

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 06.06.2024 10:14:07

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742730600

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 /

2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы разработки и тестирования алгоритмов управления**  
**электрических транспортных средств**

Направление подготовки

**01.04.02. Прикладная математика и информатика**

Профиль

**Программная инженерия в автомобилестроении**

Квалификация

**магистр**

Формы обучения

**очная**

Москва, 2024 г.

**Разработчик(и):**

Преподаватель, к.т.н.



/В.В.Петин /

**Согласовано:**

Отдел организации  
и управления учебным  
процессом



/Д.Т.Хамдамова/

Руководитель  
образовательной программы  
преподаватель, к.т.н.,



/В.В.Петин/

## 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 .....	9
3.5.	Тематика курсовых проектов (курсовых работ) .....	11
4.	Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	11
4.1.	Нормативные документы и ГОСТы .....	11
4.2.	Основная литература .....	11
4.3.	Дополнительная литература .....	11
4.4.	Электронные образовательные ресурсы.....	12
4.5.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение .....	12
4.6.	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	12
5.	Материально-техническое обеспечение .....	12
6.	Методические рекомендации .....	12
6.1.	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения .....	13
6.2.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	14
7.	Фонд оценочных средств .....	15
7.1.	Методы контроля и оценивания результатов обучения.....	15
7.2.	Шкала и критерии оценивания результатов обучения.....	15
7.3.	Оценочные средства .....	15

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины заключается в подготовке специалистов автомобильной отрасли, способных разработать алгоритм управления электрического транспортного средства от стадии исследования задачи до внедрения в систему управления транспортного средства и постановки на серийное использование.

Обучение по дисциплине «Основы разработки и тестирования алгоритмов управления электрических транспортных средств» 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	<p>ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими.</p> <p>ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников.</p> <p>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.</p>
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<p>ИОПК – 3.1 Определяет функциональность работы в области транспорта с учетом имеющихся ограничений экономического, экологического и социального характера;</p> <p>ИОПК – 3.2 Решает технические задачи в области транспорта с учетом имеющихся экологических, экономических или социальных ограничений</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

- Основы систем автономного вождения и помощи водителю
- Виртуальные испытания наземных транспортных средств

### 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 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
			1
<b>1</b>	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>	48
	В том числе:		
1.1	Лекции		16
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия		32
<b>2</b>	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>168</b>	168
<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

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1. Концепция построения алгоритмов управления.						
1.1	Проведение анализа научных работ и патентов для разработки алгоритма.	13	1	-	2	-	10
1.2	Определение границ управляющих воздействий в соответствии с существующими требованиями к работе автомобильных систем и алгоритмов.	13	1	-	2	-	10
1.3	Технические задания, технические требования, функциональные требования.	13	1	-	2	-	10

	Раздел 2. Требования к безопасности разработки алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере.						
2.1	Обзор основных требований и стандартов к программному обеспечению в автомобильной сфере.	13	1	-	2	-	10
2.2	Разработка концепции безопасности алгоритма управления	13	1	-	2	-	10
2.3	Разработка структурных схем взаимодействия компонентов и систем автомобиля с учетом концепции обеспечения безопасности.	13	1	-	2	-	10
2.4	Анализ опасностей и оценка рисков.	13	1	-	2	-	10
2.5	Декомпозиция уровня рисков в архитектуре взаимодействия систем и алгоритмов.	13	1	-	2	-	10
2.6	Разработка на аппаратном уровне.	13	1	-	2	-	10
	Раздел 3. Методика построения алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере.						
3.1	Введение в AUTOSAR.	13	1	-	2	-	10
3.2	Уровни архитектуры программного обеспечения.	13	1	-	2	-	10
3.3	Методика взаимодействия уровней архитектуры программного обеспечения.	13	1	-	2	-	10
	Раздел 4. Тестирование и валидация алгоритмов управления						
4.1	MIL-тестирование	15	1	-	2	-	12
4.2	SIL-тестирование	15	1	-	2	-	12
4.3	HiL-тестирование	15	1	-	2	-	12
4.4	Валидация и индустриализация	15	1	-	2	-	12
<b>Итого</b>		<b>216</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>168</b>

### 3.3 Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Концепция построения алгоритмов управления

##### Тема 1. Проведение анализа научных работ и патентов для разработки алгоритма.

Объясняются алгоритмы поиска и подбора научно-технического материала для разработки алгоритмов управления по библиотекам и базам данных.

##### Тема 2. Определение границ управляющих воздействий в соответствии с существующими требованиями к работе автомобильных систем и алгоритмов

По выбранному студентом алгоритму управления необходимо провести анализ взаимодействия смежных систем транспортного средства и составить схему их взаимодействия.

### **Тема 3. Технические задания, технические требования, функциональные требования.**

Раскрываются понятия и отличия сопроводительной технической документации, описываются обязательные разделы и наполнение документации в соответствии с действующими требованиями и ГОСТами.

