

20-2737

ДУБЛЕТ

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

20-02438



Ростов-на-Дону
2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Учебник

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2019

УДК 631.3(075.8)
О-64

рецензент

доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАСХН, академик РАН Ю.А. Иванов

Авторы:

Б.Ч. Месхи, В.И. Пахомов, Д.В. Рудой, А.В. Бутовченко,
А.Н. Соловьев, А.В. Ольшевская, А.А. Дорошенко

**О-64 Организационно-технологические основы проектирования в
сельскохозяйственном производстве : учебник / Б.Ч. Месхи [и др.].
– Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2019. – 548 с.**

ISBN 978-5-7890-1699-2

Рассмотрены новые подходы к основам проектирования сельскохозяйственных машин, оборудования, агрегатов, предприятий, а также методы, формирующие современные алгоритмы проектирования.

В связи со спецификой использования методов и средств проектирования анализируются основные направления в конструировании машин, прогнозирование тенденций и параметров технического оборудования на стадиях проектирования. Приведены методы оценки производительности и качества сельхозмашин и агрегатов на проектной стадии и методы структурно-параметрического синтеза машин с использованием САПР.

Предназначен для вузов, готовящих специалистов по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Материал, изложенный в учебнике, может быть использован при подготовке бакалавров и магистров инженерных специальностей по направлениям 23.03.02 – «Наземные транспортно-технологические комплексы», 23.04.02 – «Наземные транспортно-технологические комплексы», 35.03.06 – «Агроинженерия», 35.04.06 – «Агроинженерия», а также инженерно-техническими работниками машиностроительных предприятий.

УДК 631.3(075.8)

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

© Б.Ч. Месхи, 2019
© Донской государственный
технический университет, 2019

ISBN 978-5-7890-1699-2

Оглавление

Основные термины и определения	3
1. Предисловие	5
1. ОБЪЕКТЫ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	6
1.1. Общие сведения о проектируемых объектах.....	6
1.2. Исходные данные для проектирования.....	9
1.3. Источники получения новых знаний.....	19
1.4. Алгоритм принятия решений по управлению деятельностью предприятия при постановке на производство объекта проектирования.....	23
1.5. Рыночные предпосылки проектирования сельскохозяйственных машин.....	26
2. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	39
2.1. Содержание технического задания.....	39
2.2. Разработка проектной конструкторской документации.....	42
2.2.1. Разработка технического предложения	42
2.2.2. Разработка эскизного проекта	43
2.2.3. Разработка технического проекта	44
2.3. Разработка рабочей конструкторской документации.....	45
2.3.1. Изготовление и испытание опытных образцов.....	46
2.3.2. Изготовление и испытание установочной серии изделий.....	47
2.3.3. Изготовление и испытание головной (контрольной) серии изделий.....	48
3. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В КОНСТРУИРОВАНИИ МАШИН.....	49
3.1. Принципы и методы конструирования.....	49
3.2. Система автоматизированного проектирования	52
3.3. САПР сборочной единицы.....	79
4. ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ НА ПРОЕКТНОЙ СТАДИИ.....	85
4.1 Оценка производительности мобильных машин и агрегатов.....	85
4.1.1. Перегрузочная организация работы СХМ и агрегатов на уборочно-транспортных и транспортно-распределительных операциях.....	86
4.1.2. Прямоточная организация работы СХМ и агрегатов на уборочно-транспортных и транспортно-распределительных операциях.....	95
4.1.3. Групповая организация работы СХМ или агрегатов на уборочно-транспортных и транспортно-распределительных операциях.....	96
4.1.4. Примеры оценочных расчетов эксплуатационной производи- тельности СХМ на проектной стадии.....	97
4.2. Оценка производительности стационарных машин и агрегатов.....	100

