

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства
в качестве учебного пособия для подготовки магистров
по направлению 08.04.01 (270800) Строительство
(магистерская программа «Строительное материаловедение»)
(24.02.2015 г., № 102-15/875)*

Москва 2015

УДК 691.3:311
ББК 38.3
С78

Рецензенты:

доктор технических наук *Л.А. Алимов*, профессор кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов ФГБОУ ВПО «МГСУ»;
профессор, доктор технических наук *А.Ф. Бурьянов*, исполнительный директор Российской гипсовой ассоциации;
кандидат технических наук *И.В. Бессонов*, ведущий научный сотрудник НИИСФ РААСН

Авторы:

О.В. Александрова, Т.А. Мачеевич, Л.В. Кирьянова, В.Г. Соловьев

С78

Статистические методы решения технологических задач : учебное пособие / О.В. Александрова, Т.А. Мачеевич, Л.В. Кирьянова [и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва : МГСУ, 2015. 160 с.

ISBN 978-5-7264-1076-0

Освещены вопросы планирования и обработки результатов эксперимента в области строительных материалов. Изложены процедуры математической обработки для оценки результатов эксперимента, проверки статистических гипотез. Рассмотрены вопросы планирования эксперимента с целью математического описания и выявления важнейших факторов, воздействующих на объект исследований с области строительных материалов. Приведены результаты исследований, связанные с определением свойств строительных материалов.

Для студентов, обучающихся по направлению 08.04.01 (270800) Строительство (магистерская программа «Строительное материаловедение»).

УДК 691.3:311
ББК 38.3

ISBN 978-5-7264-1076-0

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015

Редактор *А.К. Смирнова*
Корректор *В.К. Чупрова*
Компьютерная правка *О.В. Суховой*
Верстка макета *О.Г. Горюновой*
Дизайн обложки *Д.Л. Разумного*

Подписано в печать 20.07.2015 г. И-30. Формат 60×84/16.
Усл.-печ. л. 9,3. Уч.-изд. 9,00. Тираж 100 экз. Заказ 252

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный строительный университет».

Издательство МИСИ – МГСУ.
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ – МГСУ.
Тел. (499) 183-91-90, (499) 183-67-92, (499) 183-91-44

Оглавление

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ.....	3
1.1. Случайная величина и ее закон распределения.....	3
1.2. Простейшие приемы статистического описания.....	9
1.3. Точечные и интервальные оценки.....	15
1.3.1. Выборочные характеристики.....	15
1.3.2. Доверительный интервал для математического ожидания.....	17
1.3.3. Доверительный интервал для средноквадратического отклонения.....	19
1.4. Основные положения теории проверки статистических гипотез.....	22
1.4.1. Гипотеза в математической статистике.....	22
1.4.2. Гипотеза о равенстве двух дисперсий при неизвестных средних (критерий Фишера — Снедекора).....	25
1.4.3. Гипотеза о равенстве средних двух нормальных распределений.....	27
1.4.4. Гипотеза о равенстве нескольких дисперсий при неизвестных средних (критерий Бартлетта).....	29
1.4.5. Проверка гипотез о виде распределения.....	39
1.5. Корреляционно-регрессионный анализ.....	45
1.5.1. Понятие корреляционного анализа.....	45
1.5.2. Множественная корреляция.....	49
1.5.3. Введение в регрессионный анализ.....	52
1.5.4. Нелинейная регрессия.....	56
1.5.5. Множественная регрессия.....	57
Глава 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	59
2.1. Цель планирования эксперимента.....	59
2.2. Основные виды математических моделей.....	60
2.3. Метод наименьших квадратов.....	64
2.3.1. Метод наименьших квадратов для моделей с одной переменной.....	64
2.3.2. Метод наименьших квадратов для многофакторных экспериментов.....	70
2.3.3. Статистический анализ уравнения регрессии.....	73
Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПЕРВОГО ПОРЯДКА.....	81
3.1. Этапы планирования эксперимента.....	81
3.2. Полный факторный план типа 2^k	82
3.3. Свойства полного факторного плана типа 2^k	85
3.4. Расчет коэффициентов регрессии.....	86
3.5. Статистический анализ регрессионной модели, полученной по результатам ПФП 2^k	88
3.6. Применение ПФП 2^3	89
3.7. Дробные факторные планы.....	96
Глава 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....	100
4.1. <i>B</i> -планы второго порядка.....	100
4.2. Применение <i>B</i> -плана второго порядка.....	105
4.2.1. Расчет уравнения регрессии.....	105
4.2.2. Анализ и интерпретация уравнения регрессии.....	113
4.3. Униформ-ротатабельный план.....	117
4.4. Исследование регрессионных моделей второго порядка для решения задач оптимизации.....	121
4.5. Композиционный план.....	124
4.5.1. Виды композиционных планов.....	124
4.5.2. Ортогональный композиционный план.....	125
4.6. Применение композиционного плана.....	132
Библиографический список.....	143
Приложение.....	144