

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2021, №3, Том 6 / 2021, No 3, Vol 6 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2021.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/01TLKL321.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Ноздрачева Т.М. Комплексная оценка удобства эксплуатации спортивной одежды // Научный журнал «Костюмология», 2021 №3, <https://kostumologiya.ru/PDF/01TLKL321.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Nozdracheva T.M. (2021). Comprehensive assessment of the usability of sportswear. *Journal of Clothing Science*, [online] 3(6). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/01TLKL321.pdf> (in Russian)

УДК 687.073

**Ноздрачева Татьяна Михайловна**

ФГБОУ «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия

Доцент кафедры «Дизайн и индустрия моды»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: noztat@yandex.ru

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=681380](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=681380)

## Комплексная оценка удобства эксплуатации спортивной одежды

**Аннотация.** Постоянно обновляющийся ассортимент, сырьевой состав, структура, внешний эффект современных материалов для спортивной одежды требует теоретических и экспериментальных исследований, направленных на изучение и оптимизацию их свойств, обеспечивающих удобство эксплуатации.

Целью данного исследования явилась разработка инструментария для контроля, оценки и прогнозирования комплекса требований к удобству эксплуатации гимнастической одежды.

С учетом требований нормативно-технической документации и анализа научно-технической литературы в работе выявлены наиболее значимые показатели качества гимнастической одежды из высокоэластичных материалов, обеспечивающих удобство ее эксплуатации. С использованием экспертного метода установлена номенклатура единичных показателей качества и их весомость. Обосновано применение обобщенной функции желательности Харрингтона для многокритериальной оценки качества исследуемого объекта с целью его оптимизации.

В статье на практическом примере рассмотрено применение функции желательности для качественной оценки исследуемых параметров спортивной одежды. Допустимые значения параметров и их ограничения приняты с учетом рекомендаций нормативной литературы и исследованы на пяти стандартных уровнях градации. Автором получены математические зависимости и шкала желательности, которые позволяют выполнять анализ свойств известных, а также вновь создаваемых материалов для спортивной одежды. Обобщенная желательность дает возможность прогнозировать функциональную пригодность и удобство эксплуатации одежды из этих материалов.

**Ключевые слова:** спортивная одежда; высокоэластичные материалы; удобство эксплуатации; единичные показатели качества; весомость показателей качества; шкала желательности; обобщенная функция желательности

## Введение

Одной из приоритетных задач современной России является формирование человеческого потенциала, играющего ключевую роль в социально-экономическом развитии страны. Это нашло отражение в указе президента РФ «О национальных целях развития России до 2030 года». В качестве первоочередной национальной цели в нем указывается «сохранение населения, здоровье и благополучие людей». Для реализации целей национальных проектов поставлены задачи по увеличению доли граждан, ведущих здоровый образ жизни, систематически занимающихся физической культурой.

Физическая культура и спорт становятся неотъемлемой частью жизни общества. Люди различного возраста посещают тренажерные залы, фитнес центры, спортивные клубы. Возрастает потребность в одежде для спорта и активного отдыха, повышаются требования к ее ассортименту и качеству. Спортивная одежда, прежде всего, должна быть удобной в эксплуатации, т. е. приспособленной для реализации динамической работы мышц, обеспечивать максимальный комфорт и безопасность в движениях, сохранять форму, быть легкой, прочной, иметь современный дизайн.

Этот комплекс требований обеспечивается современными материалами, цифровизацией процессов моделирования и конструирования одежды, новыми технологиями ее изготовления. Ассортимент полотен для спортивных изделий постоянно расширяется и обновляется. Изменяется их сырьевой состав, структура, а, следовательно, свойства. В связи с этим рассмотрение вопросов, связанных с изучением свойств материалов для спортивной одежды, ее проектированием, эксплуатацией, повышением уровня качества является актуальным.

Целью данного исследования явилась разработка инструментария для контроля, оценки и прогнозирования комплекса требований к удобству эксплуатации гимнастической одежды.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- выявление наиболее значимых для удобства эксплуатации единичных показателей качества гимнастической одежды;
- определение коэффициентов их весомости;
- выбор допустимых значений единичных показателей качества;
- обоснование способа определения обобщенного показателя качества;
- определение математических зависимостей частных и обобщенной функций желательности.

## Методы

При решении поставленных задач были применены аналитический метод исследования, экспертный опрос, численные методы прикладной математики.

