

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

М.М. Жилейкин, Г.О. Котиев, Е.Б. Сарач

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Учебное пособие



Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана
2018

УДК 629.1.02
ББК 39.12
Ж72

Издание доступно в электронном виде на портале *ebooks.bmstu.ru*
по адресу: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/124/book1715.html>

Факультет «Специальное машиностроение»
Кафедра «Колесные машины»

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Жилейкин, М. М.
Ж72 Математические модели систем транспортных средств : учебное пособие /
М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев, Е. Б. Сарач. — Москва : Издательство МГТУ
им. Н. Э. Баумана, 2018. — 98, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-4761-9

Изложены методы моделирования систем колесных машин и приемы программирования на базе программного пакета MATLAB/SIMULINK.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Наземные транспортно-технологические средства» и «Транспортные средства специального назначения».

УДК 629.1.02
ББК 39.12

ISBN 978-5-7038-4761-9

© МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Предисловие | 3 |
| Основные обозначения | 4 |
| Принятые сокращения | 6 |
| Введение | 7 |
| Модуль 1. Имитационное математическое моделирование рабочих процессов колесной машины при прямолинейном движении по неровностям пути | 11 |
| 1. Математическая модель прямолинейного движения колесной машины по неровностям пути | 12 |
| 1.1. Требования, предъявляемые к математической модели транспортного средства, основные допущения | 12 |
| 1.2. Описание пространственного движения многоосной колесной машины | 13 |
| 1.3. Представление несущей системы колесной машины как упругодеформируемого тела | 21 |
| 1.4. Задание упругих и демпфирующих характеристик подвески и шины | 23 |
| 1.5. Определение статических нагрузок на оси колесной машины | 25 |
| 1.6. Определение вибронагруженности рабочего места водителя | 26 |
| 2. Моделирование профиля дорожной поверхности | 27 |
| 2.1. Гармонический профиль | 27 |
| 2.2. Характеристики случайного дорожного профиля | 28 |
| 2.3. Моделирование профиля второй колеи | 29 |
| 2.4. Сглаживающая способность шины | 29 |
| 3. Математические модели пневмогидравлических устройств подвески колесных машин | 31 |
| 3.1. Допущения математического моделирования | 31 |
| 3.2. Математическая модель однотрубного гидравлического амортизатора | 32 |
| 3.3. Математическая модель двухтрубного гидравлического амортизатора | 34 |
| 3.4. Математическая модель однообъемной пневмогидравлической рессоры | 35 |
| 3.5. Математическая модель пневмогидравлической рессоры с противодавлением | 36 |
| 3.6. Математическая модель пневматического резинокордного упругого элемента | 389 |
| Вопросы для самоконтроля | 40 |
| Модуль 2. Имитационное математическое моделирование рабочих процессов колесной машины при криволинейном движении по недеформируемым опорным поверхностям | 41 |
| 4. Математическая модель криволинейного движения колесной машины | 42 |
| 4.1. Требования к математической модели, процесс моделирования, основные допущения | 42 |
| 4.2. Общее уравнение движения колесной машины | 42 |
| 4.3. Математическая модель взаимодействия эластичной шины с недеформируемым опорным основанием | 50 |
| 4.4. Уравнения движения колеса относительно корпуса колесной машины | 57 |
| 4.5. Определение сил и моментов в уравнениях движения колесной машины | 58 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Математическая модель механических трансмиссий колесных машин | 59 |
| 5.1. Задание внешней характеристики двигателя внутреннего сгорания при моделировании работы механических трансмиссий колесных машин | 59 |
| 5.2. Математическая модель дифференциальной трансмиссии для колесной машины 4×2 с задней ведущей осью | 60 |
| 5.3. Математическая модель блокированной трансмиссии для колесной машины 4×2 с задней ведущей осью | 62 |
| 5.4. Математическая модель дифференциальной трансмиссии для колесной машины 4×2 с передней ведущей осью | 64 |
| 5.5. Математическая модель дифференциальной трансмиссии для колесной машины 4×4 | 65 |
| 5.6. Математическая модель дифференциальной трансмиссии для колесной машины 6×4 | 68 |
| 6. Математическая модель рулевого управления и тормозной системы колесных машин | 70 |
| 6.1. Математическая модель рулевого управления колесных машин | 70 |
| 6.2. Математическая модель тормозной системы колесных машин | 71 |
| Вопросы для самоконтроля | 72 |
| Модуль 3. Моделирование работы систем активной безопасности транспортных средств | 73 |
| 7. Моделирование систем активной безопасности колесных машин | 73 |
| 7.1. Моделирование работы антиблокировочной системы тормозов | 74 |
| 7.2. Моделирование работы противобуксовочной системы | 76 |
| 7.3. Моделирование работы системы динамической стабилизации | 79 |
| Вопросы для самоконтроля | 81 |
| Литература..... | 82 |
| Приложение. Система программирования MATLAB/SIMULINK..... | 83 |