5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	103
5.1. Управление надежностью сельскохозяйственных машин.....	103
5.2. Общие понятия теории надежности.....	104
5.3. Показатели надежности сельхозмашин.....	105
5.3.1. Показатели безотказности элемента.....	106
5.3.2. Показатели долговечности.....	109
5.3.3. Показатели ремонтпригодности.....	110
5.3.4. Показатели сохраняемости.....	111
5.3.5. Комплексные показатели надежности.....	112
5.3.6. Показатели технико-экономической эффективности повышения надежности.....	113
5.4. Критерии отказов и предельных состояний.....	115
5.4.1. Классификация отказов.....	116
5.4.2. Причины отказов технических систем.....	117
5.5. Повышение надежности на стадии разработки конструктивных решений изделия и его составных частей.....	119
5.6. Повышение надежности систем за счет резервирования.....	122
5.7. Достижение заданного уровня надежности элементов СХМ расчетными методами.....	126
5.7.1. Применение метода конечных элементов в прочностных расчетах конструкций.....	128
5.7.2. Оценка прочности и жесткости.....	129
5.7.3. Оценка выносливости.....	130
5.7.4. Вероятность безотказной работы.....	130
5.7.5. Функции распределения ресурса.....	131
5.7.6. Оценка уровня надежности.....	132
5.8. Определение требуемой надежности.....	132
5.9. Прогнозирование уровня надежности элементов машин экспериментально-расчетными методами.....	146
5.9.1. Экспериментальные исследования машины во всех типичных режимах работы.....	148
5.9.2. Эксплуатационное нагружение машины и деталей.....	148
5.9.3. Оценка выносливости.....	149
5.10. Экспериментальная оценка уровня надёжности машин.....	150
5.10.1. Классификация.....	150
5.10.2. Проблемы надёжности тракторов и сельхозмашин.....	152
5.11. Система проектирования несущих конструкций.....	153
5.11.1. Концепция алгоритма МКЭ.....	153
5.11.2. Общая архитектура САПР, базирующаяся на МКЭ.....	154
5.11.3. Состав и требования к информационному обеспечению.....	154
5.11.4. Функции модуля вычислений.....	155
5.11.5. Функции модуля вывода.....	155
5.11.6. Структура вычислительных комплексов для использования МКЭ.....	155
5.11.7. Программное обеспечение задач МКЭ прочности конструкций... ..	156
5.12. Примеры и результаты расчета.....	159

6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МАШИН ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	168
6.1. Номенклатура и показатели качества объектов проектирования.....	168
6.2. Методы оценки уровня качества изделия.....	178
6.3. Стандарты ISO серии 9000.....	181
6.4. Система управления качеством.....	192
6.5. Качество машин при технологической подготовке производства.....	203
6.5.1. Технологичность конструкций изделия.....	203
6.5.2. Качественная оценка технологичности конструкции.....	206
6.5.3. Количественная оценка технологичности конструкции.....	206
6.5.4. Взаимосвязь качественной и количественной оценок технологичности конструкции.....	210
6.5.5. Система мероприятий по обеспечению технологичности конструкции.....	214
7. ОБОСНОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	218
7.1. Понятие системы и системного анализа при проектировании.....	220
7.1.1. Иерархические уровни описания проектируемых объектов...	224
7.1.2. Классификация типовых процедур проектирования.....	225
7.1.3. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования (АП).....	228
7.2. Задачи обеспечения агротехнических требований.....	229
7.3. Структурно-параметрический синтез рабочих органов сельскохозяй- ственных машин при проектировании.....	231
7.3.1. Многоэтапность проектирования.....	231
7.3.2. Анализ технического задания и структура технологического процесса воздушно-решетной зерноочистительной машины (ВРЗОМ).....	233
7.3.3. Базовые элементы решетных станов зерноочистительных машин, их микромоделей.....	235
7.3.3.1. Построение алгоритмов расчета показателей сепара- ции зерновых материалов на отдельных решетках.....	238
7.3.3.2. Статистические микромоделей, описывающие процесс сепарации зернового материала на решетках.....	242
7.3.4. Параметрический синтез решетных модулей зерноочистительных машин.....	251
7.3.4.1. Структурные модели решетных модулей.....	251
7.3.4.2. Макромодели оптимального проектирования решет- ных модулей.....	260
7.3.4.3. Анализ и параметрический синтез решетных модулей.....	266
7.3.4.4. Параметрическая оптимизация решетного модуля с одним ярусом зерновых решет и развитой поверхностью подсеянных и сортировальных решет... ..	290
7.3.4.5. Параметрическая оптимизация и анализ функционирования одноярусных и двухъярусных решетных модулей.....	294

