


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Е.А. Малыгин
« 21 » 06 2013

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование систем и процессов»

(Наименование учебной дисциплины)

С2.В.ДВ.1.1

(индекс (шифр))

Направление подготовки (специальность) 190300.65 «Подвижной состав железных дорог»

Профиль подготовки (специализация) Вагоны

Квалификация (степень) выпускника Специалист



Форма обучения Заочная

Факультет АКО ИЗО

Кафедра Вагоны

Разработчик(и):

Д.т.н., профессор, профессор

| | | |
|---------------|--|--------------|
| Подпись _____ |  | В.Ф. Лапшин |
| Дата _____ | | |
| Подпись _____ |  | К.М. Колясов |
| Дата _____ | | |
| Подпись _____ |  | А.В. Сирин |
| Дата _____ | | |
| Подпись _____ |  | Ш.К. Валиев |
| Дата _____ | | |

Заведующий кафедрой

Председатель УМК

Зам. директора АКО по заочному
образованию

Екатеринбург, 2013

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТ ПРОВЕРКИ РПУД

Наименование дисциплины _____

Наименование направления подготовки (специальности) _____

Наименование профиля (ей) подготовки (специализации (ий)) _____

| Наименование показателя | По нормативным документам | | По РПУД | |
|--|---------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| | Очная форма обучения | Заочная форма обучения | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| Индекс (шифр) дисциплины | | + | | + |
| Наличие всех разделов в РПУД | | + | | + |
| Цель дисциплины | | + | | + |
| Задачи дисциплины | | + | | + |
| Место дисциплины в структуре ООП | | + | | + |
| Перечень компетенций | | + | | + |
| Курс(ы) и семестр(ы) изучения дисциплины | | + | | + |
| Количество зачетных единиц/ Всего часов по дисциплине | | + | | + |
| Количество часов по дисциплине по видам работы (указать): | | | | |
| Лекции | | 6 | | + |
| Практические занятия | | НЕТ | | + |
| Лабораторные занятия | | 4 | | + |
| Всего аудиторных часов | | 10 | | + |
| СРС | | 125 | | — |
| Количество часов на подготовку к экзамену (зачету) | | 9 | | + |
| Виды СРС | | курс. раб | | + |
| Количество часов по содержанию учебной дисциплины | | + | | + |
| Наличие в основной литературе только современных источников*, обеспечивающих потребность в экземплярах** | | + | | + |
| Наличие информационного обеспечения дисциплины | | + | | + |

Проверил:

Подпись _____
Дата _____

07.06.13

Сирин А.В.
(расшифровка подписи)

Проверил:

Подпись _____
Дата _____

14.06.13

Сирин А.В.
(расшифровка подписи)

* – отметка о соответствии отмечается знаком «+», отметка о несоответствии отмечается знаком «-» в соответствующих ячейках

** – в случае выявления несоответствий РПУД возвращается преподавателю для доработки. После внесения исправлений в РПУД в соответствующих строках делается отметка об устранении выявленных замечаний с подписью проверяющего, после чего согласуется титульный лист РПУД

*** – норматив: техническое и естественнонаучное направления – для учебников 10 лет, для учебных пособий – 5 лет; гуманитарное направление – все виды изданий – 5 лет

**** – потребность рассчитывается в автоматическом режиме и указывается в технологической карте отмечена в колонке «Потребность печатных материалов, экз.»

Содержание

| | |
|---|----|
| 1 Цели освоения дисциплины | 4 |
| 2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО | 4 |
| 3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины | 6 |
| 4 Структура и содержание дисциплины | 7 |
| 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы | 7 |
| 4.2 Содержание учебной дисциплины | 7 |
| 4.2.1 Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля | 7 |
| 4.2.2 Тематика лабораторных занятий | 8 |
| 4.2.3 Тематика курсовой работы | 9 |
| 5 Образовательные технологии | 10 |
| 6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно–методическое обеспечение самостоятельной работы студентов | 10 |
| 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | 12 |
| 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины | 14 |
| Лист переутверждения рабочей программы учебной дисциплины | 15 |

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний и навыков использования методов математического моделирования и овладение принципами разработки математических моделей, которые позволят студентам специальности «Подвижной состав железных дорог» в дальнейшем эффективно, как с технической, так и экономической точек зрения, выполнять возложенные на них функции по расчету и проектированию механических систем (и явлений).

