

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

“Оренбургский государственный университет”

Л.Н. ТРЕТЬЯК

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования – “Оренбургский государственный университет” в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям: 653800 “Стандартизация, сертификация и метрология”, 651400 “Машиностроительные технологии и оборудование”, 651900 “Автоматизация и управление”, 150200 “Автомобили и автомобильное хозяйство”, 230100 “Сервис, техническая эксплуатация и ремонт автомобилей”, 170500 “Механизмы, аппараты химических производств”, 170600 “Механизмы, аппараты пищевых производств”.

Оренбург, 2004

ББК 30.10я 73
Т 66
УДК 389.1 (075.8)

Рецензенты

кандидат технических наук, доцент В.А. Никитин
кандидат технических наук, доцент А.Г. Реннер

Т 66 **Третьяк Л.Н.**
Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие. –
Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.

ISBN.....

Учебное пособие содержит сведения по теории оценивания погрешностей измерений с многократными наблюдениями и практические рекомендации по применению методов обработки результатов измерений. Пособие является развитием работы автора “Обработка прямых измерений с многократными наблюдениями”. Расширено и дополнено сведениями из теоретических основ измерений, методами обработки косвенных измерений, а так же содержит математические методы планирования и анализа измерительного эксперимента. Приведено в соответствие с существующими нормативными документами и методическими рекомендациями. Дополнено справочными данными и вариантами для выполнения курсовой работы, содержит примеры выполнения основных этапов обработки измерений. Проводится описание программ для математической обработки результатов измерений, а также описание стандартных процедур Excel.

Для студентов технических специальностей, изучающих дисциплины “Метрология, стандартизация и сертификация”, “Технические измерения и приборы”, а так же для выполнения курсового проектирования по дисциплинам “Метрология, стандартизация и сертификация”, “Общая теория измерений”. Пособие может быть использовано аспирантами и инженерами при обработке экспериментальных данных.

Т 2004010000

ББК 30.10я 73

ISBN....

© Третьяк Л.Н., 2004
© ГОУ ОГУ, 2004

Содержание

Введение.....	5
1 Общие сведения из теории погрешности измерений.....	7
1.1 Общие теоретические положения.....	7
1.2 Классификация погрешностей измерений.....	11
2 Общая последовательность выполнения обработки результатов наблюдений.....	29
2.1 Определение точечных оценок закона распределения результатов наблюдений.....	30
3 Методы исключения результатов с грубыми погрешностями.....	42
3.1 Критерий Ирвина.....	45
3.2 Критерий Романовского.....	46
3.3 Критерий вариационного размаха.....	47
3.4 Критерий Диксона.....	47
3.5 Критерии , Райта.....	49
3.6 Критерий Смирнова.....	50
3.7 Критерий Шовене.....	51
4 Исключение систематических погрешностей измерений.....	55
5 Статистическая обработка результатов измерений.....	59
5.1 Определение точечных оценок исправленных результатов измерений.....	59
5.2 Определение закона распределения результатов измерений.....	61
6 Статистическая обработка результатов наблюдений при неравноточных измерениях.....	68
6.1 Обработка результатов отдельных групп наблюдений.....	68
6.2 Проверка гипотезы о неравноточности результатов наблюдений.....	69
6.3 Определение точечных оценок параметров распределения.....	81
7 Определение параметров закона распределения результатов наблюдений по статистическим критериям.....	85
7.1 Проверка нормальности распределения по критерию Пирсона.....	85
7.2 Проверка нормальности распределения по составному критерию.....	88
7.3 Проверка нормальности распределения по критерию согласия Колмогорова А.Н.....	92
8 Приближённая идентификация формы и вида закона распределения результатов измерений.....	95
9 Представление результатов измерений.....	98
9.1 Определение доверительных интервалов случайной погрешности.....	99
9.2 Определение границ неисклуженной систематической погрешности результата измерений.....	101
9.3 Правила округления результатов измерений.....	105
9.4 Формы представления результатов измерений.....	107
9.5 Запись результата измерений при прямых измерениях.....	109
10 Обработка результатов косвенных измерений.....	110
10.1 Обработка результатов косвенных измерений при линейной зависимости.....	110
10.2 Обработка результатов косвенных измерений при нелинейной зависимости.....	114
11 Обработка результатов совместных измерений.....	122
11.1 Методика регрессионного анализа.....	124
11.2 Проверка статистической гипотезы об адекватности модели.....	128
12 Обработка результатов наблюдений при прямых однократных измерениях.....	129
13 Математические методы планирования и анализа активного эксперимента.....	133
13.1 Проверка гипотезы о нормальном законе распределения погрешностей эксперимента.....	133
13.2 Проверка гипотезы о воспроизводимости опытов.....	136
14 Автоматизация обработки результатов наблюдений при многократных измерениях.....	143
15 Тематика курсовых работ.....	146
16 Оформление курсовой работы.....	147
Список использованных источников.....	149
Приложение А.....	151
Приложение Б.....	152
Приложение В.....	158
Приложение Г.....	160
Приложение Д.....	162
Приложение Е.....	163
Приложение Ж.....	164
Приложение И.....	166
Приложение К.....	167
Приложение Л.....	169



Приложение М.....	170
Приложение Н.....	171
Предметный указатель.....	172

Введение

Измерения не являются самоцелью, а имеют определенную область использования, т. е. проводятся для достижения некоторого конечного результата в соответствии с поставленной задачей.

В зависимости от назначения измерений (для контроля параметров продукции, для испытаний образцов продукции с целью установления ее технического уровня, для диагностики технического состояния машин и физиологического уровня биологических объектов, для научных исследований, для учета материальных и энергетических ресурсов и др.) конечный результат в том, или ином виде отражает требуемую информацию о количественных свойствах объектов, явлений и процессов (в том числе, технологических). Причем такая информация может быть получена путем измерения, в процессе испытания или контроля.

Основным объектом измерения являются физические величины.

Физическая величина согласно / 9 / это одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

В Международном словаре основных и общих терминов метрологии” (UIM—93) применено понятие величина (измеримая), раскрываемое как “характерный признак (атрибут) явления, тела или вещества, которое может выделяться качественно и определяться количественно”

Высокая точность измерения и достоверность научных результатов имеет большое значение, как в инженерной, так и научной деятельности.

На практике существует несколько способов повышения точности измерений: увеличение точности средств измерения (СИ), совершенствование методов измерений, и если это возможно, увеличение числа повторных измерений.

Многократные измерения одной и той же величины встречаются при аттестации и поверке СИ, измерительных каналов, информационных измерительных систем, при контроле технологических процессов, при испытаниях изделий, при необходимости проведения экспериментального статистического описания переменных величин, а также в научно-исследовательских работах /1/.

Под обработкой результатов наблюдений следует понимать выполненные по определенным правилам, т. е. регламентированные процедуры по получению результата измерений из серии наблюдаемых значений (в случае многократных измерений). В простейшем случае (однократные измерения) результат измерений (испытаний) является собственно наблюдаемым значением. Под наблюдаемым значением следует понимать значение характеристики, полученное в результате единичного наблюдения. Физические величины следует рассматривать как частный случай характеристик, которым присуща количественная индивидуальность (размер). Значение, которого получают выполнением регламентированного