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:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1f6

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
Математическое моделирование и исследование движения автомобиля в среде "Matlab"

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 5
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 8
   - 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 9
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 10
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
   - 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 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в части проведения исследований динамики движения автомобилей методами математического моделирования с использованием программной среды "Matlab".

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 принципов математического моделирования;
- овладение навыками работы в Matlab и Matlab Simulink;
- опыт моделирования динамики движения автомобиля;
- навыки верификации параметров математических моделей;
- навыки оценки адекватности математических моделей;
- умение исследовать эксплуатационные свойства автомобиля методами математического моделирования.

Обучение по дисциплине «Математическое моделирование и исследование движения автомобиля в среде "Matlab"» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-2. Способен формулировать задачи управления втехнических системах и обосновывать методы их решения	ИОПК - 2.1 Знать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; ИОПК-2.2. Уметь применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; ИОПК-2.3. Владеть способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ПК-1 Способен проводить проектно-конструкторское сопровождение производства и испытаний ВТС и их компонентов	ИПК-1.1 Знать принципы моделирования, классификацию способов представления моделей процессов и систем ИПК-1.2. Знать методы моделей для инженерных задач; ИПК-1.3.Уметь вычислительные методы; ИПК-1.4.Уметь решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер;

	ИПК-1.5. Владеть навыками решения вычислительных задач; ИПК-1.6. Владеть способностью разрабатывать математические модели производственных процессов с использованием современных компьютерных технологий.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

- Виртуальные испытания автомобиля
- Исследование и испытания систем «ADAS» для помощи водителю

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
1	**Аудиторные занятия**	**64**	64
	В том числе:		
1.1	Лекции		32
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия		32
2	**Самостоятельная работа**	**152**	152
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен		
	Итого	**216**	

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/ ические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1 «Введение»						
1.1	Инструменты и принципы математического моделирования	18	4	-	4	-	10
1.2	Экосистема Matlab, введение в интерфейсы Matlab и Matlab Simulink	28	4	-	4	-	20
	Раздел 2 «Моделирование»						
2.1	Моделирование динамики движения автомобиля	30	4	-	4	-	22
2.2	Верификация параметров математических моделей	28	4	-	4	-	20
2.3	Проверка адекватности математической модели	28	4	-	4	-	20
2.4	Моделирование ADAS, Automated Driving Toolbox	28	4	-	4	-	20
	Раздел 3 «Исследование»						
3.1	Управляемость и устойчивость автомобиля, критерии и методы оценки	28	4	-	4	-	20
3.2	Исследование эксплуатационных свойств автомобиля методами математического моделирования	28	4	-	4	-	20
	Итого	**216**	**32**	**-**	**32**	**-**	**152**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1 «Введение»

1. Инструменты и принципы математического моделирования
2. Экосистема Matlab, введение в интерфейсы Matlab и Matlab Simulink

Раздел 2 «Моделирование»

1. Моделирование динамики движения автомобиля
2. Верификация параметров математических моделей
3. Проверка адекватности математической модели

4. Моделирование ADAS, Automated Driving Toolbox

Раздел 3 «Исследование»

1. Управляемость и устойчивость автомобиля, критерии и методы оценки
2. Исследование эксплуатационных свойств автомобиля методами математического моделирования

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Исследование движения автомобиля накатом, верификация параметров математической модели
2. Исследование динамики движения автомобиля с использованием «велосипедной» модели
3. Исследование динамики движения автомобиля с использованием 4-х колесной плоской модели
4. Исследование динамики движения автомобиля с использованием пространственной модели
5. Моделирование с применением инструмента Vehicle Dynamics Blockset
6. Моделирование систем ADAS с использованием инструмента Automated Driving Toolbox
7. Верификация параметров рассмотренных моделей на основе результатов полигонных испытаний
8. Проверка моделей на адекватность
9. Сравнительная оценка точностей рассмотренных моделей
10.