Задачи дисциплины:

- изучить методику разработки математических моделей для различных классов задач, встречающихся при проектировании и эксплуатации подвижного состава железных дорог, а также процессов и явлений, присущих подвижному составу железных дорог, освоить основные принципы инженерного анализа объектов и процессов;
- привить практические навыки владения математическими моделями, их составлением, отладкой и оперированием с целью получения данных о свойствах объектов и процессов, а также основ анализа конструкций подвижного состава железных дорог и их узлов.

2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО

2.1 Учебная дисциплина «Математические модели вагонов и процессов» относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин.

2.2 Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- С2.Б.1 Математика;
- С2.Б.3 Теоретическая механика;
- С3.Б.9 Сопротивление материалов.

Знания:

- основные понятия и определения, условия равновесия твердых тел, способы задания движения точки, общие геометрические свойства движения тел и виды их движения, законы динамики и вытекающие из них общие теоремы для

материальной точки и механической системы, принципы аналитической механики;

- существующие методы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

- фундаментальные основы высшей математики, включая векторную алгебру, аналитическую геометрию, математический анализ, теорию вероятностей и математическую статистику.

Умения:

- правильно оценить и уяснить физический смысл явлений при механическом движении и равновесии материальных тел, определять силы взаимодействия между телами при их равновесии, находить силы, под действием которых материальная точка совершает то или иное движение, определять движение материальных точек и тел под действием приложенных к ним сил;

- анализировать результаты расчетов и делать выводы;

- самостоятельно производить расчеты математических величин, решать системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса, дифференцировать и интегрировать функции одной и двух переменных, представлять функцию ее степенным рядом, решать дифференциальные уравнения первого и второго порядка.

Владение:

- элементами расчёта теоретических схем механизмов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования;

- опытом решения типовых задач при простых и сложных видах нагрузки;

- методами математического анализа и моделирования, математическим аппаратом для решения профессиональных проблем.

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- СЗ.Б.13 Надежность подвижного состава;

- СЗ.Б.19 Основы механики подвижного состава;

– С3.Б.22 Конструирование и расчет вагонов.

3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Перечень компетенций учебной дисциплины, соответствующий реализуемой ООП по направлению подготовки (специальности).

- способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- способностью приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-3).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы математического анализа; основы математического моделирования;
- технические и программные средства реализации информационных технологий; современные языки программирования и технологии программирования;
- основы компьютерного моделирования деталей подвижного состава;

Уметь:

- применять методы математического анализа и моделирования;
- применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;
- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;

Владеть:

- методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств;
- навыками применения автоматизированных компьютерных технологий и средств при решении профессиональных задач;

- навыками построения расчетных моделей, анализа численных значений и проверки точности и адекватности полученных решений.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | |
|--|------------------------|------------------------|---------------------|
| | | 3 курс, 5 сем часов | № семестра часов |
| Аудиторные занятия (всего) | 10 | 10 | |
| В том числе: | | | |
| Лекции (Лек) | 6 | 6 | |
| Практические занятия (Пр), семинары (С) | | | |
| Лабораторные работы (Лаб) | 4 | 4 | |
| Самостоятельная работа студента (СРС) (всего) | 125 | 125 | |
| В том числе: | | | |
| Курсовая работа (КР), курсовой проект (КП) | 34 | 34 | |
| Расчетно-графическая работа (РГР), контрольные работы (контр.) | | | |
| Реферат (Реф) | | | |
| СРС в период промежуточной аттестации | 9 | 9 | |
| Вид промежуточной аттестации | Зачет | | |
| | Экзамен | 9 | |
| ИТОГО: Общая трудоемкость | Часов | 144 | 144 |
| | Зачетных единиц | 4 | 4 |

4.2 Содержание учебной дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

| № п/п | Наименование раздела (формулировки изучаемых вопросов) | Уровень освоения (1-знать, 2- уметь, 3- владеть) | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) | | | | | Формы текущего контроля успе- ваемости |
|-------|---|---|---|----|---|-----|-------|--|
| | | | Л | ЛР | П | СРС | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Основные понятия. Роль математического моделирования в системах автоматизированного проектирования. Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования. | 1 | 1 | | | 8 | 9 | Устный опрос |
| 2 | Математическое моделирование. Основные понятия и принципы моделирования. Свойства математических моделей. Методика разработки математических моделей. | 2 | 2 | | | 12 | 14 | Устный опрос |

| | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|-----|-----|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | Математические модели статического состояния конструкций и методы их решения | 2 | 1 | | | 10 | 11 | Устный опрос |
| 4 | Математические модели динамики твердых тел и методы их решения | 3 | 2 | | | 68 | 70 | Тестирование, защита курсовой работы |
| 5 | Математические модели оптимизационных задач и методы их решения | 3 | | 2 | | 15 | 17 | Тестирование, защита лабораторной работы |
| 6 | Математические модели в обработке экспериментальных данных и методы их решения | 3 | | 2 | | 12 | 14 | Тестирование, защита лабораторной работы |
| 7 | Подготовка к экзамену по дисциплине | | | | | 9 | 9 | Тестирование |
| | ИТОГО | | 6 | 4 | | 134 | 144 | |

4.2.2 Тематика лабораторных занятий

1. Раздел 5. Математические модели оптимизационных задач и методы их решения. Лабораторная работа № 1. Решение транспортной задачи. Цель работы: изучить структуру математической модели оптимизационной задачи, освоить методику составления и алгоритм решения оптимизационных задач на примере транспортной задачи.

Порядок выполнения работы:

- изучить основные положения методики решения оптимизационных задач методом линейного программирования, структуру математической модели, основные принципы формирования критерия поиска оптимального решения – функции цели;
- решить контрольный пример;
- в соответствии с индивидуальным заданием (выдается преподавателем на занятиях) сформулировать формализованное описание оптимизационной задачи, разработать математическую модель.

2. Раздел 6. Математические модели в обработке экспериментальных данных и методы их решения. Лабораторная работа № 2. Аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Цель работы: изучить структуру математической модели аппроксимации экспериментальных данных

и область использования полученных моделей в практике проектирования и эксплуатации подвижного, освоить метод обработки экспериментальных данных.

Порядок выполнения работы:

- изучить основные положения метода наименьших квадратов. Получить представление о целях и задачах аппроксимации, освоить основные принципы выбора степени аппроксимирующего полинома при построении математической модели, освоить способы компьютерной аппроксимации экспериментальных данных;
- решить тестовую задачу аппроксимации данных методом наименьших квадратов в программе «NAPOLI»;
- освоить методику аппроксимации экспериментальных данных (по индивидуальному заданию) в программах Excel, MathCad.

4.2.3 Тематика курсовой работы

Курсовая работа «Моделирование собственных колебаний кузова вагона на рессорном подвешивании» по дисциплине «Математические модели систем и процессов» имеет характер исследовательской работы, направленной на изучение функциональных возможностей и свойств вагонов и их элементов методами математического моделирования. Порядок выполнения курсовой работы и основные требования к оформлению пояснительной записки изложены в методических указаниях [8].