## **Раздел 2. Требования к безопасности разработки алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере.**

### **Тема 1. Обзор основных требований и стандартов к программному обеспечению в автомобильной сфере.**

Описываются современные требования безопасности к разрабатываемым системам и алгоритмам автомобилей.

### **Тема 2. Разработка концепции безопасности алгоритма управления.**

Описывается каким образом для выбранного алгоритма провести анализ максимально возможного уровня безопасности, которого можно достичь, в соответствии с требованиями функциональной безопасности к автомобилям.

### **Тема 3. Разработка структурных схем взаимодействия компонентов и систем автомобиля с учетом концепции обеспечения безопасности.**

В теме раскрывается, как по полученной концепции безопасности разработать структурную схему взаимодействия на уровне передачи данных и используемых интерфейсов систем автомобиля, достичь необходимый уровень безопасности.

### **Тема 4. Анализ опасностей и оценка рисков.**

Раскрывается методика построения таблиц анализа опасностей и оценки рисков в соответствии с требованиями функциональной безопасности к автомобилям.

### **Тема 5. Декомпозиция уровня рисков в архитектуре взаимодействия систем и алгоритмов.**

Раскрывается методика изменения архитектуры взаимодействия алгоритмов, систем и компонентов автомобиля для снижения уровня опасности, полученного в результате проведения анализа опасностей и оценки рисков.

### **Тема 6. Безопасная разработка на уровне аппаратного и программного обеспечения.**

Рассматривается реализации защитных механизмов безопасности, позволяющие предотвратить и обнаружить сбои в работе разрабатываемых систем и алгоритмов.

### **Раздел 3. Методика построения алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере.**

#### **Тема 1. Введение в AUTOSAR.**

Обзор методики создания многоуровневой архитектуры программного обеспечения, независимой от аппаратного обеспечения.

#### **Тема 2. Уровни архитектуры программного обеспечения.**

Рассматриваются ключевые аспекты построения программной архитектуры разработки программного обеспечения, учитывать которые необходимо для создания системно развивающегося и достаточно эффективно поддерживаемого в ходе эксплуатации, программного автомобильного продукта.

#### **Тема 3. Методика взаимодействия уровней архитектуры программного обеспечения.**

Рассматриваются методики взаимодействия различных уровней программного обеспечения в составе системы. Описывается, каким образом уровень программного обеспечения, где происходит работа алгоритмов управления связывается с базовым уровнем программного обеспечения и уровнем микроконтроллера управления.

#### **Тема 4. Интерфейсы электронных блоков управления в современном автомобиле.**

В теме разбираются существующие интерфейсы, их устройство и особенности работы, применяемость и типы передаваемой информации.

### **Раздел 4. Тестирование и валидация алгоритмов управления.**

#### **Тема 2. МІІ-тестирование.**

Разбирается методика проверки работы, разрабатываемой модель в окружении, является ли точно реализована модель алгоритма управления.

#### **Тема 1. SІІ-тестирование.**

В теме рассматривается каким образом происходит тестирование алгоритмов управления, с учетом программного обеспечения, готового для тестирования на микроконтроллере. Проверяется соответствие отработки входных и выходных сигналов, а также правильность компиляции.

#### **Тема 3. НІІ-тестирование.**



В теме рассматривается каким образом происходит тестирование программного обеспечения на электронных блоках управления с реальными сенсорами и компонентами взаимодействия на автомобиле.

#### **Тема 4. Валидация и индустриализация.**

В теме рассматриваются заключительные процессы в разработке программного обеспечения для автомобилей, включающие в себя алгоритмы управления. Описывается методика прохождения этапов тестирования и основные требования к программному обеспечению для подготовки к постановке на серийное производство и эксплуатацию.

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

#### **3.4.1. Семинарские/практические занятия**

##### **Раздел 1. Концепция построения алгоритмов управления.**

**Тема 1. Проведение анализа научных работ и патентов для разработки алгоритма.**

- Поиск научных работ и статей, составление списка используемой литературы для разработки алгоритма.

- Поиск патентов по тематике разрабатываемых систем и алгоритмов.

**Тема 2. Определение границ управляющих воздействий в соответствии с существующими требованиями к работе автомобильных систем и алгоритмов.**

- Составление структурной схемы взаимодействия и перечня управляющих сигналов в составе архитектуры автомобиля.

**Тема 3. Технические задания, технические требования, функциональные требования.**

- Составление шаблона документации для разработки выбранного алгоритма.

**Раздел 2. Требования к безопасности разработки алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере.**

- Составление документа, описывающего концепцию безопасности выбранного алгоритма управления, в соответствии с требованиями функциональной безопасности автомобильного транспорта.

**Тема 3. Разработка структурных схем взаимодействия компонентов и систем автомобиля с учетом концепции обеспечения безопасности.**

- Разработка структурных схем взаимодействия компонентов и систем автомобиля с учетом полученной на предыдущих семинарах концепции обеспечения безопасности.

**Тема 4. Анализ опасностей и оценка рисков.**

- Выбор студентом одного из интересующих алгоритмов управления и составление таблицы анализа опасностей и оценки рисков для полученной системы. Получение оценки уровня безопасности системы.

