

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Кафедра автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин (103)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №1 от 09 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ»

Направление: 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Техническая эксплуатация автомобилей

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Кривцова Татьяна Игоревна
Дата подписания: 28.04.2026

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Кривцов Сергей Николаевич
Дата подписания: 28.04.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способность разрабатывать физические и математические (в том числе компьютерные) модели явлений и объектов применительно к колесным транспортным средствам с применением современных технологий	ПК-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.1	Способен моделировать процессы функционирования автомобилей и пользоваться прикладными методами при исследованиях в области автомобильного транспорта	Знать методы анализа научных данных, принципов алгоритмического программирования, методов математического моделирования и программных продуктов для их осуществления; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения методы анализа научных данных, принципов алгоритмического программирования, методов математического моделирования и программных продуктов для их осуществления; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения Уметь применять методы анализа научно-технической информации и программы для его осуществления Владеть навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований; навыками по осуществлению деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразии актуальных способов решения задач

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» базируется на результатах освоения следующих

дисциплин/практик: «Основы научных исследований», «Конструктивная и экологическая безопасность автотранспортных средств»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Компьютерные технологии в науке и производстве», «Беспилотные транспортные средства»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	36	36
лекции	12	12
лабораторные работы	24	24
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	72	72
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в дисциплину	1	2					1, 2, 3, 4, 5, 6	72	Отчет
2	Классификация моделей. Построение математической модели	2	2							Отчет
3	Основные численные методы решения дифференциальных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага.	3	2	6	4					Отчет
4	Моделирование	4	3	1, 2,	20					Отчет

	процесса торможения автомобильного колеса (плоская модель). Моделирование работы тормозного механизма автомобиля			3, 4, 5						
5	Математическая модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС. Методика оценки адекватности математической модели.	5	3							Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		12		24				108	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в дисциплину	Понятия и определения. Основные этапы математического моделирования
2	Классификация моделей. Построение математической модели	Приводятся различные виды классификаций математических моделей. Изучаются основные этапы моделирования
3	Основные численные методы решения дифференциальных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага.	Изучение методов решения дифференциальных уравнений на ЭВМ
4	Моделирование процесса торможения автомобильного колеса (плоская модель). Моделирование работы тормозного механизма автомобиля	Теоретические предпосылки для построения математической модели процесса торможения автомобиля, силы действующие на автомобиль при торможении, подбор математического аппарата
5	Математическая модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС. Методика оценки	Теоретические предпосылки построения математической модели процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС. Изучение методик оценки адекватности математических моделей

	адекватности математической модели.	
--	-------------------------------------	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Моделирование процесса торможения автомобильного колеса (плоская модель)	4
2	Моделирование работы тормозного механизма автомобиля	4
3	Моделирование процесса торможения автомобиля (плоская модель)	4
4	Математическая модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС	4
5	Модель функционирования инжектора системы CommonRail на испытательном стенде	4
6	Математическая модель процесса функционирования клапана ЭГФ	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	12
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	12
4	Подготовка презентаций	12
5	Проработка разделов теоретического материала	12
6	Создание математических и графических моделей процессов	12

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Электронный курс по дисциплине Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей <https://el.istu.edu/course/view.php?id=8567>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Главной целью самостоятельных работ по дисциплине является: закрепить теоретические знания, получить практические навыки выполнения работ по математическому моделированию процессов функционирования автомобилей, а также способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности и способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

В каждой самостоятельной работе студенту необходимо выполнить наложение связей, задание внешних условий, выполнение расчета, замер характеристик, просмотр графиков, численных результатов и наложение реальных графиков на расчетные.

Перечень самостоятельных работ

1. «Моделирование процесса колебаний груза на жесткой нитке (моделирование маятника)»;
2. «Моделирование процесса колебаний груза на упругой нитке (моделирование маятника)»;
3. «Моделирование процесса колебаний груза на упругой нитке с учетом трения (моделирование маятника)»;
4. «Моделирование процесса колебаний груза на жесткой нитке с учетом аэродинамического сопротивления (моделирование маятника)»;
5. «Моделирование процесса крутильных колебаний груза на упругом стержне»;
6. «Моделирование процесса крутильных колебаний груза на упругом стержне, с учетом демпфирования».

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Отчет

Описание процедуры.

Процедура оценивания в форме отчета по дисциплине «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» направлена на проверку способности студента формализовать реальные физические процессы (разгон, торможение, колебания, расход топлива) в виде математических зависимостей и реализовывать их программно.

Описание процедуры проведения (Подготовка и защита отчета)

1. Получение задания и исходных данных

Студент получает индивидуальный вариант, содержащий технические характеристики автомобиля (масса, коэффициенты сопротивления, внешняя скоростная характеристика двигателя и др.) и описание процесса (например, «Расчет тяговой динамики» или «Оценка плавности хода при случайном профиле дороги»).

2. Этапы выполнения (структура отчета)

Отчет должен строго включать следующие логические блоки:

Постановка задачи: Описание объекта моделирования и принятых допущений.

Разработка математической модели: Составление дифференциальных или алгебраических уравнений, описывающих процесс (например, уравнение баланса мощностей).

