

**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: 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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3331  
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович  
Дата: 31.03.2024

## 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):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

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 60 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; - применение принципа возможных перемещений и принципа Лагранжа для расчета стержней.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - геометрические и физические соотношения теории оболочек; - безмоментная теории оболочек.
3	Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - моментная, полубезмоментная теории оболочек; - теория цилиндрических оболочек.
4	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - энергетические принципы в аналитической динамике; - уравнение Лагранжа второго рода.
5	Вариационные принципы в задачах динамики. Уравнение Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - применение уравнения Лагранжа второго рода при расчете оболочек; - применение уравнения Лагранжа второго рода в динамике вагонов.
6	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - вариационные (энергетические) принципы в аналитической механике; - принцип возможных перемещений.
7	Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - принцип Лагранжа; - принцип Гамильтона.
8	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. - 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:

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- получения дифференциального уравнения теплопроводности в частных производных.
3	<p>Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени.</p> <p>Применение вариационного метода</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления функционала, соответствующего уравнению теплопроводности;</li> <li>- проверки функционала с применением уравнения Эйлера.</li> </ul>
4	<p>Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени.</p> <p>Применение вариационного метода</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения аппроксимации температурного поля;</li> <li>- интегрирования функционала с учетом принятой аппроксимации.</li> </ul>
5	<p>Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Алгоритм интегрирования по времени</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- преобразования дифференциального уравнения для интегрирования по времени;</li> <li>- получения точного решения зависимости температур от времени.</li> </ul>
6	<p>Математическая модель котла цистерны при воздействии очага пламени. Алгоритм интегрирования по времени</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения численного метода для интегрирования дифференциального уравнения по времени.</li> </ul>
7	<p>Основы вариационного исчисления</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование основных понятий вариационного исчисления;</li> <li>- составления уравнения Эйлера.</li> </ul>
8	<p>Основы вариационного исчисления</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления функционала;</li> <li>- составления условия его стационарности;</li> <li>- применения вариационного исчисления для уравнений математической физики.</li> </ul>
9	<p>Математическая модель балки при изгибе. Исходные уравнения</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор расчетной схемы балки при изгибе;</li> <li>- составления исходных уравнений изгиба стержней.</li> </ul>
10	<p>Математическая модель балки при изгибе. Исходные уравнения</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления дифференциального уравнения изгибы в перемещениях заданной расчетной схемы;</li> <li>- применения принципа Лагранжа для расчета балок.</li> </ul>
11	<p>Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения аппроксимации;</li> <li>- составления разрешающего уравнения для расчета балки на изгиб.</li> </ul>
12	<p>Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа</p> <p>В результате формируются навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета балки в соответствии с полученной расчетной схемой;</li> <li>- выбора расчетной схемы оболочек котлов цистерн различных моделей вагонов при динамическом расчете.</li> </ul>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
13	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения В результате формируются навыки: - определения сил упругости, трения и инерции при колебаниях оболочки на примере котла цистерны; - составления исходных уравнений теории оболочек применительно к динамическим процессам рассматриваемой модели котла.
14	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Применение уравнения Лагранжа второго рода В результате формируются навыки: - расчета и подбора параметров оболочки котла заданной конструкции цистерны; - интегрирования по времени разрешающего дифференциального уравнения.
15	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.
16	Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения В результате формируются навыки: - определения сил упругости, трения и инерции при колебаниях оболочки; - составления уравнения Лагранжа второго рода для цилиндрической оболочки.

#### 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 выполнения расчётов (задаются варианты элементов, уровни нагрузок);

- Разработка математической модели конструкции кузова вагона 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 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	<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.
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/>;  
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