7.3.5. Моделирование процессов сепарации зерновых материалов на транспортном сепараторе.....	309
7.3.6. Синтез параметров пневмосепараторов применительно к зерноочистительным машинам.....	316
7.3.6.1. Параметрический синтез пневмосепаратора с активным вводом зернового материала в пневмоканал.....	316
7.3.6.2. Стендовые и приемочные испытания пневмосепаратора.....	328
7.3.7. Обоснование функциональных параметров делителя зернового потока в зерноочистительной машине.....	330
7.3.8. Системный анализ и параметрический синтез зерноочистительной машины.....	335
7.3.9. Система автоматизированного проектирования (САПР) «Проектирование функциональной схемы и структуры воздушно-решетной зерноочистительной машины»	353
7.4. Построение функциональных схем.....	360
8. СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	363
8.1. Общие принципы подхода к структурному синтезу объекта проектирования.....	364
8.2. Построение принципиальной схемы	379
8.3. Обоснование и построение кинематической схемы	381
9. СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	397
9.1. Формирование проблемы, целей, задач и показателей оценки эффективности функционирования объектов параметрического и структурного синтеза.....	397
9.2. Морфологические свойства, определяющие составные части объекта, связи между его элементами и подсистемами, их устройство.....	398
9.3. Построение математической модели процессов функционирования отделений очистки зерноочистительного агрегата.....	408
9.4. Моделирование процессов функционирования отделений очистки зерноочистительного агрегата, параметрический и структурный синтез рациональной схемы и технических средств отделения очистки агрегата.....	411
10. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ.....	417
10.1. Перечень работ, выполняемых при разработке технического проекта.....	417
10.2. Обеспечение ремонтпригодности машин при проектировании.....	419
10.2.1. Ремонтпригодность как одно из важнейших свойств конструкции машины.....	419
10.2.2. Основные показатели ремонтпригодности.....	420
10.2.3. Обеспечение ремонтпригодности.....	423

10.2.3.1. Требования к ремонтпригодности.....	423
10.2.3.2. Прогнозирование ремонтпригодности СХМ при проектировании.....	427
10.2.3.3. Методы качественной оценки ремонтпригодности...	429
10.2.3.4. Методы количественной оценки ремонтпригодности.....	430
10.2.3.5. Контрольные испытания на ремонтпригодность.....	430
10.3. Стендовые испытания макетов проектируемого изделия.....	432
10.3.1. Оценка надежности проектируемого изделия.....	432
10.3.2. Виды и средства ресурсных стендовых испытаний.....	437
10.3.3. Методы оценки показателей надежности при проведении стендовых ресурсных испытаний.....	438
10.3.4. Режимы стендовых ресурсных испытаний.....	444
10.4. Оценка показателей назначения.....	446
11. СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	454
11.1. Определение условий функционирования систем внутрихозяйственного производства комбикормов.....	454
11.2. Принципы разработки современных внутрихозяйственных комбикормовых предприятий.....	468
11.3. Согласование показателей производства комбикормов с потребностями животноводства.....	468
11.3.1. Анализ структуры и состава животноводческих объектов как потребителей комбикормов.....	469
11.3.2. Требуемая производительность внутрихозяйственных комбикормовых предприятий.....	480
11.4. Обоснование структурно-технологической схемы внутрихозяйственного комбикормового предприятия.....	483
11.4.1. Структурный анализ технологических схем производства комбикормов и выбор базового варианта.....	483
11.4.2. Согласование параметров работы технологических модулей и блоков.....	498
11.4.3. Структурно-технологический синтез внутрихозяйственного комбикормового предприятия.....	503
12. ТЕОРИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	521
12.1. Понятие ТПК.....	521
12.2. Структура ТПК	523
12.3. Основные системные признаки ТПК	529
Заключение.....	534
Литература.....	535