При выполнении курсовой работы закрепляются основные принципы и положения методики разработки математических моделей и технологии математического моделирования, прививаются навыки к самостоятельной работе и анализу полученных результатов. В процессе выполнения курсовой работы студенты для полученной математической модели разрабатывают алгоритм решения модели, программу для ЭВМ на любом (рекомендуется Basic, Pascal, C++) известном студенту алгоритмическом языке.

Полученные знания используются студентами при выполнении курсового проекта по дисциплинам «Конструирование и расчет вагонов», «Основы механики подвижного состава».

5 Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 30 % аудиторных занятий.

| № п/п | № семестра | Виды учебной работы | Образовательные технологии |
|-------|------------|---------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 5 | Лабораторные работы | 1. Тренинг с использованием программных средств обучения |
| 2 | 5 | Курсовая работа | 1. Консультации преподавателей 2. Публичная защита курсовой работы |
| 3 | 5 | Лекционные занятия | 1. Подготовка презентаций по темам лекционного курса |
| 4 | 5 | СРС | 1. Изучение лекционного материала, материалов Интернет-ресурсов 2. Подготовка к лабораторным работам, оформление и защита отчетов по лабораторным работам 3. Подготовка к промежуточной аттестации с использованием компьютерной системы «АСТ», участие в конкурсах НИРС (по желанию). |

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (зачетов и экзаменов). Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тестирование:

Для контроля знаний в режиме электронного тестирования разработаны тестовые задания в объеме 155 единиц в программной среде АСТ. Студенты для отработки практических навыков могут воспользоваться тестовыми материалами на индивидуальных и групповых консультациях в специализированных классах (ауд.БЗ-58, Б0-11).

Структурно тестовые материалы включают 6 тем:

- основные понятия и определения;
- математическое моделирование в задачах статики;
- математическое моделирование в задачах динамики твердых тел;

- математическое моделирование в задачах динамики упругих тел;
- математическое моделирование в задачах оптимизации;
- математическое моделирование в задачах аппроксимации экспериментальных данных.

Вопросы к экзамену и текущему контролю:

Основные понятия автоматизированного проектирования и расчета конструкций: объект проектирования, проектная процедура, проектная операция, ПМК, ПТК, подсистема. Принципы проектирования (декомпозиция и иерархичность, многоэтапность и итерационность, типизация и унификация), их характеристика, примеры. Принцип декомпозиции и иерархичности (рассмотреть на примере тележки 18-100). Принцип многоэтапности и итерационности, сущность принципа, стадии и этапы проектирования, виды работ на этих стадиях, примеры итерационности процесса проектирования. Принцип типизации и унификации, сущность принципа, примеры, его роль в проектировании новых конструкций подвижного состава (рассмотреть на примере полувагона). Аспекты проектирования. Роль и место математического моделирования в процессе создания, отработки и изготовления объектов вагоностроения.

Математическое моделирование, основные определения, категории математического моделирования. Математические модели: определение, назначение, свойства, примеры математических моделей, классификация. Методы решения математических моделей, классификация методов. Методика разработки математических моделей.

Математические модели статического состояния конструкций подвижного состава: структура модели, методы получения, методы решения. Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений. Итерационный метод Зейделя. Алгоритм решения СЛАУ методом Зейделя.

Математические модели динамики твердых тел: структура модели, методы получения, методы решения. Математическая модель собственных колебаний подпрыгивания вагона-цистерны на рессорном подвешивании. Математическая модель собственных колебаний галопирования вагона-цистерны на рессор-

ном подвешивании. Разностный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Вывод разностных аналогов первой и второй производной при решении ОДУ разностным методом. Принцип Д'Аламбера: основные положения, методика построения моделей на основе этого принципа.

Уравнения математической физики, структура математических моделей. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Физические явления, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных. Примеры задач технического обслуживания подвижного состава, описываемых уравнениями математической физики. Сеточные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Сущность методов. Получение сеточных аналогов дифференциальных уравнений в частных производных

Сущность оптимизационных задач, область возможных решений, система ограничений, понятие функции цели, структура математической модели. Транспортная задача: структура математической модели, решение транспортной задачи.

