоритма управления, результаты моделирования системы управления, результаты исследования системы управления на мобильном роботе, листинг программного кода для микроконтроллера.

К защите допускаются студенты, полностью и правильно выполнившие зада-

ние курсовой работы и оформившие пояснительную записку в соответствии с требованиями. Оценка за курсовую работу выставляется на основе результата ее устной защиты..

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Система управления движением мобильного робота	Mobile robot motion control system

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной рабо-

ты, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	5
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	24
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	5
ИТОГО СРС	54

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Лукинов, Александр Павлович. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Текст] : учеб. пособие / А. П. Лукинов, 2012. -605 с.	неогр.
2	Романов А. М. Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем [Электронный ресурс] : учебно – методическое пособие, 2019. -68 с.	неогр.
3	Юревич Е.И. Основы робототехники [Электронный ресурс] / Е.И. Юревич, 2017. -304 с.	неогр.
4	Управление мобильными роботами [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работам по дисциплине "Основы мехатроники и робототехники" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2015. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Эрджиес К. Распределенные системы реального времени [Электронный ресурс], 2020. -382 с.	неогр.
2	Бабичев, Сергей Леонидович. Распределенные системы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Бабичев С. Л., Коньков К. А., 2020. - 507 с	неогр.
3	Филатов, Антон Юрьевич. Масштабируемые алгоритмы одновременного построения карты и локализации стаи мобильных роботов [Электронный ресурс] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.11 / Ан. Ю. Филатов ; науч. рук.: канд. техн. наук, доц. К. В. Кринкин, 2021. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
-------	-------------------

№ п/п	Электронный адрес
1	Интеллектуальное планирование траекторий подвижных объектов в средах с препятствиями http://girpc.ru/wp-content/uploads/2016/07/%D0%98%D0%9D%D0%A2%D0%95%D0%9B%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%A3%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%9E%D0%95-%D0%9F%D0%9B%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%95-%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%9E%D0%A0%D0%98%D0%99-%D0%9F%D0%9E%D0%94%D0%92%D0%98%D0%96%D0%9D%D0%AB%D0%A5-%D0%9E%D0%91%D0%AA%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%9E%D0%92-%D0%92-%D0%A1%D0%A0%D0%95%D0%94%D0%90%D0%A5-%D0%A1-%D0%9F%D0%A0%D0%95%D0%9F%D0%AF%D0%A2%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%98%D0%AF%D0%9C%D0%98.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12565>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Мобильная робототехника» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Для допуска к дифференцированному зачёту студентам необходимо выполнить и защитить отчёты по всем лабораторным работам, посетить не менее 80% лекций, выполнить и защитить курсовую работу. Итоговая оценка за дифференцированный зачёт рассчитывается как среднее арифметическое оценок, полученных за защиту лабораторных работ.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Математическое описание динамики перемещения мобильных роботов
2	Конструктивные особенности мобильных роботов. Одноколёсный привод
3	Конструктивные особенности мобильных роботов. Дифференциальный привод
4	Конструктивные особенности мобильных роботов. Синхронный привод
5	Конструктивные особенности мобильных роботов. Приводной механизм с управлением по принципу Аккермана.
6	Кинематика передвижения робота с дифференциальным приводом
7	Кинематика передвижения робота с рулевым управлением по принципу Аккермана
8	Датчики в мобильной робототехнике
9	Система управления мобильным роботом
10	SLAM-алгоритмы
11	Алгоритмы прохождения лабиринтов. Движение вдоль стены (правило левой руки)
12	Алгоритмы прохождения лабиринтов. Рекурсивный обход
13	Алгоритмы построения карт. Алгоритм построения конфигурационного пространства
14	Алгоритмы построения карт. Алгоритм построения сетки занятости
15	Алгоритмы построения карт. Алгоритм обхода препятствия по контуру

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примерные вопросы на коллоквиумах:

1. Конструкция приводного механизма с управлением по принципу Аккермана
2. Конструкция робота с синхронным приводом

3. Робот с дифференциальным приводом
4. Назначение и использование SLAM-алгоритмов
5. Какие Вы знаете алгоритмы прохождения лабиринтов?
6. В чем заключается рулевое управление по принципу Аккермана?
7. Какие входные данные необходимы при использовании SLAM-алгоритмов?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
5	Тема 1. Конструктивные особенности мобильных роботов	Коллоквиум
10	Тема 2. Системы управления перемещением мобильных роботов	Коллоквиум
15	Тема 3. Локализация и навигация мобильных роботов	Коллоквиум
17	Тема 1. Конструктивные особенности мобильных роботов Тема 2. Системы управления перемещением мобильных роботов Тема 3. Локализация и навигация мобильных роботов	Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий), по результатам которого студент получает допуск к дифференцированному зачёту.

на лабораторных занятиях

Текущий контроль включает в себя выполнение и защиту 3 лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально или в бригадах до 2 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально или в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются на коллоквиумах индивидуально каждым студентом. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае

если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной, а за защиту работы выставляется оценка по следующим критериям:

- «отлично» - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы;
- «хорошо» - вопросы раскрыты не полностью;
- «удовлетворительно» - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск к дифференцированному зачёту.

самостоятельной работы студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

при выполнении курсовой работы

Текущий контроль при выполнении курсовой работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовой работе и заданием на курсовую работу.

Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ. Объем пояснительной записки должен быть не менее 10 листов А4 (без учёта приложений). В содержании необходимо привести описание аппаратной части системы управления, описание компьютерной модели объекта управления, описание алгоритма управления, результаты моделирования системы управления, результаты исследования системы управления на мобильном роботе, листинг программного кода для микроконтроллера.

К защите допускаются студенты, полностью и правильно выполнившие задание курсовой работы и оформившие пояснительную записку в соответствии с требованиями. Оценка курсовой работы выставляется на основе резуль-

тата ее устной защиты.

Примеры контрольных вопросов к защите курсовой работы:

1. Перечислите и кратко охарактеризуйте методы идентификации параметров мобильных роботов.
2. Основные этапы создания компьютерной модели мобильного робота в среде MatLab Simulink.
3. Какие конструктивные особенности мобильного робота должны быть учтены в компьютерной модели?
4. Каким образом с помощью модели в Matlab можно получить код для микроконтроллера?
5. Какой алгоритм управления использовался для обеспечения движения робота по заданной траектории?

Оценка за курсовую работу выставляется в соответствии с четырехбалльной системой оценок:

- ”отлично” - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы, студент продемонстрировал как теоретические знания, так и практические навыки применения этих знаний;
- ”хорошо” - на заданные вопросы даны полные ответы, содержащие незначительные неточности;
- ”удовлетворительно” - на заданные вопросы получены ответы, которые в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки;
- ”неудовлетворительно” - отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, ПК или ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, оснащенных ПК, мобильные работы, рабочее место преподавателя	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) MatLab 2020 и выше; 4) MPLAB X 5.30 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА