

Многоцелевые гусеничные и колесные машины: теория / [В. П. Бойков и др.]; под общей редакцией В. П. Бойкова. — Минск: Новое знание: Москва: Инфра-М, 2012. — 542 с.: ил., табл. — (Серия «Высшее образование»). — Библиография: с. 540-542 (28 назв.).

УДК 629.3.032.017(075.8)

УДК 629.3.033.017(075.8)

**Ч/З №1** — 1 экз.

Изложены основные вопросы теории многоцелевых гусеничных и колесных машин.

Рассмотрены физико-механические и геометрические свойства поверхности движения, взаимодействие движителей с фунтом, динамика мобильных машин, теории устойчивости и управляемости, плавности хода и проходимости. Даны алгоритмы динамического и тягового расчетов с применением вычислительной техники. Изложены вопросы оптимизации мобильных машин на основе системного подхода.

Для студентов вузов автотракторных специальностей, а также инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, выпускающих колесные и гусеничные машины.



# МНОГОЦЕЛЕВЫЕ ГУСЕНИЧНЫЕ И КОЛЕСНЫЕ МАШИНЫ

## Теория

Под общей редакцией доктора технических наук, профессора  
В.П. Бойкова

*Допущено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
учреждений высшего образования по специальностям  
«Тракторостроение», «Многоцелевые гусеничные  
и колесные машины»*

Минск  
«Новое знание»

Москва  
«ИНФРА-М»

2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	9
-----------------------	---

### ГЛАВА 1.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАКТОРОВ И МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН И ИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА

1.1. Тракторы . . . . .	12
1.2. Многоцелевые гусеничные и колесные машины . . . . .	13
1.2.1. Гусеничные машины . . . . .	14
1.2.2. Колесные машины . . . . .	15
1.3. Потребительские свойства машин . . . . .	18
1.3.1. Классификация потребительских свойств . . . . .	18
1.3.2. Противоречивость требований к потребитель- ским свойствам . . . . .	22

### ГЛАВА 2.

#### ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ

2.1. Классификация поверхностей движения и их физиче- ские свойства . . . . .	26
2.2. Механические характеристики грунтов . . . . .	29
2.2.1. Сопротивление грунтов сжатию . . . . .	30
2.2.2. Сопротивление грунтов сдвигу . . . . .	35
2.2.3. Структура почв . . . . .	42
2.2.4. Уплотнение почв . . . . .	47
2.2.5. Оценка уплотняемости почв . . . . .	51
2.3. Геометрические свойства поверхности грунтов . . . . .	55

## ГЛАВА 3.

## ОБЩАЯ ДИНАМИКА КОЛЕСНЫХ МАШИН

3.1. Колесный движитель. Основные понятия и определения . . . . .	65
3.2. Кинематика качения колеса . . . . .	66
3.3. Скольжение и буксование колеса . . . . .	70
3.4. Физико-механические свойства пневматической шины . . . . .	73
3.5. Качение ведомого колеса . . . . .	78
3.6. Сопротивление движению ведомого эластичного колеса за счет мятя грунта и образования колеи . . . . .	82
3.7. Работа ведущего колеса . . . . .	87
3.8. Сцепление ведущего эластичного колеса. Касательная сила тяги . . . . .	93
3.9. Качение эластичного ведомого колеса по недеформируемой поверхности . . . . .	100
3.10. Качение эластичного колеса с уводом . . . . .	103
3.11. Моменты инерции, упругие и диссипативные свойства ведущих колес . . . . .	108
3.11.1. Моменты инерции масс шин . . . . .	108
3.11.2. Упругие и диссипативные свойства шин ведущих колес . . . . .	110
3.12. Оптимизация параметров шин ведущих колес . . . . .	119
3.13. Тяговый баланс колесной машины . . . . .	123

## ГЛАВА 4.

## ОБЩАЯ ДИНАМИКА ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

4.1. Гусеничный движитель. Основные понятия и определения . . . . .	133
4.2. Кинематика гусеничного движителя . . . . .	137
4.2.1. Траектория движения точки обвода . . . . .	138
4.2.2. Абсолютное ускорение точки . . . . .	140
4.2.3. Особенности кинематики звенчатой гусеницы . . . . .	141
4.3. Динамика гусеничного движителя . . . . .	146
4.4. Распределение давления по длине опорной поверхности движителя . . . . .	150

4.5. Сопротивление движению гусеничного движителя . . . . .	163
4.5.1. Внутренние сопротивления движителя . . . . .	163
4.5.2. Внешние сопротивления . . . . .	171
4.6. Сцепление гусеничного движителя с грунтом . . . . .	179
4.7. Тяговый баланс гусеничной машины . . . . .	184

