

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:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735100c06

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  
  
Д.И.Итурралде/  
«27» февраля\* 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Навигация и картография для высокоавтоматизированных**  
**транспортных средств**

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.



/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 .....                     | 7  |
| 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 .....             | 8  |
| 4.6. | Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... | 8  |
| 5.   | Материально-техническое обеспечение .....                                          | 8  |
| 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 «Навигация и картография для высокоавтоматизированных транспортных средств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций                                        | Индикаторы достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | <p>ИУК-2.1. Разрабатывает концепцию управления проектом на всех этапах его жизненного цикла в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель и пути достижения, задачи и способы их решения, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p> <p>ИУК-2.2. Разрабатывает план реализации проекта в соответствии с существующими условиями, необходимыми ресурсами, возможными рисками и распределением зон ответственности участников проекта.</p> <p>ИУК-2.3. Осуществляет мониторинг реализации проекта на всех этапах его жизненного цикла, вносит необходимые изменения в план реализации проекта с учетом количественных и качественных параметров достигнутых промежуточных результатов.</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

- Подключенные автомобили и интеллектуальные транспортные системы
- Автомобильная сенсорика и электронные блоки управления
- Модуль «Беспилотные автомобили» Виртуальное распознавание объектов
- Модуль «Беспилотные автомобили» Планирование движения

### 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

#### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

Очная форма обучения

| №<br>п/п | Вид учебной работы               | Количество<br>часов | Семестры |
|----------|----------------------------------|---------------------|----------|
|          |                                  |                     | 1        |
| <b>1</b> | <b>Аудиторные занятия</b>        | <b>54</b>           | 54       |
|          | В том числе:                     |                     |          |
| 1.1      | Лекции                           |                     | 18       |
| 1.2      | Семинарские/практические занятия |                     |          |
| 1.3      | Лабораторные занятия             |                     | 36       |
| <b>2</b> | <b>Самостоятельная работа</b>    | <b>162</b>          | 162      |
| <b>3</b> | <b>Промежуточная аттестация</b>  |                     |          |
|          | Экзамен                          |                     |          |
|          | <b>Итого</b>                     | <b>216</b>          |          |

#### 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

##### 3.2.1. Очная форма обучения

| №<br>п/п | Разделы/темы<br>дисциплины | Трудоемкость, час |                   |                                 |                         |                            |                           |
|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
|          |                            | Всего             | Аудиторная работа |                                 |                         |                            | Самостоятельная<br>работа |
|          |                            |                   | Лекции            | Семинарские/<br>ические занятия | Лабораторные<br>занятия | Практическая<br>подготовка |                           |
|          | Раздел 1 «Введение»        |                   |                   |                                 |                         |                            |                           |

|              |                                                                    |            |           |          |           |          |            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------|------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|
| 1.1          | Виды навигационных систем, преимущества и недостатки, применимость | 26         | 2         | -        | 4         | -        | 20         |
|              | Раздел 2 «Спутниковая навигация»                                   |            |           |          |           |          |            |
| 2.1          | Глобальная навигационная спутниковая система GNSS                  | 26         | 2         | -        | 4         | -        | 20         |
| 2.2          | Системы координат, инструменты преобразований                      | 26         | 2         | -        | 4         | -        | 20         |
| 2.3          | Классы навигационного оборудования и особенности работы            | 26         | 2         | -        | 4         | -        | 20         |
| 2.4          | Особенности работы с GPS, DGPS, RTK, RTX, PPP                      | 28         | 4         | -        | 4         | -        | 20         |
|              | Раздел 3 «Картографическое обеспечение»                            |            |           |          |           |          |            |
| 3.1          | Картографические программные среды                                 | 26         | 2         | -        | 4         | -        | 20         |
| 3.2          | Особенности построения и использования лидарных карт               | 26         | 2         | -        | 4         | -        | 20         |
| 3.3          | HD-карты для высокоавтоматизированных транспортных средств         | 32         | 2         | -        | 8         | -        | 22         |
| <b>Итого</b> |                                                                    | <b>216</b> | <b>18</b> | <b>-</b> | <b>36</b> | <b>-</b> | <b>162</b> |

