

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математические модели вагонов и процессов

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Грузовые 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 11182
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Козлов Максим
Владимирович
Дата: 02.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина «Математические модели вагонов и процессов» 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-3 - Способен применять базовые цифровые и информационные технологии, включая методы искусственного интеллекта и машинного обучения, для сбора, обработки, хранения, передачи и анализа данных, прогнозирования, оптимизации и автоматизации процессов в профессиональной деятельности на транспорте;

ОПК-10 - Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности.

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 6 з.е. (216 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	№6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	64	32
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	32	16
Занятия семинарского типа	48	32	16

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 120 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	<p>Общие сведения о математическом моделировании. Процесс разработки математической модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - цели и задачи дисциплины; - рекомендуемая основная и дополнительная литература; - основные понятия математического моделирования.
2	<p>Общие сведения о математическом моделировании. Процесс разработки математической модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация математических моделей; - разработка математической модели.
3	<p>Оценка полученных результатов. Корректировка моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы оценки результатов моделирования; - оценка сходимости модели.
4	<p>Оценка полученных результатов. Корректировка моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценка чувствительности модели; - верификация и корректировка модели.
5	<p>Системы координат в математических моделях</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - декартова, полярная системы координат на плоскости; - цилиндрическая, сферическая декартова косистемы координат в пространстве.
6	<p>Системы координат в математических моделях</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - преобразования параллельного переноса и поворота декартовой системы координат; - переход между системами координат.
7	<p>Применение матриц в математическом моделировании. Основные матричные операции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятия матрицы и вектора; - обращение к элементам матрицы.
8	<p>Применение матриц в математическом моделировании. Основные матричные операции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - операции сложения, умножения матриц, транспонирования и обращения.
9	<p>Применение матричных операций</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила выполнения матричных операций.
10	<p>Применение матричных операций</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сферы применения матричных операций в задачах математического моделирования.
11	<p>Применение матриц при решении систем уравнений</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обращение матрицы; - применение метода обратной матрицы для решения систем линейных уравнений.
12	<p>Применение матриц при решении систем уравнений</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- применение метода Крамера для решения систем линейных уравнений.
13	Методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений Рассматриваемые вопросы: - принципы численного интегрирования дифференциальных уравнений; - шаг интегрирования.
14	Методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений Рассматриваемые вопросы: - начальные условия; - преобразование дифференциальных уравнений.
15	Метод Эйлера для интегрирования дифференциальных уравнений Рассматриваемые вопросы: - сущность метода Эйлера; - аппроксимация приращения функций.
16	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - переход к системе дифференциальных уравнений первого порядка; - геометрические и физические соотношения теории оболочек.
17	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - безмоментная теории оболочек; - моментная, полубезмоментная теории оболочек.
18	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - энергетические принципы в аналитической динамике; - теория цилиндрических оболочек.
19	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - уравнение Лагранжа второго рода; - применение уравнения Лагранжа второго рода при расчете оболочек.
20	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - вариационные (энергетические) принципы в аналитической механике. - применение уравнения Лагранжа второго рода в динамике вагонов.
21	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - принцип возможных перемещений.
22	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - принцип Лагранжа; - принцип Гамильтона.
23	Уравнение теплопроводности при определении температурного поля конструкций вагонов Рассматриваемые вопросы: - принципы составления уравнения баланса тепла в оболочке; - сущность уравнения теплопроводности, удельная теплоемкость; - основные тепловые потоки: теплопроводность, теплоотдача.
24	Уравнение теплопроводности при определении температурного поля конструкций вагонов

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - получение уравнения теплопроводности оболочки котла цистерны; - применение вариационного метода и аппроксимации; - интегрирование дифференциального уравнения теплопроводности.