**Тема 5. Декомпозиция уровня рисков в архитектуре взаимодействия систем и алгоритмов.**

- Для полученных оценок уровня безопасности нужно провести расчет возможного снижения рисков, продумать схему перераспределения и контроля входящих и исходящих информационных и управляющих сигналов между ЭБУ, участвующих в работе алгоритма.

**Тема 6. Разработка на программном и аппаратном уровне.**

- Необходимо провести метрику-расчет вероятности одиночных сбоев системы, циклических сбоев системы, скрытых сбоев системы. По полученному результату оценить необходимость доработки или методов предотвращения сбоев.

**Раздел 3. Методика построения алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере.**

**Тема 3. Методика взаимодействия уровней архитектуры программного обеспечения.**

- Необходимо составить пример взаимодействия уровня программного обеспечения с встроенными алгоритмами управления с уровнями диагностики, базового программного обеспечения и уровнем взаимодействия с микроконтроллером.

**Тема 4. Интерфейсы электронных блоков управления в современном автомобиле.**

- Проработка наполнения передаваемых пакетов информации в соответствии с выбранным интерфейсом передачи данных.

3.4.2. Лабораторные занятия

**Раздел 4. Тестирование и валидация алгоритмов управления.**

**Тема 1. МП-тестирование.**

- Реализация алгоритма управления в выбранной студентом среде программирования или моделирования (matlab/python/C) и подготовка модели окружения для работы системы и проверки работы алгоритма в окружении.

## **Тема 2. SIL-тестирование.**

- Компиляция разработанного алгоритма, проверка работы скомпилированного программного обеспечения с смоделированными входными сигналами и проверка отработки исходящих управляющих сигналов алгоритма.

## **Тема 3. HIL-тестирование.**

- Проведение тестирования разработанного алгоритма на стенде или ЭБУ. Регистрация входных-выходных параметров, оценка адекватности работы разработанного алгоритма.

### **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**

1. ГОСТ Р ИСО 26262-6-2014 Дорожные транспортные средства функциональная безопасность. Разработка программного обеспечения изделия.

### **4.2 Основная литература**

1. Моделирование систем транспортных средств: курс лекций / М.М. Жилейкин, Г.О. Котиев, Е.Б. Сарач. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.
2. Жилейкин М.М. Моделирование систем транспортных средств: учебник. / М.М. Жилейкин, Г.О. Котиев. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. – 239 с. ISBN: 978-5-7038-5351-1

### **4.3 Дополнительная литература**

- Электронный ресурс, посвященный моделированию в среде MATLAB/Simulink <http://matlab.exponenta.ru>
- ГОСТ Р ИСО 26262-6-2014 Дорожные транспортные средства функциональная безопасность. Разработка программного обеспечения изделия.

- ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»  
www.biblioclub.ru
- ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)

#### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ГОСТ Р ИСО 26262-10-2014 Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность. Часть 10. Руководящие указания по ИСО 26262 (gtsever.ru)
2. Standards AUTOSAR
3. MATLAB - MathWorks
4. What are MIL, SIL, PIL, and HIL, and how do they integrate with the Model-Based Design approach? - MATLAB Answers - MATLAB Central (mathworks.com)
5. Office / Российский пакет офисных программ

#### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. CAN DB++ [Download Center | Vector](#)

#### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. DPMA | DEPATISnet
2. ФИПС - Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный институт промышленной собственности (fips.ru)
3. eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
4. <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека
5. 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 – лекции и лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд 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.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекционные занятия. 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.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на лабораторных занятиях, должны быть максимально приближены к темам последних лекций по данной дисциплине. В связи с указанным, целесообразен тесный контакт лектора с преподавателями, ведущими лабораторные занятия.

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 лекционным, лабораторным, 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 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:

- подготовка и выполнение лабораторных работ;
- выполнение проекта и его защита.

### 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 разрабатывается на протяжении всего курса.

Структура проекта должна быть следующей:

1. Выбор и описание разрабатываемого алгоритма.
2. Отчет по поиску статей и патентов.
3. Структурная схема взаимодействия и перечня управляющих сигналов в составе архитектуры автомобиля.
4. Математическая модель разрабатываемого алгоритма.
5. Отчет о проведении тестирования алгоритма.

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

1. Определение границ управляющих воздействий в соответствии с существующими требованиями к работе автомобильных систем и алгоритмов
2. Технические задания, технические требования, функциональные требования
3. Требования к безопасности разработки алгоритмов и программного обеспечения в автомобильной сфере
4. Разработка структурных схем взаимодействия компонентов и систем автомобиля с учетом концепции обеспечения безопасности
5. Анализ опасностей и оценка рисков
6. Декомпозиция уровня рисков в архитектуре взаимодействия систем и алгоритмов.
7. Разработка на программном и аппаратном уровне.
8. Методика взаимодействия уровней архитектуры программного обеспечения.
9. Интерфейсы электронных блоков управления в современном автомобиле.
- 10.МIL-тестирование
- 11.SIL-тестирование
- 12.HIL-тестирование