



**Александров В. А., Козьмин С. Ф., Шоль Н. Р.,
Александров А. В.
Механизация лесного хозяйства и садово-
паркового строительства:
Учебник. 1-е изд.**

Допущено УМО в качестве учебника для студентов профессиональных учебных заведений, обучающихся по специальностям: «Машины и оборудование лесного комплекса» направления подготовки дипломированных специалистов «Технологические машины и оборудование» бакалавра по направлению 250100 — «Лесное дело», и инженера по специальности 250201 — «Лесное хозяйство»

ISBN 978-5-8114-1192-4

Год выпуска 2012

Тираж 1000 экз.

Формат 16,5 × 23,5 см

Переплет: твердый

Страниц 528

Цена 1 299,98 руб.

В учебнике изложены материалы по технической механике, моделированию технологических процессов лесохозяйственных машин, тракторам, автомобилям, машинам и орудиям, которые широко применяются в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве при проведении работ в лесных питомниках, лесовосстановлении, создании садово-парковых объектов и защиты леса.

Рассматриваются технологические схемы производства работ различными машинами, позволяющие грамотно составлять системы машин для технологических процессов в конкретных природных условиях.

Приводится методика расчета тягового сопротивления машин и орудий и способы агрегатирования их с тракторами различного класса тяги. Излагаются справочные материалы, которые позволяют определить основные направления в совершенствовании технологических процессов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве.

Учебник предназначен для студентов лесных высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: «Лесное хозяйство», «Садово-парковое и ландшафтное строительство», «Машины и оборудование лесного комплекса», а также для практического использования работниками предприятий лесного хозяйства и садово-паркового строительства.

Рецензенты:

В. Ф. Свойкин — кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой машин и оборудования лесного комплекса Сыктывкарского лесного института (филиал СПбГЛТА); А. М. Цыпук — доктор технических наук, член-корреспондент РАЕН по секции леса, Заслуженный деятель науки Республики Карелия, профессор кафедры технологии и оборудования лесного комплекса Петрозаводского государственного университета.

Введение

Обеспечение подъема лесного хозяйства и садово-паркового строительства определяется использованием выросшего экономического и технического потенциала государства, крупных капитальных вложений в отрасль, поставок большого количества современных тракторов, машин и орудий.

Лесное хозяйство и садово-парковое строительство по сравнению с другими отраслями народного хозяйства имеют свою специфику, которая заключается в большом разнообразии природных, почвенных и производственных условий, в сезонности работ, в необходимости проводить работы под пологом леса.

В таких сложных условиях грамотное применение машин и технологий возможно не только при изучении их устройства, но и при умении теоретически обосновать взаимодействие рабочих органов машин с предметом труда (с почвой, травяной растительностью, деревьями и т. д.).

Тракторы, машины и орудия для лесного хозяйства и садово-паркового строительства создаются в соответствии с системой машин для комплексной механизации работ.

Система машин — это совокупность связанных между собой тракторов, машин и орудий, выполняющих в течение года все работы в оптимальные сроки при наименьших затратах.

Система машин предусматривает создание и внедрение новых тракторов и машин для подготовки почвы, посадки лесных культур, механизации работ в садах и парках, для ухода за насаждениями и проведения рубок ухода.

Цель изучения дисциплины «Механизация лесного хозяйства и садово-паркового строительства» — помочь студентам освоить теоретические основы и конструктивные особенности лесных и садово-парковых машин; понять процессы, протекающие в отдельных механизмах и системах машин, и взаимодействие их с внешней средой; оценить влияние некоторых факторов на эксплуатационные свойства; обосновать исходные данные для расчета и выбора деталей, узлов, механизмов и систем.

Основными задачами предлагаемого учебника являются углубление лекционного материала указанной дисциплины, оказание помощи в самостоятельной проработке сложных теоретических вопросов, а также развитие у студентов инженерного мышления и научного подхода, основанного на современных методах расчета.

В ближайшей перспективе основными машинами на валке, трелевке и погрузке деревьев (как на лесозаготовках, так и на рубках ухода) останутся валочно-трелевочные, валочно-пакетирующие машины, созданные на базе гусеничных и колесных тракторов различного класса тяги. Из этих машин в различных сочетаниях могут быть сформированы системы машин, позволяющие механизировать процессы заготовки леса, рубок ухода, сбора плодов.

В связи с этим в учебнике уделено внимание вопросам моделирования взаимодействия лесных машин с предметом труда на валке леса, погрузке леса и трелевке от рубок ухода, а также вопросам создания колесных тракторов с шарнирной рамой.

При написании учебника авторами были использованы разработки таких известных ученых, как В. П. Горячкина, А. И. Баранова, И. М. Зимы, Т. Т. Малюгина, П. А. Тихонравова, П. С. Нартова, Д. Г. Мясичева, М. С. Мовнина, А. М. Цыпука и др.

Авторы выражают благодарность рецензентам за полезные советы по содержанию учебника.

Оглавление

[Введение 3](#)

[1. Основы технической механики 5](#)

1.1. Статика 5

1.1.1. Основные понятия 5

1.1.2. Аксиомы статики 6

1.1.3. Связи и их реакции 8

1.1.4. Плоская система сходящихся сил 9

1.1.5. Проекция силы на ось 10

1.1.6. Проекция векторной суммы на ось 12

1.1.7. Аналитическое определение значения и направления равнодействующей плоской системы сходящихся сил (метод проекций) 12

1.1.8. Уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил 13

1.1.9. Решение задачи на равновесие плоской системы сходящихся сил 14

1.1.10. Пара сил и ее действие на тело 15

1.1.11. Момент силы относительно точки и оси 16

1.1.12. Приведение силы к точке 16

1.1.13. Уравнения равновесия плоской системы сил 17

1.1.14. Опорные устройства балочных систем 18

1.1.15. Пространственная система сил 19

1.1.16. Центр масс твердого тела 21

1.2. Кинематика 23

1.2.1. Основные понятия 23

1.2.2. Скорость точки 23

1.2.3. Ускорение точки 24

1.2.4. Поступательное движение твердого тела 25

1.2.5. Вращение тела вокруг неподвижной оси 26

1.2.6. Скорость и ускорение точки вращающегося тела 27

1.3. Динамика 28

1.3.1. Аксиомы динамики 28

1.3.2. Понятие о силах инерции 30

1.3.3. Работа постоянной силы на прямолинейном перемещении 33

1.3.4. Мощность 34

1.3.5. Потенциальная и кинетическая энергия 35

1.3.6. Кинетическая энергия тела в разных случаях его движения 35

1.3.7. Моменты инерции некоторых однородных тел 36

1.3.8. Уравнение динамики для вращательного движения твердого тела 37

[2. Расчет машин и механизмов 39](#)

2.1. Основы сопротивления материалов 39

2.1.1. Понятие о деформации и упругом теле 39

2.1.2. Основные допущения и гипотезы 40

2.1.3. Метод сечений. Виды нагружений 41

2.1.4. Напряжения в поперечных сечениях стержня 43

2.1.5. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии	43
2.1.6. Понятие о срезе	46
2.1.7. Расчет сварных соединений	47
2.1.8. Кручение	48
2.1.9. Эпюры крутящих моментов	49
2.1.10. Расчеты на прочность при кручении	51
2.1.11. Изгиб	51
2.1.12. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов	52
2.1.13. Расчеты на прочность при изгибе	54
2.2. Детали машин и механизмов	56
2.2.1. Основные понятия	56
2.2.2. Кинематические пары	57
2.2.3. Требования к машинам и деталям машин	58
2.2.4. Фрикционные передачи	59
2.2.5. Зубчатые передачи	60
2.2.6. Передаточные отношения зубчатых колес	61
2.2.7. Кривошипно-ползунный механизм	63
2.2.8. Редукторы	64
3. Тракторы и автомобили	66
3.1. Роль тракторов и автомобилей в отрасли	66
3.2. Назначение и классификация тракторов	68
3.3. Общее устройство тракторов	70
3.3.1. Рабочий процесс двигателя внутреннего сгорания	70
3.3.2. Параметры двигателя внутреннего сгорания (дизеля)	73
3.3.3. Трансмиссия тракторов	74
3.3.4. Сцепление	75
3.3.5. Коробки передач	77
3.3.6. Ведущие мосты тракторов	81
3.3.7. Ходовая система гусеничных тракторов	86
3.3.8. Ходовая система колесных тракторов	89
3.4. Ходовая система автомобилей	92
3.5. Поворот тракторов	93
3.6. Кинематические схемы тракторов	95
3.6.1. Кинематическая схема трактора Т-25А	95
3.6.2. Кинематическая схема трактора ДТ-75М	96
3.6.3. Кинематическая схема трактора Т-150К	97
3.6.4. Кинематическая схема трактора Т-25АЛ	98
3.7. Рабочее оборудование тракторов	102
3.8. Удельное давление на грунт гусеничного трактора	107
3.9. Удельное давление на грунт колесного трактора	109
3.10. Проходимость МТА	111
3.11. Тракторы универсальные и общего назначения	114
3.12. Автомобили в отрасли	125
4. Специальные тракторы	127
4.1. Корчеватели	127
4.2. Бульдозеры	134
4.3. Экскаваторы	138
4.4. Террасеры	149
4.5. Тракторы для вывозки живицы	157
4.6. Тракторы для заготовки и вывозки сортиментов	162
4.7. Трелевочные тракторы в лесном хозяйстве	171
4.8. Лесохозяйственные тракторы	178
4.9. Колесные тракторы с шарнирной рамой	181
4.10. Машина для фрезерования пней МУП-4	188
5. Машины и механизмы для основной обработки почвы	193
5.1. Плуги общего назначения	193
5.1.1. Задачи и способы механизированной обработки почвы	193
5.1.2. Виды вспашки	194
5.1.3. Агротехнические требования к обработке почвы	195
5.1.4. Классификация лемешных плугов	196
5.1.5. Общее устройство и рабочий процесс лемешного плуга	197
5.1.6. Назначение лемеха	198
5.1.7. Назначение полевой доски	200
5.1.8. Назначение предплужника и углоснима	201
5.1.9. Дисковые и черенковые ножи	202
5.1.10. Взаимодействие корпуса плуга с почвой. Образование поверхности отвала	203

5.1.11. Образование цилиндрической поверхности отвала	205
5.1.12. Образование винтовой поверхности отвала	206
5.1.13. Взаимодействие клина с почвой	207
5.1.14. Определение сопротивлений клину	210
5.1.15. Рабочая поверхность плуга — развитие косо́го трехгранного клина	213
5.1.16. Теоретические основы построения рабочих поверхностей	215
5.1.17. Условие устойчивости пласта	218
5.1.18. Определение параметров рабочей поверхности корпуса плуга	219
5.1.19. Формула В. П. Горячкина	223
5.1.20. Обзор конструкций плугов общего назначения	225
5.2. Плуги специальные лесные	229
5.2.1. Назначение и устройство специального лесного плуга ПКЛ-70-4	230
5.2.2. Определение тягового сопротивления плуга ПКЛ-70-4	231
5.2.3. Обзор конструкций специальных лесных плугов	233
<u>6. Машины и орудия для дополнительной обработки почвы</u>	<u>245</u>
6.1. Дисковые почвообрабатывающие орудия	245
6.1.1. Назначение дисковых орудий	245
6.1.2. Определение параметров дисковых орудий	245
6.1.3. Определение тягового сопротивления дискового культиватора	249
6.1.4. Обзор конструкций дисковых почвообрабатывающих орудий	249
6.2. Культиваторы	256
6.2.1. Назначение лапчатых культиваторов	256
6.2.2. Определение параметров лапчатых культиваторов	257
6.2.3. Расстановка лап культиватора	260
6.2.4. Обзор конструкций лапчатых культиваторов	261
6.3. Ротационные культиваторы	265
6.4. Выкопочные орудия	267
6.5. Фрезерные машины	270
6.5.1. Назначение фрезерных машин	270
6.5.2. Кинематика рабочего органа фрезерной машины	272
6.5.3. Определение параметров фрезерной машины	273
6.5.4. Обзор конструкций фрезерных машин	277
<u>7. Машины для посадки лесных культур и посева семян</u>	<u>283</u>
7.1. Лесопосадочные машины для питомников	283
7.1.1. Назначение и классификация лесопосадочных машин	283
7.1.2. Определение параметров лесопосадочных машин	286
7.1.3. Требования к посадочному материалу	288
7.1.4. Требования к посадочному механизму	289
7.1.5. Кинематика посадочного аппарата	291
7.1.6. Определение тягового сопротивления лесопосадочных машин	293
7.1.7. Обзор конструкций лесопосадочных машин	293
7.2. Лесопосадочные машины для лесовосстановления на вырубках	300
7.2.1. Назначение лесопосадочных машин	300
7.2.2. Определение параметров лесопосадочных машин	303
7.2.3. Определение тягового сопротивления лесопосадочных машин	306
7.2.4. Обзор конструкций лесопосадочных машин	306
7.3. Лесные сеялки	317
7.3.1. Назначение лесных сеялок	317
7.3.2. Общее устройство лесных сеялок	318
7.3.3. Высевающие аппараты лесных сеялок	319
7.3.4. Выбор рабочего режима высевающей катушки	327
7.3.5. Сошники лесных сеялок	328
7.3.6. Семяпроводы лесных сеялок	331
7.3.7. Рабочие органы для заделки семян	332
7.3.8. Установка сеялки на норму высева	332
7.3.9. Исследование равномерности высева семян высевающими аппаратами сеялок	334
7.3.10. Обзор конструкций лесных сеялок	335
7.3.11. Машина для очистки лесных семян МОС-1	340
7.4. Машины для дискретной обработки почвы под посадку и посев	345
7.4.1. Характеристика и условия применения лункообразователя Л-2У	346
7.4.2. Устройства лункообразователя Л-2У	347
7.4.3. Определение параметров лункообразователя	349
7.4.4. Характеристика и условия применения сменного приспособления Л-2УС	352
7.4.5. Устройство сеялки Л-2УС	353
7.4.6. Расчет экономической эффективности технологий лесовосстановления	354

8. Машины, аппараты и оборудование для защиты леса	356
8.1. Машины для внесения удобрений	356
8.1.1. Виды удобрений	356
8.1.2. Классификация машин для внесения удобрений	357
8.1.3. Машины для внесения минеральных удобрений	357
8.1.4. Режим работы транспортерного аппарата подачи удобрений	364
8.1.5. Теория аппарата для разбрасывания органических удобрений	365
8.1.6. Теория дискового разбрасывателя удобрений	366
8.2. Машины и установки для полива посевов в лесных питомниках	369
8.2.1. Назначение искусственного увлажнения почвы	369
8.2.2. Элементы дождевальных установок	370
8.2.3. Расчет дождевальной установки	371
8.2.4. Обзор конструкций дождевальных установок	373
8.3. Машины и орудия для борьбы с вредителями, болезнями леса и сорной растительностью	375
8.3.1. Машины и аппараты для борьбы с сорной растительностью	375
8.3.2. Методы борьбы с вредителями и болезнями леса. Классификация машин	376
8.3.3. Опрыскиватели	377
8.3.4. Аэрозольные генераторы	380
8.3.5. Опылители	381
8.3.6. Установка машин и аппаратов на норму расхода химикатов	383
8.3.7. Расчет расхода рабочей жидкости опрыскивателя	384
8.3.8. Расчет расхода химикатов опылителями	386
8.4. Машины и орудия для тушения лесных пожаров	388
8.4.1. Ручной инструмент для тушения пожаров	389
8.4.2. Мотопомпы	392
8.4.3. Пожарные агрегаты	398
9. Машины и орудия для рубок ухода за лесом	410
9.1. Назначение и виды рубок ухода за лесом	410
9.2. Выбор машин для рубок ухода с заготовкой древесины	411
9.3. Определение сменной производительности трактора на трелевке леса от рубок ухода	417
9.4. Моторизованный ручной инструмент «Секор-3»	418
9.5. Мобильные средства малой механизации на трелевке при рубках ухода	421
10. Машины и механизмы для садово-паркового строительства	434
10.1. Уход за газонами	434
10.2. Определение параметров плосковращательных рабочих органов	435
10.3. Определение силы резания плосковращательным рабочим органом	436
10.4. Определение силы сопротивления стебля резанию плосковращательным рабочим органом	437
10.5. Уход за кустарниками	439
10.6. Определение усилия резания рабочим органом кустореза	440
10.7. Газонокосилки с бензиновым двигателем	443
10.8. Газонокосилки с электрическим двигателем	446
10.9. Триммеры	449
10.10. Ямокопатели	451
10.11. Мотоблоки и мотокультиваторы	457
10.12. Мини-тракторы	465
10.13. Бензопилы	467
11. Моделирование технологических процессов лесохозяйственных машин	471
11.1. Дерево как механический предмет труда	471
11.1.1. Эксплуатационные характеристики деревьев	471
11.1.2. Сила тяжести дерева	473
11.1.3. Таксационные характеристики деревьев	473
11.1.4. Модели древостоев	479
11.1.5. Вероятностные модели внешней среды	480
11.2. Падение срезанного дерева	481
11.2.1. Исследование процесса направлений валки деревьев	481
11.2.2. Реакции связей, возникающие при падении срезанного дерева	486
11.3. Проектирование захватных устройств	490
11.3.1. Обоснование принципиальной схемы	490
11.3.2. Разработка компоновочно-кинематической схемы	491
11.4. Проектирование механизмов срезания деревьев	493
11.4.1. Классификация способов машинного срезания деревьев	493
11.4.2. Конструктивные особенности срезающих механизмов	494
11.5. Проектирование манипуляторов лесных машин	497
11.5.1. Выбор типа манипулятора	497
11.5.2. Размещение манипулятора на машине	498
11.5.3. Расчет основных проектных параметров манипулятора	499

11.6. Компоновка технологического оборудования	506
11.7. Разработка компоновочных схем лесных колесных тракторов с шарнирной рамой	507
11.8. Оценка компоновки лесного колесного трактора с шарнирной рамой	510
11.8.1. Составление расчетной схемы процесса трелевки	510
11.8.2. Вывод зависимостей для определения технологических сил N и T	512
11.8.3. Определение и	519

[Библиографический список](#) 521