Алгоритмизация и расчет: Описание численного метода решения (Эйлера, Рунге-Кутты и

др.) и реализация в программной среде (MATLAB/Simulink, Python, Mathcad или Excel).
 Верификация: Сопоставление полученных результатов с известными экспериментальными данными или теоретическими пределами.

Выводы: Интерпретация графиков и таблиц с точки зрения эффективности функционирования автомобиля.

3. Порядок защиты

Проверка документа: Преподаватель оценивает полноту отчета, корректность формул и графическое оформление.

Демонстрация модели: Студент показывает работоспособность модели на компьютере (изменение параметров и получение новых результатов в реальном времени).

Собеседование: Ответы на вопросы по физическому смыслу коэффициентов и устойчивости модели.

Критерии оценивания.

Отлично Модель адекватна, расчеты выполнены без ошибок. Студент обосновал выбор методов моделирования и может объяснить влияние любого параметра на результат.

Хорошо Модель работает корректно, отчет оформлен правильно, но студент испытывает затруднения при анализе предельных режимов функционирования.

Удовл. Представлена упрощенная модель. Есть ошибки в расчетной части или оформлении. Студент понимает общий принцип, но не владеет методами численного решения.

Неуд. Математическая модель отсутствует или принципиально неверна. Студент не может объяснить содержание собственного отчета.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.1	Знает методы анализа научных данных, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения. Умеет разрабатывать физические и математические (в том числе компьютерные) модели процессов функционирования автомобилей и их систем. Владеет навыками сбора, обработки анализа и обобщения научнотехнической информации, навыками по осуществлению деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов	Форма промежуточной аттестации – экзамен. Методы оценивания – ответы на вопросы билета, защита отчета. Средства оценивания – (ФОС по дисциплинам «Математическое моделирование процессов функционирования

	решения задач.	я автомобилей») вопросы по темам/разделам дисциплин, структура отчета
--	----------------	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамены проводятся в устной и письменной форме по билетам, составленных из вопросов тем.

Пример задания:

1. Для чего и в каких случаях осуществляют изменения шага при численном интегрировании дифференциальных уравнений?
2. Какие основные численные методы решения дифференциальных уравнений Вы знаете?
3. С помощью, каких операторов можно осуществить цикл?
4. Какие правила записи операторов вы знаете?
5. По какому критерию оценивается математическая модель?
6. Как определяется число степеней свободы критерия?
7. Как описать математически работу автомобильного амортизатора?
8. Чем отличаются по характеру решаемых проблем модели функциональные и структурные?
9. Чем отличается по характеру исходных данных и результатов предсказания модели детерминистические и вероятностно-статистические?
10. Почему структурные особенности динамических моделей довольно часто иллюстрируются посредством динамических графов?
11. Каким образом определяется проскальзывание шины колеса при его торможении?
12. Как определяются угол деферента кузова автомобиля в математической модели процесса торможения автомобиля (плоская модель)?
13. Как называется граф, предназначенный для отображения вложенности, подчиненности и т.п. между объектами?
14. Как в математической модели процесса торможения колеса, определяется угловая скорость колеса?
15. Каким образом описывается работа дифференциала в математической модели процесса функционирования противобуксовочной системы при разгоне автомобиля на диагностическом стенде с беговыми барабанами?
16. Что такое адекватность математической модели?
17. Для чего выполняют модификацию математической модели?
18. Как в математической модели процесса торможения колеса, определяется угловая скорость колеса?
19. Чем отличаются по характеру решаемых проблем модели функциональные и структурные?
20. Чем отличается по характеру исходных данных и результатов предсказания модели детерминистические и вероятностно-статистические?
21. Почему структурные особенности динамических моделей довольно часто

иллюстрируются посредством динамических графов?

22. Для чего при построении математической модели делают допущения?

23. Что представляет из себя уравнение динамического равновесия?_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «отлично» выставляется, если студент дает полные ответы на вопросы из билета, а также дополнительные вопросы преподавателя и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, способен выразить собственное отношение по данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты, делать самостоятельные обобщения и выводы, правильно выполняет учебные задачи, допуская не более 1-2 арифметических ошибок или описок.	выставляется при условии соблюдения следующих требований: вопросы освещены полно, изложения материала логическое, обоснованное фактами, освещение вопросов завершено выводами. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, четко выраженное отношение студента к фактам и событиям или допущены 1-2 арифметические и 1-2 логические ошибки при решении задач	«удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала, учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала или 3-4 логических ошибок при решении задач	«неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент не смог осветить вопрос либо вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи.

7 Основная учебная литература

1. Федотов А. И. Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей : учебное пособие / А. И. Федотов, 2012. - 113.

2. Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей : методические указания к лабораторным работам для направления подготовки 23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2015. - 24.

3. Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей : методические указания к самостоятельной работе студентов направления подготовки 23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2015. - 8.

4. Кривцова Т. И. Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей : электронный курс / Т. И. Кривцова, 2025

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Федотов А. И. Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей : учебное пособие для аспирантов вузов по направлению подготовки "Техника и технологии наземного транспорта": (программа подготовки "Эксплуатация автомобильного транспорта") / А. И. Федотов, А. В. Бойко, 2016. - 160.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.