### 3.3 Содержание дисциплины

#### Раздел 1 «Введение»

**Тема 1.** Виды навигационных систем, преимущества и недостатки, применимость

#### Раздел 2 «Спутниковая навигация»

**Тема 1.** Глобальная навигационная спутниковая система GNSS

**Тема 2.** Системы координат, инструменты преобразований

**Тема 3.** Классы навигационного оборудования и особенности работы

**Тема 4.** Особенности работы с GPS, DGPS, RTK, RTX, PPP

#### Раздел 3 «Картографическое обеспечение»

**Тема 1.** Картографические программные среды

**Тема 2.** Особенности построения и использования лидарных карт

### **Тема 3. HD-карты для высокоавтоматизированных транспортных средств**

#### **3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий**

##### **3.4.2. Лабораторные занятия**

1. Протокол NMEA, обработка данных
2. Настройка навигационного оборудования
3. Работа с высокоточной навигацией в режиме RTK с дифференциальными поправками
4. Постобработка RINEX сырых навигационных данных
5. Аэрофотосъемка с БПЛА
6. Создание и работа с ортофотопланами
7. Работа с лидарной картой
8. Построение HD-карт

#### **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 33473-2015 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Глобальная навигационная спутниковая система АППАРАТУРА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

ГОСТ Р 70255—2022 СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и распознавания дорожных знаков

#### **4.2 Основная литература**

1. Комиссарова Т.С. Картография. СПб. 2010. 212 с.
2. Борискин А.Д. Аппаратура высокоточного позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем: Приемники-потребители навигационной информации. М. 2010. 281 с.

3. Шадрин С.С. Геоинформационное обеспечение автономного движения наземного транспорта // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2018. № 3 (122). С. 172-177.

#### **4.3 Дополнительная литература**

1. 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.

2. Шадрин С.С. Автономное транспортное средство команды BaseTracK в финале технологического конкурса «Зимний город» // Труды НАМИ. – 2020. – № 3 (282). – С. 46–59.

#### **4.4 Электронные образовательные ресурсы**

1. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
2. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://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, АВ4710 АВ4304 и АВ4310 оснащенные проектором, экраном, ПЭВМ.

| Наименование специальных помещений                                  | Оснащенность специальных помещений                                                                                                                                    | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная аудитория АВ4710                                         | оснащенные презентационной техникой (интерактивная доска).<br>Электронный курс лекций.                                                                                | -Microsoft Office Professional Plus                                                             |
| Лекционная аудитория АВ4701                                         | Оснащенные презентационной техникой (интерактивная доска).<br>Электронный курс лекций.                                                                                | -Microsoft Office Professional Plus                                                             |
| Лекционная аудитория и для практических работ АВ4304                | Оснащенные презентационной техникой. Интерактивная доска и необходимое количество ноутбуков, рассчитанные на количество человек в группе.<br>Электронный курс лекций. | - Microsoft Windows 10<br>-Microsoft Office Professional Plus                                   |
| Лекционная аудитория и для практических и лабораторных работ АВ4310 | Оснащенные презентационной техникой. Интерактивная доска и необходимое количество ноутбуков, рассчитанные на количество человек в группе.<br>Электронный курс лекций. | - Microsoft Windows 10<br>-Microsoft Office Professional Plus<br>-Обучающие системы LUCAS NULLE |

## 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.

Проектная работа подразумевает:

- развертывание группой студентов базовой станции;
- установку высокоточной навигации на автотранспортные средства;
- обеспечение канала передачи дифференциальных поправок;

- проведение дорожных тестов по замкнутой траектории на повторяемость, оценку точностей, локализацию забросов навигационных данных;

- сравнение точностей навигационных решений от разных спутниковых группировок (GPS, Glonass, Galileo, BeiDou).

По завершении проекта студенты защищают результаты исследования.

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

#### **Экзамен.**

1. Виды навигационных систем, преимущества и недостатки
2. Глобальная навигационная спутниковая система
3. Системы координат, инструменты преобразований
4. Протокол NMEA
5. Работа навигации в режимах GPS и DGPS
6. Работа навигации в режимах RTK и RTX
7. Работа навигации в режиме PPP
8. Станции дифференциальных поправок
9. Особенности построения и использования лидарных карт
10. HD-карты для высокоавтоматизированных транспортных средств