Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 17:29:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc03

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

Передовая инженерная школа электротранспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор _____ /П.Итурралде/
«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Модуль "Беспилотные автомобили"

Локализация

Направление подготовки
27.04.04. Управление в технических системах

Профиль
Высокоавтоматизированные транспортные средства

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Профессор, д.т.н., доцент  /С.С.Шадрин /

Согласовано:
Отдел организации
и управления учебным
процессом  /Д.Т.Хамдамова/

Руководитель
образовательной программы
профессор, д.т.н., доцент  /С.С. Шадрин/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3. Содержание дисциплины 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 7
   - 4.2. Основная литература 7
   - 4.3. Дополнительная литература 8
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 8
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 9
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 9
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 10
7. Фонд оценочных средств 11
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
   - 7.3. Оценочные средства 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в части использования специализированных навигационных систем и разработки картографического обеспечения для функционирования высокоавтоматизированных транспортных средств.

Задачами освоения дисциплины являются приобретения обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса, и в частности:

- изучение навигационных систем;
- овладение навыками работы с высокоточной спутниковой навигацией;
- опыт работы с дифференциальными поправками;
- навыки работы с навигационными протоколами;
- навыки картирования местности и сборки высокоточных карт;
- умение настраивать навигационное оборудование.

Обучение по дисциплине «Модуль "Беспилотные автомобили" Локализация» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими. ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников. ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

-Модуль «Беспилотные автомобили» Виртуальное распознавание объектов

-Модуль «Беспилотные автомобили» Планирование движения

- Навигация и картография для высокоавтоматизированных транспортных средств

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54
	В том числе:		
1.1	Лекции		18
1.2	Семинарские/практические занятия		18
1.3	Лабораторные занятия		18
2	**Самостоятельная работа**	**126**	126
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен		
	Итого	**180**	

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	
1.1	Введение. Метод наименьших квадратов, рекурсия, метод максимального правдоподобия	28	4	4	4	-	16
1.2	Линейный фильтр Калмана	22	2	2	2	-	16

1.3	Нелинейные фильтры Калмана (EKF, ES-EKF)	22	2	2	2	-	16
1.4	Нелинейный фильтр Калмана UKF	22	2	2	2	-	16
1.5	Системы координат автомобиля, инерциальные средства измерений, ГНСС	22	2	2	2	-	16
1.6	Лидар и облако точек	22	2	2	2	-	16
1.7	Локализация по лидарной карте	22	2	2	2	-	16
1.8	Комплексирование данных, гибридные системы навигации	22	2	2	2	-	16
Итого		**180**	**18**	**18**	**18**	**-**	**126**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Метод наименьших квадратов, рекурсия, метод максимального правдоподобия

Тема 2. Линейный фильтр Калмана

Тема 3. Нелинейные фильтры Калмана (EKF, ES-EKF)

Тема 4. Нелинейный фильтр Калмана UKF

Тема 5. Системы координат автомобиля, инерциальные средства измерений, ГНСС

Тема 6. Лидар и облако точек

Тема 7. Локализация по лидарной карте

Тема 8. Комплексирование данных, гибридные системы навигации

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Применение методов наименьших квадратов, рекурсии, максимального правдоподобия
2. Программирование фильтров EKF, ES-EKF
3. Программирование фильтра UKF
4. Переходы между навигационными системами координат
5. Обработка лидарных данных
6. Комплексирование данных, гибридные системы навигации
7. Методическое обеспечение выполнения проекта

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы выполняются по методическим рекомендациям курса "LIDAR в автомобиле" с применением калибровочного стенда "LIDAR + набор плексигласовых пластин" (шифр оборудования СО4205-1Е) (16 ч).

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Отсутствуют курсовые проекты согласно учебному плану

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ Р 70249-2022 "Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Высокоавтоматизированные транспортные средства. Термины и определения"

ГОСТ Р 70250-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Варианты использования и состав функциональных подсистем искусственного интеллекта.

ГОСТ Р 70250-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Варианты использования и состав функциональных подсистем искусственного интеллекта.

ГОСТ Р 70256-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов контроля обочины и полосы движения.

4.2 Основная литература

1. Шадрин С.С. Методология создания систем управления движением автономных колесных транспортных средств, интегрированных в интеллектуальную транспортную среду: дис. ... докт. техн. наук. 05.05.03. М. 2017. 400 с.
2. Buehler M., Iagnemma K., Singh S. The DARPA Urban Challenge. Autonomous Vehicles in City Traffic. Springer. 2009. 651 p.
3. Шадрин С.С. Геоинформационное обеспечение автономного движения наземного транспорта // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2018. № 3 (122). С. 172-177.