Методы аппроксимации экспериментальных данных, назначение этих методов, понятие аппроксимации и интерполяции, структура аппроксимирующего многочлена. Метод наименьших квадратов. Практическое применение метода в задачах проектирования подвижного состава и его технического обслуживания.

7 Учебно–методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие. – СПб: Изд-во «Лань», 2013. – 192 с.

[<http://e.lanbook.com/view/book/4862/>]

2. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.

[<http://znanium.com/bookread.php?book=392652>].

7.2 Дополнительная литература

3. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вуз. учебник: ИНФРА-М, 2010. - 366 с.

[<http://znanium.com/bookread.php?book=206783>]

4. Румянцев С.А. Основы математического моделирования и вычислительной математики. – Екатеринбург: УрГУПС, 2006. – 116 с.*

5. Соколов М.М., Хусидов В.Д., Минкин Ю.Г. Динамическая нагруженность вагонов. – М.: Транспорт, 1981. – 207 с.*

6. Гниломедов П.И., Пирогова И.Н., Скачков П.П. Математическое моделирование: Учебно-методическое пособие для занятий и самостоятельной работы студентов заочной формы обучения - Екатеринбург: УрГУПС, 2012*

7. Пирогова И.Н., Скачков П.П. Математические модели: Методические указания - Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – 44 с.

[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2053.pdf]

8. Лапшин В.Ф., Архипов А.В., Архипова Ю.Ю. Математические модели вагонов и процессов: Методические указания. – Екатеринбург, УрГУПС, 2008. – 25 с. [https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_1863.pdf]

9. Лапшин В.Ф., Павлюков А.Э., Колясов К.М. Компьютерные технологии проектирования и расчета: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. – 92 с.*

10. Архипова Ю.Ю., Колясов К.М., Лапшин В.Ф. Математические модели вагонов и процессов, Компьютерные технологии расчета вагонов и систем: Тестовые задания для текущего контроля знаний студентов и промежуточной аттестации. – Екатеринбург: УрГУПС, 2012. – 6 с.

[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2926.pdf]

7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

11. MathCad видео уроки онлайн

[<http://compteacher.ru/engineering/mathcad/>]

12. Видео лекции по методам решения обыкновенных дифференциальных уравнений [<http://www.intuit.ru/department/calculate/calcmathbase/4/>].

13. Расчет статически - неопределимых систем [<http://funnystudy.ru/stroymeh.html>].

Программное обеспечение:

WinWord – текстовый редактор в среде Windows.

Excel – табличный процессор (электронные таблицы) в среде Windows.

Basic – среда программирования на языке Бейсик.

Paskal - среда программирования на языке Паскаль.

MathCad – программная среда моделирования.

NAPOLI – обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированных лабораториях БЗ-58, Б0-11, оснащенных автоматизированными рабочими местами на базе ПЭВМ Р4 – 22 рабочих места.

Лекционные занятия проводятся в специализированной мультимедийной аудитории, подключенной к Интернет и внутренней сети университета.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Лист внесения изменений
на 20__ / 20__ учебный год

По _____
(индекс(шифр) и наименование дисциплины)

(шифр специальности и наименование специализации, форма обучения)

Рабочая программа учебной дисциплины переутверждена с изменениями.

Основание: _____
(внесение изменений в учебный план, введение нового учебного плана, введение новой типовой учебной программы,
иные причины – указать, какие)

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Разработчик(и):

Уч. степень, уч. звание, должность

Подпись _____
Дата

И.О. Фамилия

Заведующий кафедрой

Подпись _____
Дата

И.О. Фамилия

Председатель УМК факультета

Подпись _____
Дата

И.О. Фамилия

Зам. декана факультета

Подпись _____
Дата

И.О. Фамилия