

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

А. Н. Леонов, М. М. Дечко, В. Б. Ловкис

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по группе специальностей 74 06 Агроинженерия
и специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники»*

**Минск
БГАТУ
2020**

Леонов, А. Н. Основы моделирования : учебно-методическое пособие для студентов вузов / А. Н. Леонов, М. М. Дечко, В. Б. Ловкис ; Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет". — Минск : БГАТУ, 2020. — 158, [1] с.

УДК 62-027.21:519.23/.25(075.8)

ББК 3

Чит. зал №1 — 1 экз.

Содержит теоретические сведения и примеры решения прикладных задач по трем темам: детерминированное моделирование технических систем, включающее алгоритм корректного оформления результатов инженерных и научных расчетов; оценка параметров генеральной совокупности выборочным методом, включающим оценку качества серийной и однотипной продукции; стохастическое моделирование и оптимизация однофакторных технических систем.

Рекомендовано для студентов I степени высшего образования, обучающихся по группе специальностей 74 06 Агроинженерия, специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» и по специальностям 1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов и производство (по сельскому хозяйству)», 1-54 01 01-09 «Метрология, стандартизация и сертификация» (определенных протоколом компетенций), преподавателей учреждений высшего образования инженерного профиля.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ДЕТЕРМИНИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
1.1. Предварительная обработка экспериментальных данных	7
1.1.1. Детерминированное и стохастическое моделирование	7
1.1.2. Абсолютная и относительная погрешность параметра, подчиняющегося детерминированным закономерностям	8
1.1.3. Алгоритм округления результата инженерных и научных расчетов	12
1.1.4. Алгоритм корректного оформления результата инженерных и научных расчетов	17
1.1.5. Типовая задача: простейшие детерминированные модели	18
1.2. Вопросы и задания для самопроверки	22
2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СТОХАСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ	
2.1. Нормальный закон распределения и его значение для моделирования технических систем	26
2.1.1. Генеральная совокупность, нормальный закон распределения	27
2.1.2. Выборка и определение ее параметров	30
2.2. Выборочный метод оценки параметров генеральной совокупности	34
2.2.1. Алгоритм решения прикладных задач выборочным методом	35
2.2.2. Типовая задача: определение качества серийной продукции выборочным методом	38
2.3. Сравнительная оценка параметров двух выборок	44
2.3.1. Алгоритм сравнительной оценки параметров двух выборок	48
2.3.2. Типовая задача: сравнительная оценка однотипной продукции по качеству	52
2.4. Вопросы и задания для самопроверки	63
3. СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОДНОФАКТОРНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЛАНИРОВАНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТА	
3.1. Стохастическое моделирование однофакторных технических систем	69

3.2. Моделирование технических систем однофакторными регрессионными уравнениями 1-го порядка	73
3.2.1. Матрица планирования и проведение эксперимента	73
3.2.2. Предварительная обработка экспериментальных данных	77
3.2.3. Построение ортогонализированного уравнения регрессии 1-го порядка и проверка его на статистическое качество	79
3.2.4. Оптимизация однофакторной технической системы по уравнению регрессии 1-го порядка.....	90
3.2.5. Алгоритм решения прикладных задач с помощью однофакторных уравнений регрессии 1-го порядка.....	93
3.2.6. Типовая задача: стохастическое моделирование технических систем уравнением регрессии 1-го порядка.....	99
3.3. Моделирование технических систем однофакторными регрессионными уравнениями 2-го порядка	107
3.3.1. Матрица планирования и проведение эксперимента	108
3.3.2. Предварительная обработка экспериментальных данных	108
3.3.3. Построение ортогонализированного уравнения регрессии 2-го порядка и проверка его на статистическое качество	110
3.3.4. Оптимизация технической системы по уравнению регрессии 2-го порядка.....	114
3.3.5. Алгоритм решения прикладных задач с помощью однофакторных уравнений регрессии 2-го порядка.....	117
3.3.6. Типовая задача: стохастическое моделирование технических систем уравнением регрессии 2-го порядка.....	124
3.4. Вопросы и задания для самопроверки	132
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	136
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	137
Приложение 1. Критерий Смирнова–Граббса	138
Приложение 2. Критерий Стьюдента.....	139
Приложение 3. Критерий Пирсона	141
Приложение 4. Критерий Фишера	143
Приложение 5. Критерий Кохрена.....	149
Приложение 6. Вывод математических формул.....	150