

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: 14.04.2023

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. |
| 3 | Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - геометрические и физические соотношения теория оболочек; - моментная, полумomentная и безmomentная теории оболочек. |
| 4 | Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - безmomentная теории оболочек; - пример применения. |
| 5 | Уравнения теории оболочек при расчетах кузовов вагонов на прочность Рассматриваемые вопросы: - моментная, полубезmomentная теории оболочек; - примеры применения и результаты. |
| 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; - приме применения. |
| 11 | Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - вариационные (энергетические) принципы в аналитической механике; примеры 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 применения. |
| 14 | Вариационные принципы в задачах статики. Принцип Лагранжа Рассматриваемые вопросы: - принцип Гамильтона; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|---|
| | - примеры применения. |
| 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 В результате формируются навыки: |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| | - применения численного метода для интегрирования дифференциального уравнения по времени. |
| 7 | Основы вариационного исчисления В результате формируются навыки: - формирование основных понятий вариационного исчисления; - составления уравнения Эйлера. |
| 8 | Основы вариационного исчисления В результате формируются навыки: - составления функционала; - составления условия его стационарности; - применения вариационного исчисления для уравнений математической физики. |
| 9 | Математическая модель балки при изгибе. Исходные уравнения В результате формируются навыки: - выбор расчетной схемы балки при изгибе; - составления исходных уравнений изгиба стержней. |
| 10 | Математическая модель балки при изгибе. Исходные уравнения В результате формируются навыки: - составления дифференциального уравнения изгиба в перемещениях заданной расчетной схемы. |
| 11 | Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - применения принципа Лагранжа для расчета балок. |
| 12 | Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - применения аппроксимации. |
| 13 | Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - составления разрешающего уравнения для расчета балки на изгиб. |
| 14 | Математическая модель балки при изгибе. составление уравнения на основе принципа Лагранжа В результате формируются навыки: - расчета балки в соответствии с полученной расчетной схемой. |
| 15 | Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения В результате формируются навыки: - выбора расчетной схемы оболочек котлов цистерн различных моделей вагонов при динамическом расчете. |
| 16 | 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. |
| 17 | Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения В результате формируются навыки: - составления исходных уравнений теории оболочек применительно к динамическим процессам рассматриваемой модели котла. |
| 18 | Математическая модель колебаний оболочки котла цистерны. Исходные уравнения 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 | Элементы теории математических | НТБ (уч.12); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4) |

| | | |
|---|---|--|
| | моделей : монография / А.Д. Мышкис. - М. : Физматлит, ВО "Наука", 1994. - 192 с. - ISBN 5-02-014850-4 | |
| 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 | НТБ (уч.2); НТБ (уч.13); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2) |
| 3 | Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / А.А. Самарский. - 3-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2005. - 288 с. - 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. | http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/03-18970.pdf (дата обращения: 01.02.2022) Текст: электронный. |

| | | |
|---|---|--|
| | Беспалько, С.С. Андриянов . - М. : МИИТ, 2009. - 30 с. | |
| 6 | Вариационное исчисление и интегральные уравнения : справочное руководство / Л.Я. Цлаф. - 3-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2005. - 192 с. - ISBN 5-8114- 0596-0 Однотомное издание | НТБ (уч.13); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 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. - 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](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