4. Шадрин С.С. Энергоэффективное управление автономными колесными транспортными средствами на основе анализа высокоточных данных геоинформационной среды // Технологии и компоненты интеллектуальных транспортных систем. 2018. С. 100-112.
5. Шадрин С.С. Автономное транспортное средство команды BaseTracK в финале технологического конкурса «Зимний город» // Труды НАМИ. – 2020. – № 3 (282). – С. 46–59.
6. Özgüner Ü., Acarman T., Redmill K. Autonomous Ground Vehicles. Artech House. 2011. 289 p.
7. Tahirovic A., Magnani G. Passivity-Based Model Predictive Control for Mobile Vehicle Motion Planning. Springer. 2013. 64 p.
8. Autonomous Control Systems and Vehicles. Intelligent Unmanned Systems / Nonami K [et al.]. // Springer Japan. 2013. 306 p.

4.3 Дополнительная литература

1. Gonzalez R., Rodriguez F., Guzman JL. Autonomous Tracked Robots in Planar Off-Road Conditions. Modelling, Localization, and Motion Control. Springer. 2014. 122 p.
2. Cheng H. Autonomous Intelligent Vehicles. Theory, Algorithms, and Implementation. Springer. 2011. 163 p.
3. MARTIN T.C., ORCHARD M.E., SANCHEZ P.V. Design and simulation of control strategies for trajectory tracking in an autonomous ground vehicle // IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). 2013. P. 118-123.
4. Шадрин, С.С. Радикальное повышение безопасности дорожного движения интегрированием автономных колесных транспортных средств в интеллектуальную транспортную среду / С.С. Шадрин, А.М. Иванов, К.Е. Карпухин // Вестник машиностроения. – 2018. – № 1. – С. 85-88.
5. Шадрин, С.С. Влияние свойств программных компонентов системы технического зрения на безопасность движения беспилотного транспорта / С.С. Шадрин, П.А. Васин // Технологии и компоненты наземных интеллектуальных транспортных систем. – 2019. – С. 251-258.
6. Иванов А.М., Шадрин С.С., Андреев А.Н. Снижение аварийности в РФ за счет реализации многоуровневого подхода к тестированию автоматизированных транспортных средств // Вестник МАДИ. 2021. № 4 (67). С. 26-33.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
2. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Office / Российский пакет офисных программ

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm - электронная библиотека
2. http://www.ise-online.org International Society of Electrochemistry
3. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)
4. СДО Московского Политеха

5. Материально-техническое обеспечение

Специализированные аудитории «Передовая инженерная школа»: АВ4701 и АВ4710 оснащенные проектором, экраном, ПЭВМ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд вводных лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных

результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, ответить на вопросы. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на лабораторных занятиях, должны быть максимально приближены к темам представленные в пункте 3.4.

Изучение дисциплины завершается экзаменом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий экзамен, лично несёт ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов устройства транспортных средств, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Самостоятельная работа студентов направлена на изучение теоретического материала, подготовку к лабораторным, занятиям; выполнение контрольных заданий.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачами самостоятельной работы студента являются:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и/или экзамену.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с технической литературой. Научиться работать с

технической литературой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с технической литературой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное усвоить и применить на практике.

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:

- выполнение лабораторных работ;
- выполнение и защита группового проекта.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Проект:

Проект выполняется в группе и подразумевает создание прототипа устройства высокоточного позиционирования автомобиля в центре Москвы в условиях плотной городской застройки на заданном маршруте движения с использованием данных спутниковой навигации, кинематики движения автомобиля, инерциального устройства измерений.

По завершении проекта студенты презентуют и защищают общий результат исследования и практической работы.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену:

1. Задачи и проблемы локализации беспилотного автомобиля
2. Метод наименьших квадратов
3. Рекурсивный метод наименьших квадратов
4. Метод максимального правдоподобия
5. Линейный фильтр Калмана
6. Нелинейный фильтр Калмана (EKF)
7. Нелинейный фильтр Калмана (ES-EKF)
8. Нелинейный фильтр Калмана (UKF)
9. Системы координат автомобиля
10. Глобальная навигационная спутниковая система (разновидности, принципы работы, особенности, точности)
11. Лидар и облако точек
12. Локализация по лидарной карте
13. Гибридные системы навигации