Под спортивной одеждой понимают бытовую одежду, предназначенную для занятий спортом и активным отдыхом<sup>1</sup>. Разнообразие ассортимента этой одежды зависит от вида спорта и назначения (для соревнований и тренировок). В данной работе исследуются качественные показатели одежды, предназначенной для одного из самых популярных видов физической культуры гимнастики (спортивной, эстетической, художественной, акробатической, командной, аэробной).

---

<sup>1</sup> ГОСТ Р 54393-2011 Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения.

В соответствии с Правилами видов спорта «Спортивная гимнастика», «Спортивная аэробика», «Эстетическая гимнастика» и др., утвержденными Министерством спорта Российской Федерации, в качестве спортивной одежды рекомендуется использовать гимнастическое трико и майку (представителям мужского пола), гимнастический купальник (с рукавом или без него), гимнастический комбинезон, лосины (представителям женского пола). Одним из требований к одежде является плотное облегание фигуры. Это позволяет спортсмену лучше чувствовать выполняемые движения, контролировать четкость их выполнения, давая возможность тренеру, судьям оценивать правильное положение разных частей тела.

В наилучшей степени облегающую форму гимнастической одежде могут обеспечивать высокоэластичные трикотажные полотна, что обусловлено особенностями их структуры и введением в ее состав эластомерных нитей. Наиболее распространенными видами сырья для спортивного трикотажа являются текстурированные и профилированные полиэфирные, полиамидные, а также полипропиленовые нити. Плотна из этих нитей обладают хорошей формоустойчивостью, повышенной растяжимостью, упругостью, эластичностью, прочностью, несминаемостью, имеют улучшенные гигиенические показатели качества.

Правильный выбор материала для спортивного изделия является важной задачей, которая решается с учетом ряда критериев, обеспечивающих удобство его эксплуатации. Так как спортивная одежда отнесена к бытовой одежде, при ее проектировании должны быть учтены требования, предусмотренные соответствующей нормативно-технической документацией<sup>2</sup>. Она предусматривает четыре группы показателей качества: назначения, стойкости к внешним воздействиям, эргономических, эстетических показателей качества.

Как показал анализ научно-технической литературы [1–3] применительно к объекту изучения наиболее значимыми показателями качества в первой группе являются соответствие сфере применения и условиям эксплуатации, соответствие применяемых материалов назначению изделия. Во второй группе наиболее значима прочность соединения деталей, в третьей группе — удобство пользования и гигиенические показатели, в четвертой группе — соответствие изделия современному направлению моды.

Соответствие сфере применения и условиям эксплуатации, а также соответствие применяемых материалов назначению изделия характеризует такое свойство одежды как функциональность. В рамках изучаемого вопроса из различных аспектов функциональности рассматривается физиологическая функциональность, которая позволяет спортсмену эффективно выполнять характерные гимнастические упражнения с ощущением физического удобства и легкости. Этот показатель во многом определяется свойствами применяемого материала, в частности такими его характеристиками как формоустойчивость, растяжимость, эластичность, остаточная деформация, степень давления (уровень компрессии) на определенные участки тела.

Прочность соединения деталей характеризуется стойкостью изделия к механическим воздействиям. Это такие показатели, как, разрывная нагрузка, устойчивость к истиранию (взаимодействие участков одежды между собой, взаимодействие одежды с гимнастическим оборудованием).

Удобство пользования, гигиенические показатели характеризуются комфортностью одежды, которая может оцениваться хорошим воздухообменом (воздухопроницаемостью), способностью поглощать и отдавать влагу (гигроскопичностью).

---

<sup>2</sup> ГОСТ 4.45-86 Система показателей качества продукции. Изделия швейные бытового назначения. Номенклатура показателей.

## Результаты

С использованием экспертного метода была установлена номенклатура единичных показателей качества (частных параметров оценки), установлена их весомость (табл. 1).

Таблица 1

### Значения коэффициентов весомости единичных показателей качества, определяющих удобство эксплуатации спортивной одежды

Ранг	Индекс фактора	Единичный показатель качества	Коэффициент весомости, $m_i$
1	$X_1$	Растяжимость	0,19
2	$X_2$	Остаточная деформация	0,18
3	$X_3$	Воздухопроницаемость	0,15
4	$X_4$	Гигроскопичность	0,14
5	$X_5$	Разрывная нагрузка	0,13
6	$X_6$	Уровень компрессии	0,11
7	$X_7$	Устойчивость к истиранию	0,10
$\sum m_i = 1$			

Составлено автором

Для анализа мнений экспертов использовался анкетный опрос. В качестве экспертов в анкетировании участвовали специалисты предприятий, изготавливающих спортивную одежду, тренеры, спортсмены. В результате обработки результатов опроса расчетный коэффициент конкордации составил 0,81, что говорит о высокой степени согласованности мнений экспертов.

Рассматриваемые показатели качества имеют разную размерность и могут иметь несколько вариантов различных сочетаний, удовлетворяющих требованиям потребителей. Выполнить многокритериальную оценку качества исследуемого объекта с целью его оптимизации, в данном случае целесообразно с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона [4].

Для получения единой, обобщенной оценки качества объекта исследования необходимо задаться наиболее желательными значениями отдельных принятых к анализу показателей. Эти значения установлены по нормативной документации, инструкциям и рекомендациям экспертов.

Так как в настоящее время для одежды спортивного назначения нормативов по степени компрессии не разработано выбор значения параметра «уровень компрессии» основывался на анализе результатов исследований различных авторов [5–8] и медицинских требованиях.<sup>3</sup> Согласно этим источникам, а также, учитывая, что изделия спортивного назначения должны хорошо облегать фигуру, но не сдавливать ее, обеспечивая комфортные условия эксплуатации, в наших исследованиях принят нулевой класс компрессии (менее 18 мм рт. ст.).

Значения параметров растяжимости и разрывной нагрузки были установлены исходя из вышеупомянутых медицинских рекомендаций: растяжимость не менее 150 %, разрывная нагрузка не менее 147 Н.

Согласно СанПиН 2.4.7/1.1.2651-10 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых» с учетом использования спортивной одежды взрослыми (одежда 1 — го слоя, III класс безопасности) гигроскопичность должна быть не менее 6 %, а воздухопроницаемость для трикотажного полотна не менее 150  $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ . В соответствии с

<sup>3</sup> ГОСТ 58236-2020 Изделия медицинские эластичные компрессионные. Общие технические требования. Методы испытаний.

нормами физико-гигиенических показателей для спортивных изделий<sup>4</sup> гигроскопичность оптимальная составляет 13–18 %, допустимая — 9–13 %, воздухопроницаемость оптимальная — 300 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>с, допустимая — 150 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>с. С учетом этих рекомендаций были определены значения гигроскопичности и воздухопроницаемости для дальнейшего исследования.

Остаточная деформация, по величине которой можно судить о формоустойчивости, а, следовательно, и о надежности изделия для полотен из синтетических нитей должна быть не более 10 мм.<sup>5</sup>

Значения устойчивости к истиранию приняты с учетом требований действующих норм.<sup>6</sup>

С учетом анализа изученных источников были определены значения единичных показателей, определяющих удобства эксплуатации спортивной одежды (табл. 2).

Основой построения обобщенной функции является преобразование натуральных значений частных откликов (в данном случае семи) различной физической сущности и размерности в единую безразмерную шкалу желательности. Назначение шкалы заключается в установлении соответствия между физическими откликами, характеризующими функционирование исследуемого объекта, и субъективными оценками исследователя. В данной работе использованы стандартные таблицы соответствий между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой системах [4].

Значение частного отклика  $y_i$ , переведенное в безразмерную шкалу желательности, обозначается через  $d_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) и называется частной желательностью. Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение  $d_i = 0$  соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение  $d_i = 1$  — самому лучшему значению свойства. Значение  $d_i = 0,37$  соответствует границе допустимых значений.

Таблица 2

Показатели качества, определяющие удобство эксплуатации спортивной одежды

Градация качества	Единичные показатели качества (частные отклики, $y_i$ )						
	Растяжимость, $L_p(y_1)$ , %	Остаточная деформация, $L_d(y_2)$ , мм	Воздухопроницаемость, $Q(y_3)$ , дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	Гигроскопичность, $H(y_4)$ , %	Разрывная нагрузка, $R_n(y_5)$ , Н	Уровень компрессии, $P(y_6)$ , мм. рт. ст.	Устойчивость к истиранию, $U_{ис}(y_7)$ , об.
Очень плохо	60	15	60	2	80	25	11
Плохо	100	12	100	4	120	20	20
Удовлетворительно	150	10	150	9	147	18	31
Хорошо	160	6	250	13	160	14	60
Очень хорошо	170	4	300	16	180	6	80

Составлено автором

<sup>4</sup> ГОСТ 30383-95 Изделия трикотажные детские бельевые. Нормы физико-гигиенических показателей (аутентичен ГОСТ Р 50720-94).

<sup>5</sup> ГОСТ 28882-90 Полотна трикотажные для верхних изделий. Нормы остаточной деформации.

<sup>6</sup> ГОСТ 16486-93 Полотна трикотажные для верхних изделий. Нормы устойчивости к истиранию.



Рассматриваемые единичные показатели имеют однонаправленные изменения, следовательно, ограничение носит односторонний характер, и линия графика может быть задана уравнением:

$$d_i = \exp[-\exp(-y_i')], \quad (1)$$

где  $y_i'$  — кодированное значение частного отклика  $y_i$ .

За начало отсчёта 0 по оси абсцисс выбрано значение, соответствующее желательности 0,37 (рис. 1). Для получения кодированных значений откликов  $y_i'$  взяты три равнопеременных интервала. Значения частных функций  $d_i$ , находятся переводом установленных значений выбранных параметров, (табл. 3), по формуле (2) в безразмерные величины:

$$d_i = e^{-(e^{-y_i'})}, \quad (2)$$

где

$$y_i' = a_0^* + a_1^* y_i, \quad (3)$$

Для преобразования исследуемых параметров в частную желательность  $d_i$ , достаточно последовательно подставить значение  $d_i = 0,37$  (допустимое) и значение  $d_i = 0,95$  (наилучшее) в уравнение (2):

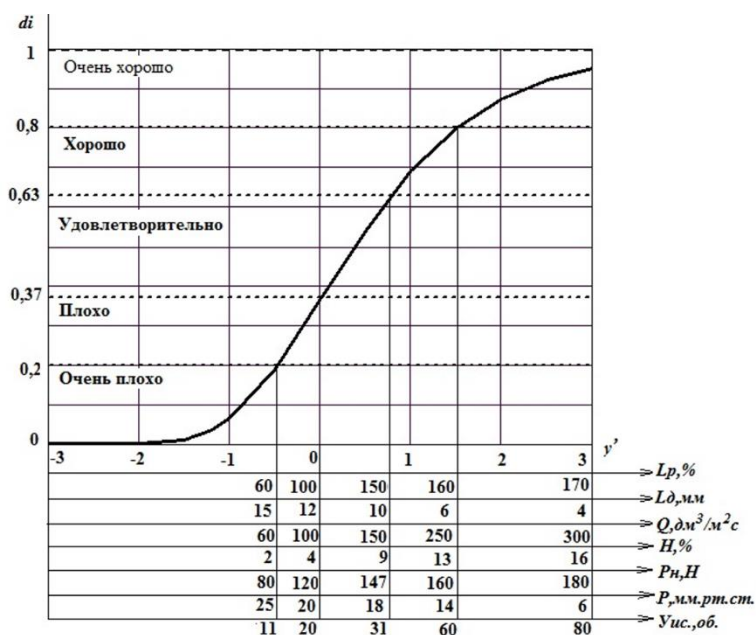
$$0,37 = e^{-(e^{-y_i'})} \quad 0,95 = e^{-(e^{-y_i'})}.$$

После соответствующих преобразований и вычислений имеем:

$$-y_i' = 0,0058 \quad -y_i' = 2,9703$$

Взяв для любого параметра (табл. 2) два известных частных отклика (для рассматриваемых градаций качества) и подставив в уравнение (3) можно установить значения коэффициентов  $a_0^*$  и  $a_1^*$ , затем частные функции желательностей  $d_i$  по формуле (1) и обобщенную функцию  $D$  по формуле (4).

$$D = \sqrt[7]{d_1 d_2 d_3 d_4 d_5 d_6 d_7}. \quad (4)$$



**Рисунок 1.** График функции желательности для односторонних ограничений параметров (составлено автором)

Перевод значений каждого из выбранных параметров в соответствующие функции желательности  $d_i$  осуществляется при помощи шкалы желательности (рис. 1).

Для автоматизации расчетов коэффициентов  $a_0^*$ ,  $a_1^*$ , частных функций желательностей  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7$  и обобщенной желательности  $D$  использован математический редактор Mathcad. Частные функции желательностей для исследуемых параметров имеют вид:

$$d_1 = \exp [- \exp(-(22,228 - 0,148y_1))], \quad (5)$$

$$d_2 = \exp [- \exp(-(-4,947 + 0,494y_2))], \quad (6)$$

$$d_3 = \exp [- \exp((2,959 - 0,02y_3))], \quad (7)$$

$$d_4 = \exp [- \exp(-(-3,806 - 0,423y_4))], \quad (8)$$

$$d_5 = \exp [- \exp(-(-13,2 - 0,09y_5))], \quad (9)$$

$$d_6 = \exp [- \exp(-(-4,453 + 0,247y_6))], \quad (10)$$

$$d_7 = \exp [- \exp((1,87 - 0,061y_7))]. \quad (11)$$

С помощью полученных математических зависимостей и шкалы желательности могут быть проанализированы свойства известных, а также вновь создаваемых материалов для спортивной одежды. По обобщенной желательности можно спрогнозировать функциональную пригодность, удобство эксплуатации одежды из этих материалов.

### Выводы

Проведенные исследования позволили выявить комплекс наиболее значимых единичных показателей качества высокоэластичных трикотажных материалов, используемых при изготовлении спортивной гимнастической одежды. С использованием экспертного метода установлена их весомость этих показателей. Подтверждена целесообразность выполнения многокритериальной оценки качества исследуемого объекта с использованием функции желательности. Разработанный инструментарий (перечень единичных показателей качества, коэффициенты их весомости, частные желательностей) можно рекомендовать для широкого использования при прогнозировании и комплексной оценке удобства эксплуатации спортивной одежды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Полиевский С.А. Спортивная одежда: монография / С.А. Полиевский — М.: Физическая культура. — 2007. — 370 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/286740>.
2. Розанова Е.А., Москаленко Н.Г., Номоконова Н.Н. Разработка структуры показателей качества одежды для занятий экстремальными видами спорта // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. — Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11815>.
3. Рукавишников А.С., Бортникова А.С. Оценка комплексных показателей качества зимней одежды для активного отдыха // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2017. — Т. 44. — С. 122–124. — Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2017/570159.htm>.
4. Адлер Ю.А., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976.
5. Кузьмичев В.Е., Чже Чен, Мэнна Го, Тисленко И.В. Экспериментальное обоснование прогнозирования компрессионного давления под трикотажной плотнооблегающей одеждой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 2016, № 4. С. 91–95.
6. Тюрин И.Н., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г. Белгородский В.С. О влиянии компрессионных изделий спортивного назначения на состояние человека // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 2018, № 6. С. 131–140.
7. Тисленко И.В. Разработка метода проектирования компрессионной трикотажной одежды: Дис. ... канд. техн. наук. — Иваново, 2018.
8. Назаревич М.С. Проектирование женских трикотажных изделий с прогнозированием уровня компрессионного воздействия: Дис. ... канд. техн. наук. — СПб., 2019.



**Nozdracheva Tatiana Mikhailovna**

South-West State University, Kursk, Russia

E-mail: noztat@yandex.ru

RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=681380](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=681380)

## Comprehensive assessment of the usability of sportswear

**Abstract.** The constantly updated assortment, raw material composition, structure, external effect of modern materials for sportswear requires theoretical and experimental studies aimed at studying and optimizing their properties, ensuring ease of use. The purpose of this study was to develop tools for monitoring, assessing and predicting a set of requirements for the ease of use of gymnastic clothing. Taking into account the requirements of the normative and technical documentation and the analysis of scientific and technical literature, the work identified the most significant indicators of the quality of gymnastic clothing made of highly elastic materials, which ensure the convenience of its operation. Using the expert method, a nomenclature of single quality indicators and their weight have been established. The use of the generalized Harrington desirability function for the multicriteria assessment of the quality of the object under study for the purpose of its optimization is substantiated. In the article, using a practical example, the use of the desirability function for a qualitative assessment of the studied parameters of sportswear is considered. The admissible values of the parameters and their limitations are taken taking into account the recommendations of the regulatory literature and are studied at five standard gradation levels. The author has obtained mathematical relationships and a scale of desirability, which make it possible to analyze the properties of known, as well as newly created materials for sportswear. The generalized desirability makes it possible to predict the functional suitability and usability of garments made from these materials.

**Keywords:** sportswear; highly elastic materials; ease of use; single quality indicators; weight of quality indicators; desirability scale; generalized desirability function