

**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 - программы специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Моделирование 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: 3331  
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович  
Дата: 28.04.2023

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина «Моделирование вагонов и процессов» ставит своей целью изучение студентами принципов и методов 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 моделированию вагонов, общих для различных областей технических наук, не зависящих от конкретной специфики;
- изучение студентами методов моделирования: аналитических (точных) и численных (приближённых) для решения инженерных задач с помощью математических моделей;
- приобретение студентами практических навыков применения 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):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	48	48

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 28 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	Уравнения теории стержней при расчетах рам вагонов Рассматриваемые вопросы: - геометрические и физические соотношения теории стержней; - гипотеза плоских сечений.
2	Уравнения теории стержней при расчетах рам вагонов

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - применение принципа возможных перемещений и принципа Лагранжа для расчета стержней; - пример применения.
3	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - геометрические и физические соотношения теории оболочек; - моментная, полубазмоментная и безмоментная теории оболочек.
4	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - безмоментная теории оболочек; - пример применения.
5	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - моментная, полубезмоментная теории оболочек; - пример применения.
6	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - теория цилиндрических оболочек; - пример применения.
7	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - энергетические принципы в аналитической динамике; - пример применения.
8	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - уравнение Лагранжа второго рода; - пример применения.
9	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - применение уравнения Лагранжа второго рода при расчете оболочек; - пример применения.
10	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - применение уравнения Лагранжа второго рода в динамике вагонов; - пример применения.
11	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - вариационные (энергетические) принципы в аналитической механике; - пример применения.
12	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - принцип возможных перемещений; - примеры использования.
13	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - принцип Лагранжа; - примеры использования.
14	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- принцип Гамильтона; - примеры использования.
15	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.
16	Уравнение теплопроводности при определении температурного поля конструкций вагонов 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	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.
2	Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Составление уравнения теплопроводности В результате формируются навыки: - получения дифференциального уравнения теплопроводности в частных производных.
3	Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Применение вариационного метода В результате формируются навыки: - составления функционала, соответствующего уравнению теплопроводности; - проверки функционала с применением уравнения Эйлера.
4	Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Применение вариационного метода В результате формируются навыки: - применения аппроксимации температурного поля; - интегрирования функционала с учетом принятой аппроксимации.
5	Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Алгоритм интегрирования по времени В результате формируются навыки: - преобразования дифференциального уравнения для интегрирования по времени; - получения точного решения зависимости температур от времени.
6	Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Алгоритм интегрирования по времени

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	В результате формируются навыки: - применения численного метода для интегрирования дифференциального уравнения по времени.
7	<b>Основы вариационного исчисления</b> В результате формируются навыки: - формирование основных понятий вариационного исчисления; - составления уравнения Эйлера.
8	<b>Основы вариационного исчисления</b> В результате формируются навыки: - составления функционала; - составления условия его стационарности; - применения вариационного исчисления для уравнений математической физики.
9	<b>Математическая модель балки при изгибе. Исходные уравнения</b> В результате формируются навыки: - выбор расчетной схемы балки при изгибе; - составления исходных уравнений изгиба стержней.
10	<b>Математическая модель балки при изгибе. Исходные уравнения</b> В результате формируются навыки: - составления дифференциального уравнения изгиба в перемещениях заданной расчетной схемы.
11	<b>Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа</b> В результате формируются навыки: - применения принципа Лагранжа для расчета балок.
12	<b>Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа</b> В результате формируются навыки: - применения аппроксимации.
13	<b>Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа</b> В результате формируются навыки: - составления разрешающего уравнения для расчета балки на изгиб.
14	<b>Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа</b> В результате формируются навыки: - расчета балки в соответствии с полученной расчетной схемой.
15	<b>Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения</b> В результате формируются навыки: - выбора расчетной схемы оболочек котлов цистерн различных моделей вагонов при динамическом расчете.
16	<b>Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения</b> В результате формируются навыки: - определения сил упругости, трения и инерции при колебаниях оболочки на примере котла цистерны.
17	<b>Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения</b> В результате формируются навыки: - составления исходных уравнений теории оболочек применительно к динамическим процессам рассматриваемой модели котла.
18	<b>Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения</b> В результате формируются навыки: - определения сил упругости, трения и инерции при колебаниях оболочки.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
19	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Применение уравнения Лагранжа второго рода В результате формируются навыки: - составления уравнения Лагранжа второго рода для цилиндрической оболочки.
20	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Применение уравнения Лагранжа второго рода В результате формируются навыки: - применения аппроксимации двойными тригонометрическими рядами.
21	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Применение уравнения Лагранжа второго рода В результате формируются навыки: - вычисления матриц жесткости, масс и демпфирования, вектора амплитуд внешних воздействий для оболочки.
22	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Применение уравнения Лагранжа второго рода В результате формируются навыки: - интегрирования по времени разрешающего дифференциального уравнения.
23	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Применение уравнения Лагранжа второго рода В результате формируются навыки: - расчета и подбора параметров оболочки котла заданной конструкции цистерны.

#### 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	Методические основы разработки системы управления техническим	<a href="https://umczdt.ru/read/225900/?page=1">https://umczdt.ru/read/225900/?page=1</a> . (дата обращения: 14.04.2024 г.). -Текст: электронный.

	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	
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	<a href="http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/560.pdf">http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/560.pdf</a> (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.	<a href="https://reallib.org/reader?file=1502988&amp;pg=132">https://reallib.org/reader?file=1502988&amp;pg=132</a> (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 "BOOK.RU" - <http://www.book.ru/>;

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) - <http://ibooks.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.

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 ВВХ

Г.И. Петров

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин