МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математические модели вагонов

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Пассажирские вагоны

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 11182
Подписал: заведующий кафедрой Козлов Максим Владимирович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина «Математические модели вагонов» ставит своей целью изучение студентами принципов и методов математического моделирования, умение разрабатывать математические модели реальных объектов и процессов и решать на их основе инженерные задачи с помощью современных средств вычислительной техники и стандартных пакетов прикладных программ.

Задачи дисциплины:

- изучение основных подходов к построению и анализу математических моделей, общих для различных областей технических наук, не зависящих от конкретной специфики;
- изучение студентами методов математического моделирования: аналитических (точных) и численных (приближённых) для решения инженерных задач с помощью математических моделей;
- приобретение студентами практических навыков применения методов математического моделирования при решении задач вагоностроения и вагонного хозяйства, а в том числе алгоритмизации и программирования;
- овладение студентами навыками анализа результатов, полученных в процессе вычислительного эксперимента.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

основы методов математического моделирования

Уметь:

решать инженерные задачи вагоностроения и вагонного хозяйства с использованием методов математического моделирования

Владеть:

навыками разработки математических моделей и решения на их основе инженерных задач вагоностроения и вагонного хозяйства

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	66	66
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	50	50

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 42 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие сведения о математическом моделировании. Процесс разработки математической модели Рассматриваемые вопросы: - цели и задачи дисциплины;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- рекомендуемая основная и дополнитедьная литература; - основные понятия математического моделирования; - классификация математических моделей; - разработка математической модели.
2	Оценка полученных результатов. Корректировка моделей. Рассматриваемые вопросы: - способы оценки результатов моделирования; - оценка сходимости модели; - оценка чувствителдьности модели; - верификация и корректировка модели
3	Системы координат в математических моделях Рассматриваемые вопросы: - декартова, полярная системы координат на плоскости; - цилиндрическая, сферическаяи декартова косистемы координат в пространстве; - преобразования параллельного переноса и поворота декартовой системы координат; - переход между системами координат
4	Применение матриц в математическом моделировании. Основные матричные операции Рассматриваемые вопросы: - понятия матрицы и вектора; - образщение к элементам матрицы; - операции сложения, умножения матриц, транспон6ирования и обращения.
5	Применение матричных операций Рассматриваемые вопросы: - правила выполнения матричных операций - сферы применения матричных операций в задачах математического моделирования
6	Применение матриц при решении систем уравнений Рассматриваемые вопросы: - обращение матрицы; - применение метода обратной матрицы для решения систем линейных уравнений; - применение метода Крамера для решения систем линейных уравнений
7	Методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений Рассматриваемые вопросы: - принципы численного интегрирования дифференциальных уравнений; - шаг интегрирования; - начальные условия; - преобразование дифференциальных уравнений.
8	Метод Эйлера для интегрирования дифференциальных уравнений Рассматриваемые вопросы: - сущность метода Эйлера; - апппроксимация приращения функций; - переход к системе дифференциальных уравнений первого порядка.
9	Модифицированный метод Эйлера Рассматриваемые вопросы: - сущность модифицированного метода Эйлера; - особенность алгоритма расчета на каждом шаге интегрирования; - сравнение сходщимости методов численного интегрирования.
10	Метод Рунге-Кутты Рассматриваемые вопросы: - сущность метода Рунге-Кутты;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- алгоритм применения метода на каждом шаге интегрирования; - оценка сходимости метода
11	Методы Адамса Рассматриваемые вопросы: - сущность методов Адамса; - неявные схемы метода Адамса, их преимущество; - неявный метод Адамса второго порядка; - оценка сходимости метода Адамса