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; - верификации математической модели; - проверки сходимости; - оценка чувствительности модели.
2	Анализ математической модели В результате формируются навыки: - верификации математической модели; - проверки сходимости; - оценка чувствительности модели.
3	Системы координат В результате формируются навыки: - применения основных систем координат; - преобразований систем координат; - перехода от одной системы координат к другой.
4	Системы координат В результате формируются навыки: - разработки и отладки программ перехода от одной системы координат к другой и применения матричной формы записи систем уравнений; - разработка и отладка ввода исходных данных и результатов.
5	Системы координат В результате формируются навыки: - разработки и отладки программ преобразований систем координат; - разработка и отладка ввода исходных данных и результатов.
6	Применение матричных операций В результате формируются навыки: - применения операций произведения матриц, умножения матрицы (вектор) на число, сложения матриц, скалярного произведения векторов; - вычисления определителей; - вычисления обратной матрицы; - применения обратной матрицы для решения системы уравнений в матричной форме; - применения определителей для решения системы уравнений.
7	Применение матричных операций В результате формируются навыки: - разработки и отладки программ применения операций произведения матриц, умножения матрицы (вектор) на число, сложения матриц, скалярного произведения векторов;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- разработка и отладка ввода исходных данных и результатов.
8	<p>Математическая модель продольных колебаний вагона. Вывод дифференциальных уравнений. Математическая модель продольных колебаний вагона. Применение метода Эйлера</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбора расчетной схемы в динамике вагона; - применения аксиомы связей; - составления детализированной расчетной схемы; - составления уравнений движения; - реализации метода численного интегрирования для задач динамики; - применения метода Эйлера; - задания и применения начальных условий; - преобразования уравнений движения к системе дифференциальных уравнений первого порядка.
9	<p>Математическая модель продольных колебаний вагона. Вывод дифференциальных уравнений. Математическая модель продольных колебаний вагона. Применение метода Эйлера</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ с использованием метода Эйлера; - разработка и отладка ввода исходных данных, расчетной схемы и результатов.
10	<p>Математическая модель продольных колебаний вагона. Вывод дифференциальных уравнений. Математическая модель продольных колебаний вагона. Применение метода Эйлера</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ с использованием метода численного интегрирования для задач динамики; - разработка и отладка ввода исходных данных, расчетной схемы и результатов.
11	<p>Математическая модель колебаний подпрыгивания вагона с применением модифицированного метода Эйлера. Математическая модель продольных колебаний вагона с применением метода Рунге-Кутты</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбора расчетной схемы в колебаний подпрыгивания вагона; - составления детализированной расчетной схемы; - составления системы дифференциальных уравнений движения для случая подпрыгивания; - использования метода численного интегрирования повышенной точности; - вычисления коэффициентов Рунге-Кутты; - составления математической модели с применением метода Рунге-Кутты.
12	<p>Математическая модель колебаний подпрыгивания вагона с применением модифицированного метода Эйлера. Математическая модель продольных колебаний вагона с применением метода Рунге-Кутты</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ для составления математической модели с применением метода Рунге-Кутты; - разработки и отладки программ для использования метода численного интегрирования повышенной точности; - разработка и отладка ввода исходных данных.
13	<p>Математическая модель продольных колебаний вагона. Вывод дифференциальных уравнений. Математическая модель продольных колебаний вагона. Применение</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<p>метода Эйлера</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбора расчетной схемы в динамике вагона; - применения аксиомы связей; - составления детализированной расчетной схемы; - составления уравнений движения; - реализации метода численного интегрирования для задач динамики; - применения метода Эйлера; - задания и применения начальных условий; - преобразования уравнений движения к системе дифференциальных уравнений первого порядка
14	<p>Математическая модель колебаний подпрыгивания вагона с применением модифицированного метода Эйлера. Математическая модель продольных колебаний вагона с применением метода Рунге-Кутты</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ для получения решения дифференциальных уравнений движения для случая подпрыгивания; - разработка и отладка ввода исходных данных.
15	<p>Математические модели поглощающих аппаратов автосцепки</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
16	<p>Математические модели поглощающих аппаратов автосцепки</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ для получения силовых характеристик поглощающих аппаратов различных типов; - разработка и отладка ввода исходных данных и расчетной схемы поглощающего аппарата.
17	<p>Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Уравнения безмоментной теории оболочек</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использования уравнений теории оболочек для котлов цистерн; - составления расчетной схемы котла.
18	<p>Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Уравнения безмоментной теории оболочек</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ для использования безмоментной теории оболочек при расчете котлов цистерн; - разработка и отладка ввода исходных данных и упрощенной расчетной схемы котла.
19	<p>Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Уравнения безмоментной теории оболочек</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использования уравнений теории оболочек для котлов цистерн; - составления расчетной схемы котла.
20	<p>Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Уравнения безмоментной теории оболочек</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки и отладки программ для использования уравнений теории оболочек при расчете котлов

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	цистерн; - разработка и отладка ввода исходных данных и расчетной схемы котла.
21	Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Применение принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - применения принципа Лагранжа; - преобразования исходных уравнений теории оболочек.
22	Математическая модель котла цистерны для расчета на прочность. Применение принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - разработка и отладка программы применения принципа Лагранжа в теории оболочек; - разработка и отладка ввода исходных данных.
23	Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Составление уравнения теплопроводности В результате формируются навыки: - формирования расчетной схемы оболочки для составления уравнения теплопроводности; - записи тепловых потоков, действующих на элемент оболочки; - составления баланса тепла для малого элемента.
24	Основы вариационного исчисления В результате формируются навыки: - формирование основных понятий вариационного исчисления; - составления уравнения Эйлера.
25	Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - составления разрешающего уравнения для расчета сбалки на изгиб; - расчета балки в соответствии с полученной расчетной схемой.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Выполнение курсовой работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

- Разработка математической модели конструкции оси для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции колеса для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции надрессорной балки для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);

- Разработка математической модели конструкции рамы тележки для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции тягового хомута для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции автосцепки для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции поглощающего аппарата для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции буксового узла для выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);
- Разработка математической модели конструкции рамы вагона для

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Методические основы разработки системы управления техническим состоянием вагонов: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Иванов А. А. и др. ; под ред. П. А. Устича. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2015. - 661 с. ISBN 978-5-89035-832-5	https://umczdt.ru/read/225900/?page=1 . (дата обращения: 14.04.2024 г.). -Текст: электронный.
2	Сборник задач по линейной алгебре : учеб. пособие / И.В. Проскуряков. - 10-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2007. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0707-1	http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/560.pdf (дата обращения: 14.04.2024 г.). -Текст: электронный.
3	Прикладные численные методы в физике и технике / Т. Е. Шуп; Перевод с англ. С. Ю. Славянова; Под ред. С. П. Меркурьева. - Москва : Высш. шк., 1990. - 254,[1] с.	https://reallib.org/reader?file=1502988&pg=132 (дата обращения: 14.04.2024 г.). -Текст: электронный.

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 «Академия» - <http://academia-moscow.ru/>;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - [http://www.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.

Экзамен в 6 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 технология ремонта
подвижного состава»

С.В. Беспалько

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ВВХ

М.В. Козлов

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин