

УДК 677.331.334.2

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ
КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПЕЦОДЕЖДЫ
НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ**

**MATHEMATICAL JUSTIFICATIONS OF OPTIMIZATION
DESIGN PARAMETERS OF SPECIAL CLOTHES
ON THE BASIS DYNAMIC COMPLIANCE**

А.А. ИЗТАЕВА

A.A. IZTAYEVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: Aliya-81@list.ru

В статье показано математическое обоснование оптимизации конструктивных параметров спецодежды. Получена математическая модель, обосновывающая конструктивные параметры критериев разниц между размерами спецодежды и измерениями тела человека на основе динамического соответствия.

Article shows mathematical justification of optimization design parameters of special clothes. The received mathematical model which proving design parameters criterion of differences between the sizes of special clothes and measurements the body's person based on dynamic compliance.

Ключевые слова: параметры, динамика, математическая модель, критерии, оптимизация.

Keywords: parameters, dynamics, mathematical model, criterion, optimization.

В процессе носки специальной одежды происходит деформация материалов в нижней части проймы полочек, спинки и по окату рукава куртки. Оценку качества по конструкции специальной одежды механизаторов измеряют деформацией растяжения материалов.

При заданных движениях материал на напряженных участках растягивается, а нитка протягивается, ставится новая отметка. Данное расстояние между двумя отметками и характеризует растяжение материала в заданном направлении [1].

Для выполнения расчетов и чертежей используют измерения тела человека на различных участках. Снятием размерных признаков называют процесс измерения фигуры человека для целей конструирования. Одежда, как правило, не облегает плотно тело человека, всегда между телом и одеждой остается некоторое пространство. По необходимости это пространство по участкам тела может быть минимальным и максимальным. Разницу между измерениями тела человека и размерами одежды называют прибавкой. Прибавки определяют степень прилегания одежды и существенно изменяют форму и силуэт одежды. Конструкции всех моделей специальной одежды имеют большую прибавку на свободное облегание, что делает ее более функциональной. Главным фактором, влияющим на эту прибавку, является изменение размеров тела в динамике по сравнению с его размерами в статике. Необходимые прибавки даются на свободу движения и дыхания, рассчитываются прежде всего для основных размеров тела, связанных со значительным

изменением объемов при движении в горизонтальной плоскости [2]. Зонами наибольшей деформации материалов специальной одежды механизаторов в процессе эксплуатации оказались участки в нижней части проймы полочек и спинки и окат рукава. В брюках такими участками являются зоны верхней части среднего шва задних половинок, шаговых швов, в области коленей брюк. Деформация растяжения исследуемых материалов при оценке качества конструкции специальной одежды измерялись в этих зонах. Для оценки внутреннего динамического соответствия принят показатель, характеризующий уровень деформации материалов в деталях одежды при эксплуатации.

Для выбора оптимальных параметров специальной одежды механизаторов учитывались сочетания конструктивных элементов, что возможно только при разработке ее математических моделей с использованием методов планирования эксперимента, в котором реализуются все возможные комбинации рассматриваемых уровней факторов, а результаты оцениваются с помощью статистического анализа [3].

Точность и надежность оценок коэффициента регрессии зависят от свойств применяемого плана эксперимента. При выборе плана составляем матрицу планирования, которая является моделью для принятия решений.

Если количество факторов $k=3$, то математическое описание для трехфакторного рассматриваемого процесса находим в виде уравнения регрессии:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 + b_7x_1x_2x_3, \quad (1)$$

где b_{123} – коэффициент, характеризующий тройное взаимодействие факторов; b_0 – свободный член; b_1, b_2, b_3, b_4 – линейные коэффициенты; b_{12}, b_{13}, b_{14} – коэффициен-

ты двойного (парного) взаимодействия; b_{1234} – коэффициент, характеризующий взаимодействие четырех факторов.

Итоговое значение коэффициента, характеризующего взаимодействие четырех

сторон, вычисляется с учетом матрицы планирования по формуле:

$$b_{123} = \frac{\sum_{i=1}^8 x_1 x_2 x_3 y_u}{8}, \quad (2)$$

где x_1 – прибавка на свободное облегание к полуобхвату груди; x_2 – прибавка на свободу проймы; x_3 – прибавка к обхвату плеча; y_u – прибавка или разница между измерениями тела человека и размерами одежды.

Значение F-критерия, найденное из уравнения, сравнивается с табличным значением при выбранной доверительной вероятности для проверки значимости различия между дисперсией адекватности и дисперсией воспроизводимости [4].

Для выполнения эксперимента к критериям оптимизации были отнесены: прибавка или разница между измерениями тела человека и размерами одежды Y_1 ; размах движений рук одетого человека Y_2 ;

припуск на свободное облегание к полуобхвату груди X_1 ; припуск на свободу проймы X_2 ; припуск к обхвату плеча X_3 .

Согласно матрице планирования трехфакторного эксперимента в формуле (2) вводились соответствующие максимальные и минимальные значения переменных, позволившие получить значения искомой величины.

Матрица планирования трехфакторного эксперимента представлена в табл. 1.

В табл. 2, 3 (план эксперимента, интервал и уровни варьирования) показаны отклонения по ведущим признакам осанки выбранной фигуры, которые не превышают половины величины интервала безразличия по этим признакам.

Следовательно, можно считать, что выполняется требование соразмерности фигуры по ведущим признакам исследуемого опытного образца специальной одежды механизаторов.

Т а б л и ц а 1

Номера опытов	Уровни факторов, см			Группировка факторов				Y_{1cp} , см	Y_{2cp} , °
	X_1	X_2	X_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$		
1	-11	-5	-17	+55	+187	+85	-935	6	90
2	-11	+5	-17	-55	-187	+85	+935	6	90
3	-14	-7	+19	-98	+266	-133	+1862	5	95
4	-14	+7	+19	+98	-266	-133	-1862	5	95
5	+14	-7	-19	+98	-266	-133	+1862	4	100
6	+17	+9	-21	-153	+357	-189	-3213	4	100
7	+17	-9	+21	-153	-357	+189	-3213	4	110
8	+17	+9	+21	+153	+357	+189	+3213	4	120

Т а б л и ц а 2

№	Наименование факторов	Обозначение	Основной уровень	Интервал варьирования	Верхний уровень	Нижний уровень
1	Припуски на свободное облегание к полуобхвату груди, см	X_1	14	3	17	11
2	Припуски на свободу проймы, см	X_2	7	2	9	5
3	Припуски к обхвату плеча, см	X_3	19	2	21	7

Т а б л и ц а 3

№	Наименование фактора	Обозначение	Уровни варьирования			Интервал варьирования
			-1	0	1	
1	Припуски на свободное облегание к полуобхвату груди, см	X_1	11	14	17	3
2	Припуски на свободу проймы, см	X_2	5	7	9	2
3	Припуски к обхвату плеча, см	X_3	17	19	21	2

По данным результатам были получены

линейные уравнения регрессии:

$$Y_{1cp} = 4,75 + 71,25x_1 + 9,5x_2 + 28,5x_3 - 261,25x_1x_2 + 432,25x_1x_3 + 76x_2x_3 - 641,25x_1x_2x_3, \quad (3)$$

$$Y_{1cp} = 101 + 1515x_1 + 202x_2 + 66x_3 - 5555x_1x_2 + 9191x_1x_3 + 1616x_2x_3 - 136451x_1x_2x_3. \quad (4)$$

Формула (4) адекватна равенству:

$$F_p = 0,369 < 3,369 = F_{таб}. \quad (5)$$

Формула (5) адекватна равенству:

$$F_p = 3,75 < 4,352 = F_{таб}. \quad (6)$$

Статистическая проверка на адекватность по критерию Фишера показала, что уравнения регрессии удовлетворяют всем статистическим требованиям, а значит могут быть использованы для поиска оптимальных условий. Численные значения коэффициентов уравнений регрессии представляют собой количественную меру влияния данных факторов на параметр оптимизации. Характер влияния факторов определяется знаком коэффициентов. Знак плюс означает, что с ростом фактора растет и параметр оптимизации, а знак минус показывает, что с ростом фактора функция отклика уменьшается.

ВЫВОДЫ

1. Получена математическая модель, которая позволяет обосновать выбор оптимизации конструктивных параметров-

припусков на свободное облевание к полуобхвату груди, свободу проймы, обхват плеча.

2. По результатам проведенного эксперимента на основе динамического соответствия установлены факторы, которые показывают, что чем выше численные значения факторов, тем ниже параметр критерия – прибавка или разница между измерениями тела, размерами одежды, и выше размер размаха движений рук одетого механизатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Рыскулова Б.Р., Изтаева А.А. Методика планирования для разработки математических моделей физико-механических и защитных свойств спецодежды для комбайнеров // Пищевая технология и сервис. – 2005, №3. С. 71...74.
3. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983.
4. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – Спб.: ДиаСофтЮП, 2001.

Рекомендована Научно-техническим советом.
Поступила 05.05.15.