

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 противодействием	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