## ГЛАВА 5.

### ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

5.1. Основные понятия и определения . . . . .	190
5.2. Характеристика дизельного двигателя. Определение ведущих моментов . . . . .	191
5.3. Баланс мощности тяговой машины и тяговый КПД . . . . .	198
5.4. Сопротивление машин и орудий, агрегатируемых с многоцелевыми колесными и гусеничными машинами . . . . .	211
5.5. Определение системообразующих параметров проектируемой тяговой машины . . . . .	223
5.5.1. Определение номинального крюкового усилия . . . . .	223
5.5.2. Выбор расчетных скоростей движения . . . . .	228
5.6. Определение эксплуатационной и конструктивной масс многоцелевой тяговой машины . . . . .	235
5.6.1. Определение эксплуатационной массы . . . . .	236
5.6.2. Определение конструктивной массы . . . . .	245
5.7. Выбор рационального положения центра тяжести тяговой машины . . . . .	248
5.8. Определение массы многоцелевых колесных машин . . . . .	255
5.9. Распределение нагрузки от полной массы многоцелевой колесной машины по мостам . . . . .	257
5.10. Определение эффективной мощности двигателя многоцелевых тяговых машин . . . . .	261
5.11. Определение эффективной мощности двигателя многоцелевой колесной машины . . . . .	263

5.12. Определение передаточных чисел ступенчатой трансмиссии . . . . .	264
5.13. Разгонные качества многоцелевых колесных и гусеничных машин . . . . .	274
5.13.1. Трогание с места и разгон без переключения передач . . . . .	274
5.13.2. Поэтапный разгон . . . . .	287

## ГЛАВА 6.

### ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЯГОВЫХ И ГРУЗОНЕСУЩИХ МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

6.1. Тяговые характеристики тяговых машин . . . . .	298
6.2. Теоретическая тяговая характеристика машин со ступенчатой механической трансмиссией . . . . .	300
6.3. Теоретическая потенциальная характеристика трактора со ступенчатой трансмиссией . . . . .	308
6.4. Теоретическая тяговая характеристика трактора с гидродинамической трансмиссией . . . . .	313
6.5. Теоретическая тяговая характеристика трактора с гидрообъемной трансмиссией . . . . .	319
6.6. Теоретическая тяговая характеристика трактора с электрической трансмиссией . . . . .	325
6.7. Динамическая характеристика многоцелевых колесных машин . . . . .	328
6.7.1. Уравнение движения колесной машины . . . . .	328
6.7.2. Методы решения уравнений силового и мощностного балансов . . . . .	334

## ГЛАВА 7.

### ПОВОРОТ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА И МНОГОЦЕЛЕВОЙ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

7.1. Основные понятия и определения . . . . .	339
7.2. Способы поворота колесных машин . . . . .	343
7.3. Кинематика поворота колесного трактора . . . . .	349
7.4. Распределение тягового усилия между ведущими мостами и колесами трактора . . . . .	358

- 7.5. Статическая поворачиваемость колесного трактора . . . . . 367
- 7.6. Динамическая поворачиваемость колесного трактора . . . . . 371
- 7.7. Уравнения движения многозвенных многоцелевых колесных машин . . . . . 378

## ГЛАВА 8.

### ПОВОРОТ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА И МНОГОЦЕЛЕВОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

- 8.1. Основные понятия и определения . . . . . 384
- 8.2. Классификация механизмов поворота . . . . . 385
- 8.3. Кинематика поворота гусеничной машины . . . . . 394
- 8.4. Взаимодействие гусеничного движителя с грунтом при повороте машины . . . . . 401
- 8.5. Установившийся поворот гусеничной машины . . . . . 412
- 8.6. Кинематика и динамика механизмов поворота с одинарным потоком мощности . . . . . 421
- 8.7. Теоретическая характеристика управляемости гусеничной машины при установившемся повороте . . . . . 427
- 8.8. Динамическая поворачиваемость гусеничной машины . . . . . 430

## ГЛАВА 9.

### УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРОВ И МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

- 9.1. Основные понятия и определения.  
Критерии устойчивости . . . . . 440
- 9.2. Устойчивость движения машинно-тракторного агрегата . . . . . 444
- 9.3. Устойчивость трактора против заноса . . . . . 453
- 9.4. Устойчивость движения управляемых колес . . . . . 459
- 9.5. Устойчивость машины к опрокидыванию . . . . . 465
- 9.6. Динамика торможения поездов . . . . . 473

## ГЛАВА 10.

## ПЛАВНОСТЬ ХОДА ТРАКТОРОВ

## И МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

10.1. Основные понятия и определения . . . . .	484
10.2. Подвески и их характеристики . . . . .	488
10.3. Расчетные схемы систем поддресоривания . . . . .	492
10.4. Собственные колебания машины . . . . .	496
10.5. Вынужденные колебания машины. . . . .	506
10.6. Амплитудно-частотные характеристики колебаний линейной динамической системы . . . . .	516
10.7. Воздействие колебаний на водителя. . . . .	522
Приложения. . . . .	532
Список использованных источников . . . . .	540