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Разработка математической модели В результате формируются навыки: - составления расчетной схемы; - выбора метода решения задачи; - разработка математической модели.
2	Анализ математической модели В результате формируются навыки: - верификации математической модели; - проверки сходимости; - оценким чувствительности модели
3	Системы координат В результате формируются навыки: - применения основных систем координат; - преобразований систем координат; - перехода от одной системы координат к другой.
4	Матричные операции В результате формируются навыки: - применения матричной формы записи систем уравнений; - использования матриц и векторов
5	Применение матричных операциий В результате формируются навыки: -применения операций произведения матриц, умножения матрицы (вектор) на число, сложения матриц, скалярного произведения векторов; - вычисления определителей.
6	Применение матриц при решении систем уравнений В результате формируются навыки: - вычисления обратной матрицы; - применения обратной матрицы для решения системы уравнений в матричной форме; - применения определителей для решения системы уравнений
7	Математическая модель продольных колебаний вагона. Вывод дифференциальных уравнений В результате формируются навыки: - выбора расчетной схемы в динамике вагона; - применения аксиомы связей;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- составления детализированной расчетной схемы; - составления уравнений движения.
8	Математическая модель продольных колебаний вагона. Применение метода Эйлера В результате формируются навыки: -реализации метода численного интегрирования для задач динамики; - применения метода Эйлера; - задания и применения начальных условий; - преобразования урапвнений движения к системе дифференциальных уравнений первого порядка
9	Математическая модель колебаний подпрыгивания вагона с применением модифицированного метода Эйлера В результате формируются навыки: - выбора расчетной схемы в колебаний подпригивания вагона; - составления детализированной расчетной схемы; - составления системы дифференциальных уравнений движения для случая подпрыгивания
10	Математическая модель продольных колебаний вагона с применением метода Рунге-Кутты В результате формируются навыки: - использования метода численного интегрирования повышенной точности; - вычисления коэффициентов Рунге-Кутты; - составления математической модели с применением метода Рунге-Кутты.
11	Алгоритм численного интегрирования с применением метода Рунге-Кутты В результате формируются навыки: - составления алгоритмас применением метода Рунге-Кутты; - реализации математической модели с применением метода Рунге-Кутты; - получения и анализа результатов имитационного моделирования.
12	Математические модели поглощающих аппаратов автосцепки В результате формируются навыки: - задания силовых характеристик поглощающих аппаратов различных типов; - вычисления сил упругости и трения в аппарате; - определения силовой характеристики после закрытия поглощающего аппарата; - разработки силовой характеристики автосцепного устройства в целом.
13	Принципы проектирования характеристик поглощающих аппаратов автосцепки В результате формируются навыки: - нахождения энергоемкости поглощающщего аппарата по силовой характеристике; - определения величины поглощенной энергии; - нахождения и оценки величины коэффициента полноты силовой характеристики; - задания максимальных хода и реакции, реализуемых в аппарате
14	Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Уравнения безмоментной теории оболочек В результате формируются навыки: -использования уравнений теории оболочек для котлов цистерн; - составления расчетной схемы котла.
15	Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Применение принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - применения принципа Лагранжа; - преобразования исходных уравнений теории оболочек

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
16	Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Аппроксимация перемещений двойными рядами Фурье. Алгоритм расчета В результате формируются навыки: - применения аппроксимации перемещений в виде двойных тригонометрических рядов; - интегрированпия выражений для полной потенциальной энергии деформации оболочки; - формирования разрешающей системы уравнений при статическом расчете

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Освоение среды программирования Embarcadero C++ Builder
2	Подготовка к реализации методов математического моделирования на лабораторных работах
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Разработка математической модели конструкции для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок)

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Элементы теории математических моделей : монография / А.Д. Мышкис. - М. : Физматлит, ВО "Наука", 1994. - 192 с. - ISBN 5-02-014850-4	НТБ (уч.12); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)
2	Сборник задач по линейной алгебре : учеб. пособие / И.В. Проскуряков. - 10-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2007. - 480 с.	НТБ (уч.2); НТБ (уч.13); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)

	- ISBN 978-5-8114-0707-1	
3	Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / А.А. Самарский. - 3-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2005. - 288 с. : ил. - ISBN 5-8114-0602-9	НТБ (фб.); НТБ (чз.11); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
4	Определение температурного поля котла цистерны в очаге пламени : метод. указ. к курс. и дипл. проектированию по дисц. "Конструирование и расчет вагонов" для студ. спец. "Вагоны" / С.В. Беспалько, С.С. Андриянов, В.М. Меланин . - М. : МИИТ, 2009. - 26 с.	http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/03-18971.pdf (дата обращения: 01.02.2022) Текст: электронный.
5	Определение напряженно-деформированного состояния котла цистерны : метод. указ. к курсовому и дипломному проектированию по дисц. "Конструирование и расчет вагонов" С.В. Беспалько, С.С. Андриянов . - М. : МИИТ, 2009. - 30 с.	http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/03-18970.pdf (дата обращения: 01.02.2022) Текст: электронный.
6	Вариационное исчисление и интегральные уравнения : справочное руководство / Л.Я.	НТБ (уч.13); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)

	Цлаф. - 3-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2005. - 192 с. - ISBN 5-8114-0596-0	
7	Прикладные численные методы в физике и технике : научное издание / Т.Е. Шуп; Пер. с англ. С.Ю.Славянова; Ред. С.П.Меркурьев. - М. : Высшая школа, 1990. - 255 с. : ил. - ISBN 5-06-001014-7	НТБ (уч.13)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Федеральный портал «Российское образование» - http://www.edu.ru/;

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) - http://www.fcior.edu.ru/ ;

Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ" - https://e.lanbook.com/;

Электронно-библиотечная система "ЮРАЙТ" - https://urait.ru/;

Электронно-библиотечная система "BOOK.RU" - http://www.book.ru/;

Электронно-библиотечная система ibooks.ru - http://ibooks.ru/;

Электронно-библиотечная система «Академия» - http://academia-moscow.ru/;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - http://www.znanium.com;

Информационный портал нормативных документов ОАО «РЖД» - http://rzd.ru/;

База нормативных документов (ГОСТ) - https://docs.cntd.ru/document/;

Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - http://library.miit.ru/;

Информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи - http://www.library.ru/.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

ОС MS Windows
MS Office 2007
Среда программирования C++ Builder

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Сетевой компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами на платформе IBM PC
Канал связи с Интернетом со скоростью не менее 5 Мбит/сек

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.
Курсовая работа в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство» С.В. Беспалько

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВиТРПС М.В. Козлов

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова