

16-7532

ДУБЛЕТ



85  
Л Е Т

А.И. Завражнов  
А.А. Завражнов  
К.А. Манаенков  
В.Ю. Ланцев

# ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО САДОВОДСТВА

16-08534



Мичуринск-наукоград РФ  
2016

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Мичуринский государственный аграрный университет»



**А.И. ЗАВРАЖНОВ, А.А. ЗАВРАЖНОВ  
В.Ю. ЛАНЦЕВ, К.А. МАНАЕНКОВ**

# **ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ПРОМЫШЛЕННОГО САДОВОДСТВА**

*Монография*

Мичуринск-наукоград РФ  
2016

УДК 634.1  
ББК 42.35  
Т 38

*Печатается по решению  
учебно-методического совета  
ФГБОУ ВО Мичуринского ГАУ  
(протокол № 6 от 25 февраля 2016 г.)*

**Рецензенты:**

А.А. Цымбал – доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
(Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева),  
Л.В. Григорьева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
(ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ).

**Технологии и техника промышленного садоводства : монография**  
Т38 /А.И. Завражнов, А.А. Завражнов, В.Ю. Ланцев, К.А. Манаенков; под общ.  
ред. А.И. Завражнова. – Мичуринск : Изд-во Мичуринского госагроуниверси-  
тета – 423 с.  
ISBN 978-5-94664-329-0

В книге освещены основные тенденции развития садоводства в России. Рассмотрены системные факторы, обуславливающие функционирование садоводства как промышленной системы. Проанализированы тенденции и технологические этапы формирования системы технологий и машин для отечественного интенсивного садоводства, приведены термины и определения. Материал изложен с учетом достижений науки и производства как в России, так и за рубежом. В монографии приводятся данные исследований ученых Мичуринского государственного аграрного университета, Всероссийского научно-исследовательского института садоводства им. И.В. Мичурина, регионального научно-технического центра «Индустриальные технологии интенсивного садоводства».

Технология производства работ и конструкции машин изложены с учетом модульного принципа проектирования. Рассмотрены отдельно модули выращивания вегетативно размножаемых подвоев яблони, посадки и выращивания саженцев, ухода за почвой в садах, защиты растений от вредителей и болезней, обрезки плодовых деревьев, уборки и транспортировки плодов, раскорчевки и утилизации многолетних насаждений. Уделено внимание полноте в садах и работе со снегом.

Дальнейшее развитие производства требует использования принципиально новых методов, поэтому в книге размещен раздел по разработке интеллектуальной системы управления в садоводстве, приведены примеры использования робототехнических средств для съема плодов и ягод, позиционирования рабочих органов машин для работы в маточниках, объемной обрезки плодовых деревьев с помощью робота-манипулятора.

Книга представляет интерес для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, руководителей и специалистов органов управления АПК различных уровней, предпринимателей сельского хозяйства и аграрного машиностроения.

Все критические замечания по содержанию и форме изложения, а также пожелания будут приняты авторами с благодарностью.

УДК 634.1  
ББК 42.35

ISBN 978-5-94664-329-0

© А.И. Завражнов, А.А. Завражнов,  
В.Ю. Ланцев, К.А. Манаенков, 2016.  
© Изд-во ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Предисловие .....</b>                                                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>ГЛАВА 1. ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ<br/>ПРОМЫШЛЕННОГО САДОВОДСТВА.....</b>                                                  | <b>6</b>  |
| 1.1 Тенденции индустриализации и интенсификации отрасли .....                                                                         | 6         |
| 1.2 Технологические основы индустриализации отечественного<br>промышленного садоводства.....                                          | 11        |
| 1.3 Принципы формирования системы технологий и машин для<br>отечественного интенсивного садоводства.....                              | 17        |
| 1.4 Обоснование принципов формирования системы технологий и машин<br>для отечественного промышленного садоводства .....               | 20        |
| <i>Литература к главе 1 .....</i>                                                                                                     | <i>27</i> |
| <b>ГЛАВА 2. МАШИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ<br/>ВЕГЕТАТИВНО РАЗМНОЖАЕМЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ .....</b>                                     | <b>28</b> |
| 2.1 Составные части плодового питомника, закладка участков .....                                                                      | 28        |
| 2.1.1 Отделение питомника .....                                                                                                       | 28        |
| 2.1.2 Выбор земельного участка .....                                                                                                  | 29        |
| 2.1.3 Организация территории питомника .....                                                                                          | 30        |
| 2.2 Способы и технология выращивания вегетативно размножаемых<br>подвоев в маточных отделениях питомника .....                        | 32        |
| 2.3 Общие сведения о вегетативно размножаемых подвоях яблони,<br>применяемых субстратов, параметры укрывных валов и ленты отводков... | 46        |
| 2.3.1 Сведения об используемых субстратах, их физико-механические<br>свойства .....                                                   | 46        |
| 2.3.2 Параметры укрывного вала .....                                                                                                  | 47        |
| 2.3.3 Ширина ленты и количество побегов поперек ряда .....                                                                            | 48        |
| 2.3.4 Прямолинейность рядов отрастающих побегов .....                                                                                 | 49        |
| 2.3.5 Посадка подвоев плодовых деревьев .....                                                                                         | 52        |
| 2.4 Весеннее раскрытие маточных растений .....                                                                                        | 53        |
| 2.4.1 Машин и рабочие органы для раскрытия корневой системы....                                                                       | 54        |
| 2.4.2 Схема и методика расчета машины с активным рабочим<br>органом для весеннего раскрытия маточных растений .....                   | 58        |
| 2.4.3 Моделирование процесса раскрытия маточных растений.....                                                                         | 66        |
| 2.5 Окучивание отрастающих побегов .....                                                                                              | 68        |
| 2.5.1 Состояние вопроса механизированного окучивания побегов.....                                                                     | 68        |
| 2.5.2 Технологические требования при проектировании машин для<br>окучивания отрастающих побегов .....                                 | 73        |
| 2.5.3 Исследования рабочего процесса и обоснование параметров<br>машины для окучивания побегов .....                                  | 73        |
| 2.5.4 Моделирование процесса окучивания вегетативно-<br>размножаемых растений в маточном поле .....                                   | 78        |
| 2.6 Механизированное ошмыгивание листьев перед отделением отводков..                                                                  | 79        |
| 2.6.1 Общие сведения .....                                                                                                            | 79        |
| 2.6.2 Способы и технические средства для ошмыгивания листьев .....                                                                    | 80        |

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.6.3 Технологические требования при проектировании машины для ошмыгивания листьев .....            | 82         |
| 2.6.4 Исследование рабочего процесса и обоснование параметров машины для ошмыгивания листьев.....   | 83         |
| 2.6.5 Моделирование процесса ошмыгивания листьев .....                                              | 85         |
| 2.7 Раскрытие корневой системы перед отделением отводков .....                                      | 90         |
| 2.7.1 Машина для раскрытия корневой системы подвоев перед их отделением .....                       | 91         |
| 2.7.2 Построение математической модели отпашиков и процесса их работы (силовой расчет).....         | 91         |
| 2.7.3 Реализация математической модели машины для раскрытия корневой системы маточника .....        | 95         |
| 2.7.4 Экспериментальная проверка рабочих органов .....                                              | 96         |
| 2.8 Отделение отводков от маточных растений .....                                                   | 101        |
| 2.8.1 Технологические требования и технические средства для отделения побегов .....                 | 101        |
| 2.8.2 Технологическая схема машины для отделения отводков .....                                     | 107        |
| 2.8.3 Обоснование технологических параметров машины для отделения отводков от маточных кустов ..... | 108        |
| 2.8.4 Моделирование процесса схода побега с диска машины для отделения подвоев яблони.....          | 114        |
| 2.8.5 Результаты исследования агрегата для отделения отводков ....                                  | 114        |
| Литература к главе 2 .....                                                                          | 117        |
| <b>ГЛАВА 3. ВЫРАЩИВАНИЕ И ПОСАДКА САЖЕНЦЕВ .....</b>                                                | <b>119</b> |
| 3.1 Технология выращивания и посадки саженцев.....                                                  | 119        |
| 3.1.1 Подготовка почвы .....                                                                        | 119        |
| 3.1.2 Посадка подвоев .....                                                                         | 120        |
| 3.1.3 Агротехника первого поля питомника .....                                                      | 121        |
| 3.1.4 Окулировка .....                                                                              | 121        |
| 3.1.5 Агротехника второго поля питомника .....                                                      | 122        |
| 3.1.6 Агротехника третьего поля питомника .....                                                     | 123        |
| 3.1.7 Выкопка саженцев.....                                                                         | 124        |
| 3.1.8 Сортировка саженцев .....                                                                     | 125        |
| 3.1.9 Хранение саженцев .....                                                                       | 125        |
| 3.1.10 Реализация саженцев .....                                                                    | 126        |
| 3.2 Технологическое обеспечение выращивания и посадки саженцев .....                                | 127        |
| 3.3 Технические средства для выращивания саженцев .....                                             | 134        |
| Литература к главе 3.....                                                                           | 139        |
| <b>ГЛАВА 4. УХОД ЗА ПОЧВОЙ И ОБРАБОТКА ПРИСТВОЛЬНЫХ ПОЛОС .....</b>                                 | <b>140</b> |
| 4.1 Системы содержания и обработка почвы в садах .....                                              | 140        |
| 4.1.1 Системы содержания почвы .....                                                                | 140        |
| 4.1.2 Орудия для основной обработки почвы в междурядьях .....                                       | 143        |
| 4.1.3 Орудия для поверхностной обработки почвы в междурядьях .....                                  | 143        |

|                                                                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.4 Орудия для работы в садах с залуженными междурядьями .....                                                          | 144        |
| 4.1.5 Устройства для обработки приствольных полос .....                                                                   | 149        |
| 4.2 Механическая обработка приствольных полос с помощью машины МПП-1,2 .....                                              | 162        |
| 4.2.1 Защитная зона ряда деревьев при обработке почвы в интенсивных садах .....                                           | 162        |
| 4.2.2 Технологическая схема, параметры и режимы работы машины для механической обработки приствольных полос .....         | 167        |
| 4.3 Косилка для мульчирования приствольных полос .....                                                                    | 172        |
| 4.3.1 Общие положения .....                                                                                               | 172        |
| 4.3.2 Исследования рабочего процесса и обоснование параметров косилки .....                                               | 173        |
| 4.3.3 Моделирование процесса перемещения скашиваемой в междурядьях травы в приствольные полосы .....                      | 183        |
| 4.3.4 Технологический процесс и схема косилки .....                                                                       | 184        |
| Литература к главе 4 .....                                                                                                | 186        |
| <b>ГЛАВА 5. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ И БОРЬБА С СОРНЯКАМИ .....</b>                                       | <b>188</b> |
| 5.1 Общие сведения о функциональном состоянии плодовых растений и методах их защиты .....                                 | 188        |
| 5.1.1 Требования к построению системы защиты растений .....                                                               | 188        |
| 5.1.2 Общие сведения о защите растений .....                                                                              | 189        |
| 5.2 Машины для химической защиты растений .....                                                                           | 192        |
| 5.3 Исследование и разработка штанговых опрыскивателей .....                                                              | 195        |
| 5.3.1 Основные параметры гербицидной штанги для химической обработки приствольных полос сада .....                        | 195        |
| 5.3.2 Рабочий процесс штанги с шириной, допускающей ее свободный проход между рядами деревьев .....                       | 197        |
| 5.3.3 Анализ движения отклоняющейся секции у штамба .....                                                                 | 198        |
| 5.3.4 Составляющие и суммарная площадь огреха .....                                                                       | 200        |
| 5.3.5 Вылив раствора по площади огреха .....                                                                              | 202        |
| 5.3.6 Технологический процесс и схема перагективного устройства, исключющего образование огреха в приштамбовой зоне ..... | 206        |
| 5.3.7 Производственная проверка гербицидной штанги .....                                                                  | 213        |
| Литература к главе 5 .....                                                                                                | 215        |
| <b>ГЛАВА 6. ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРЕЗКА ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ...</b>                                                              | <b>216</b> |
| 6.1 Основные сведения .....                                                                                               | 216        |
| 6.2 Технические средства для обрезки .....                                                                                | 218        |
| Литература к главе 6 .....                                                                                                | 228        |
| <b>ГЛАВА 7. ОРОШЕНИЕ И ПОЛИВ В САДАХ.....</b>                                                                             | <b>229</b> |
| 7.1 Общие понятия .....                                                                                                   | 229        |
| 7.2 Способы и техника полива садов .....                                                                                  | 233        |
| 7.3 Режим орошения садов.....                                                                                             | 237        |
| 7.4 Орошение сада.....                                                                                                    | 240        |

|                                                                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.5 Внесение минеральных удобрений с поливной водой.....                                                                                     | 241        |
| 7.6 Поливные нормы.....                                                                                                                      | 242        |
| 7.6.1 Нормы, сроки и число поливов .....                                                                                                     | 242        |
| 7.6.2 Осенние и позднезимние влагозарядковые поливы .....                                                                                    | 246        |
| 7.7 Техника для полива и орошения .....                                                                                                      | 246        |
| <i>Литература к главе 7.....</i>                                                                                                             | <i>256</i> |
| <b>ГЛАВА 8. УБОРКА И ТРАНСПОРТИРОВКА ПЛОДОВ .....</b>                                                                                        | <b>257</b> |
| 8.1 Технологические аспекты уборки и транспортировки плодов .....                                                                            | 257        |
| 8.2 Машинные технологии уборки и транспортировки плодов<br>в интенсивных садах .....                                                         | 260        |
| 8.3 Машины для съема плодов .....                                                                                                            | 267        |
| 8.4 Исследование рабочего процесса уборки плодов с помощью<br>платформ .....                                                                 | 271        |
| 8.5 Машины для уборки плодов встряхиванием .....                                                                                             | 275        |
| 8.6 Машины для транспортировки плодовой продукции.....                                                                                       | 281        |
| 8.7 Погрузчики-опорожнители контейнеров.....                                                                                                 | 285        |
| 8.8 Технико-экономические показатели вывоза плодов из сада.....                                                                              | 287        |
| <i>Литература к главе 8.....</i>                                                                                                             | <i>289</i> |
| <b>ГЛАВА 9. РАСКОРЧЕВКА И УТИЛИЗАЦИЯ МНОГОЛЕТНИХ<br/>НАСАЖДЕНИЙ .....</b>                                                                    | <b>290</b> |
| 9.1 Технологические операции расчистки земельных площадей .....                                                                              | 290        |
| 9.1.1 Содержание работ при расчистке площадей .....                                                                                          | 290        |
| 9.1.2 Технология сплошной раскорчевки .....                                                                                                  | 293        |
| 9.1.3 Раздельная раскорчевка.....                                                                                                            | 298        |
| 9.2 Обзор способов и технических средств раздельной раскорчевки .....                                                                        | 300        |
| 9.2.1 Способы раскорчевки многолетних насаждений .....                                                                                       | 300        |
| 9.2.2 Технические средства для корчевания пней .....                                                                                         | 304        |
| 9.2.3 Технические средства для вычесывания корней многолетних<br>насаждений .....                                                            | 317        |
| 9.3 Таксационная оценка многолетних насаждений .....                                                                                         | 322        |
| 9.3.1 Характеристика наземной части многолетних насаждений .....                                                                             | 322        |
| 9.3.2 Характеристики корневой системы .....                                                                                                  | 325        |
| 9.4 Обоснование технологических параметров раскорчевки пней и удаление<br>корневых остатков многолетних насаждений плодового сада .....      | 332        |
| 9.4.1 Технологические требования при проектировании машины для<br>корчевания пней .....                                                      | 332        |
| 9.4.2 Технологическая схема машины для корчевания пней .....                                                                                 | 333        |
| 9.4.3 Технологические требования при проектировании машины для<br>корчевания корней многолетних насаждений .....                             | 334        |
| 9.4.4 Технологическая схема машин .....                                                                                                      | 335        |
| 9.4.5 Теоретические исследования тягового сопротивления<br>рабочего органа корчевателя пней и остатков корней многолетних<br>насаждений..... | 336        |

|                                                                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.4.6 Агротехническая оценка качества удаления древесно-растительных остатков из почвы .....                                               | 348        |
| 9.5 Технологическое обеспечение утилизации отходов раскорчевки .....                                                                       | 349        |
| 9.5.1 Обзор технологий утилизации отходов раскорчевки .....                                                                                | 349        |
| 9.5.2 Технические средства для измельчения отходов раскорчевки .....                                                                       | 351        |
| 9.6 Обоснование технологической схемы машины для измельчения плодовых веток и их заделки в почву .....                                     | 359        |
| 9.6.1 Теоретическое обоснование параметров и режимов работы ножевого барабана .....                                                        | 360        |
| 9.6.2 Анализ кинематики рабочих органов .....                                                                                              | 360        |
| 9.6.3 Определение сил, действующих на ножи .....                                                                                           | 364        |
| 9.6.4 Определение параметров измельчителя древесно-растительных материалов .....                                                           | 366        |
| Литература к главе 9 .....                                                                                                                 | 370        |
| <b>ГЛАВА 10. РАБОТА СО СНЕГОМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ САДАХ .....</b>                                                                               | <b>375</b> |
| Литература к главе 10 .....                                                                                                                | 381        |
| <b>ГЛАВА 11. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МАШИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА В ПРОМЫШЛЕННОМ САДОВОДСТВЕ.....</b>                                            | <b>382</b> |
| 11.1 Особенности разработки интеллектуальной системы управления в садоводстве .....                                                        | 382        |
| 11.2 Робототехнические средства для растениеводства и садоводства.....                                                                     | 387        |
| 11.3 Система позиционирования рабочих органов машин для работ в маточниках .....                                                           | 397        |
| 11.4 Объемная обрезка плодовых деревьев с помощью робота-манипулятора .....                                                                | 402        |
| Литература к главе 11 .....                                                                                                                | 410        |
| <b>ГЛАВА 12. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТОВ ISO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОГО САДОВОДСТВА .....</b>                             | <b>411</b> |
| 12.1 Стандарты ISO для «Unit Production»: сценарий «Как хотелось бы» ....                                                                  | 411        |
| 12.2 Стандарты ISO для «Unit Production»: ситуация «Как есть» .....                                                                        | 412        |
| 12.3 Стандарты ISO для «Unit Production»: концепция «Как надо».....                                                                        | 414        |
| 12.4 Информационные технологии при реализации системообразующей модели «Индустриальные машинные технологии интенсивного садоводства» ..... | 415        |
| Литература к главе 12 .....                                                                                                                | 417        |