

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова

В.В. Заляжных

СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Учебное пособие

Архангельск
САФУ
2014

УДК 519.25(07)+366.624(07)
ББК 22.172я73
3-22

*Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
Северного (Арктического) федерального университета
им. М.В. Ломоносова*

Рецензенты:

А.В. Радиманов, директор ФГУП «Архангельский Центр стандартизации,
метрологии и сертификации»

А.Е. Коптелов, кандидат технических наук,
главный специалист-метролог Института экологических
проблем Севера УрО РАН

Заляжных, В.В.

3-22 Статистические расчёты при планировании и обработке результатов испытаний: учебное пособие / В.В. Заляжных; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – Архангельск: САФУ, 2014. – 83 с.
ISBN 978-5-261-00985-6

Рассмотрены основы применения статистических методов при планировании и обработке результатов испытаний. Приведены задания к лабораторным работам и примеры их выполнения. Примеры выполнены с использованием компьютерной программы MS Excel 2002.

Предназначено для студентов института теоретической и прикладной химии направления 221.700 «Стандартизация и метрология». Может быть полезно также студентам других специальностей.

УДК 519.25(07)+366.624(07)
ББК 22.172я73

ISBN 978-5-261-00985-6

© Заляжных В.В., 2014

© Северный (Арктический) федеральный
университет им. М.В. Ломоносова, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Испытания – наиболее достоверный источник информации на всех этапах управления качеством продукции. Испытания содержат обычно три этапа: планирование, проведение, обработка результатов. При планировании и обработке результатов испытаний важнейшее значение имеет использование статистических методов.

Настоящее пособие предназначено для освоения студентами основ применения статистических методов при планировании и оценке результатов испытаний путём выполнения лабораторных работ. Лабораторные работы выполняются при помощи компьютерной программы MS Excel (примеры выполнены в MS Excel 2002). Применение Excel позволяет, при автоматизации рутинных расчётов, проводить пошаговое выполнение заданий. Благодаря этому усваивается сущность статистических методов при планировании и обработке результатов испытаний.

Каждую работу следует выполнять в отдельной книге программы Excel (записывать в виде отдельного файла). При этом каждое задание, если оно не связано с предыдущими заданиями, выполняется на отдельном листе книги. В ячейке A1 каждого листа указывается номер и название работы, а также номер задания. Например: **Лаб. работа 1. Точечные и интервальные оценки. Задание 1.** Каждый лист электронной книги следует называть по номеру выполненного в нём задания, например: **Задание 3.**

Каждую созданную электронную таблицу целесообразно защитить от изменений. Для этого сначала снимают защиту с ячеек, в которые могут вводиться новые исходные данные, например, результаты испытаний, доверительная вероятность и др. Выделив нужную ячейку или блок ячеек, командой **Формат – Ячейки** открывают диалоговое окно, и на вкладке **Защита** снимают защиту. Затем командой **Сервис – Защита – Защитить лист** открывают диалоговое окно и снимают указание со строки **Выделение заблокированных ячеек** (при этом остаётся только указание на **Выделение незаблокированных ячеек**). Пароль при этом вводить не следует.

В результате будут доступны только незащищённые ячейки. При вводе в них новых данных следует удалить прежние данные клавишей **Del**. Если прежние данные могут в дальнейшем понадобиться, их следует сначала скопировать в свободные ячейки или

свободный лист командой **Копировать – Специальная вставка – Вставить значения**. Новые данные можно вводить с клавиатуры или копировать. Копировать новые данные можно командой **Копировать – Специальная вставка – Вставить значения**. Нельзя использовать команды **Вырезать** и **Вставить**, т.к. это может привести к изменению формул даже в защищённых ячейках.

Следует помнить, что неправильные действия обычно можно отменить командой **Правка – Отменить**.

Имена файлов должны состоять из фамилии студента и номера работы, например, *Иванов-10*. Файлы следует хранить в отдельной папке внутри папки данного студента (например, C:\students\ht2-2\oti).

По каждой работе студент должен представить отчёт, содержащий название работы, результаты выполнения заданий и выводы. Все отчёты оформляются в одном документе MS Word и затем распечатываются.

Основные обозначения

M – математическое ожидание

σ – генеральное среднееквадратическое отклонение

σ^2 – генеральная дисперсия

s – выборочное среднееквадратическое отклонение

s^2 – выборочная дисперсия

x_i – значение элемента выборки

γ – генеральный коэффициент вариации

υ – выборочный коэффициент вариации

\bar{x} – среднее значение

n – объём испытаний

k – число степеней свободы

$z_{1-\alpha/2}$ – квантиль стандартного нормального распределения

$t_{\alpha,k}$ – коэффициент Стьюдента

x_c – сомнительное значение, предполагаемая грубая ошибка

P_β – минимальная вероятность безотказной работы

P_α – приемлемая вероятность безотказной работы

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	5
<i>Лабораторная работа № 1. Точечные и интервальные оценки</i>	5
<i>Лабораторная работа № 2. Определение объёма испытаний</i>	10
<i>Лабораторная работа № 3. Проверка приемлемости результатов испытаний</i>	16
ИСКЛЮЧЕНИЕ ГРУБЫХ ОШИБОК	24
<i>Лабораторная работа № 4. Критерий Н.В. Смирнова</i>	24
<i>Лабораторная работа № 5. Критерий Диксона</i>	30
<i>Лабораторная работа № 6. Критерий Ирвина</i>	35
<i>Лабораторная работа № 7. Критерий Шовене</i>	37
<i>Лабораторная работа № 8. Критерий Романовского</i>	39
ОЦЕНКА ВИДА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ	42
<i>Лабораторная работа № 9. Критерий Шапиро–Уилка</i>	42
<i>Лабораторная работа № 10. Критерий омега-квадрат</i>	46
<i>Лабораторная работа № 11. Критерий Колмогорова</i>	51
<i>Лабораторная работа № 12. Проверка гипотезы нормальности по совокупности выборок</i>	54
<i>Лабораторная работа № 13. Оценка вида распределения графическим способом</i>	60
<i>Лабораторная работа № 14. Оценка вида распределения по асимметрии и эксцессу</i>	62
ИСПЫТАНИЯ НА НАДЁЖНОСТЬ	64
<i>Лабораторная работа № 15. Определение показателей безотказности по опытным данным</i>	64
<i>Лабораторная работа № 16. Распределение Вейбулла при расчёте показателей надёжности</i>	68
<i>Лабораторная работа № 17. Распределения Рэлея и экспоненциальное распределение при расчёте показателей надёжности</i>	70
<i>Лабораторная работа № 18. Планирование испытаний методом однократной выборки</i>	71
<i>Лабораторная работа № 19. Последовательный план испытаний</i>	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	82