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 57412-2017 компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения

ГОСТ Р 57700.2 компьютерное моделирование в процессах разработки, производства и обеспечения эксплуатации изделий. Термины и определения

4.2 Основная литература

1. Шадрин С.С. Методика расчетной оценки управляемости и устойчивости автомобиля на основе результатов полигонных испытаний: дис. канд. техн. наук. 05.05.03. М. 2009. 132 с.
2. Шадрин, С.С. Идентификация параметров сопротивления движению колесных транспортных средств в эксплуатации / С.С. Шадрин // Известия МГТУ «МАМИ». – 2013. – №2(16), т.1. – С. 248-251.
3. Шадрин, С.С. Математическое моделирование процесса взаимодействия пневматической шины с опорной поверхностью / С.С. Шадрин // АДИ: Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2014. – №2(2). – С. 8.
4. 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.

4.3 Дополнительная литература

1. Kiencke U., Nielsen L. Automotive Control Systems for Engine, Driveline, and Vehicle (Second Edition). Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 2005. 512 p.
2. Селифонов В.В. Теория автомобиля. М. 2009. 206 с.
3. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. М. 2012. 768 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. «Введение в математическое моделирование» (режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info).
2. «Математическое моделирование систем и объектов» (режим доступа: http://de.ifmo.ru/--books/0051).
3. «Механика с элементами математического моделирования и компьютерной графики» (режим доступа: http://elmehanika.elsu.ru).

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Информационное обеспечение дисциплины составляет используемое в рамках занятий свободно распространяемое прикладное программное обеспечение для персональных ЭВМ «SMath Studio» и «Scilab» (модуль «Xcos») актуальных версий, предназначенное для компьютерной реализации математических моделей их исследования и визуализации полученных результатов (официальные адреса в глобальной информационно-телекоммуникационной компьютерной сети «Internet»: http://ru.smath.info и http://www.scilab.org соответственно).

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). Электронный курс лекций.	-Microsoft Office Professional Plus
Лекционная аудитория АВ4701	Оснащенные презентационной техникой (интерактивная доска). 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. Электронный курс лекций.	- Microsoft Windows 10 -Microsoft Office Professional Plus -платформа программирования и числовых вычислений MatLab
Лекционная аудитория и для практических работ АВ4310	Оснащенные презентационной техникой. Интерактивная доска и необходимое количество ноутбуков, рассчитанные на количество человек в группе. Электронный курс лекций.	- Microsoft Windows 10 -Microsoft Office Professional Plus -платформа программирования и числовых вычислений MatLab

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:

-подготовка и выполнение лабораторных работ;

-выполнение 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.

Студенты распределяются по группам из 2...3 человек с привязкой к легковым автомобилям. Задание заключается в выборе любого элементарного квази-стационарного режима движения из перечисленных, его математическом описании, проведении математического моделирования, натурного эксперимента и верификации параметров математической модели. Перечень возможных испытаний (может быть дополнен по предложению студентов):

-прямолинейное движение накатом по ровной горизонтальной поверхности;

-движение по кругу с постоянной скоростью с зафиксированным рулевым колесом;

-движение по кругу задним ходом с постоянной скоростью с зафиксированным рулевым колесом.

Средством измерения выступает зафиксированный относительно кузова автомобиля смартфон с установленным приложением, записывающим линейные ускорения, угловые скорости, навигационные данные (географические координаты, скорость и направление движения).

По завершении проекта студенты презентуют одногруппникам и

защищают результаты исследований.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Инструменты математического моделирования
2. Принципы математического моделирования
3. «Велосипедная» модель автомобиля
4. Уравнения динамики движения кузова автомобиля
5. Модели взаимодействия пневматической шины с опорным покрытием
6. Распределение вертикальных реакций и учет уклонов дорожного полотна
7. Аэродинамическое сопротивление и сопротивление качению
8. Моделирование системы подрессоривания
9. Моделирование трансмиссии
10. Моделирование тормозной системы
11. Моделирование системы рулевого управления
12. Верификация параметров математических моделей
13. Проверка адекватности математической модели, оценка точностей
14. Управляемость автомобиля, критерии и методы оценки
15. Устойчивость автомобиля, критерии и методы оценки