

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 004.93

EDN NVXJUW

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-5-10>

Адель Эссам Абдель Вахед¹

Людмила Николаевна Абуталипова²

Альбина Альбертовна Азанова³

^{1,2,3} Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹ adelarab@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-6387-2248>

² azanovlar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3995-0009>

³ abutalipo@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2461-937X>

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ «УМНОЙ» СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Аннотация. В статье представлено исследование потребительских предпочтений спортивной одежды со встроенной электроникой. Рассмотрены виды электродов и способы их интеграции в швейное изделие. Проведен опрос потребительского мнения об одежде, который определил основные ожидания покупателя от «умной» спортивной футболки: легкость (малая масса), эластичность материала, простота в уходе, устойчивость к износу и цена. Наиболее желательными функциями по убыванию являются: отслеживание частоты пульса, количество затраченных калорий, таймер, регулирующий время тренировки, контроль мышечной усталости. На вопрос о способах интеграции электроники в одежду более половины респондентов отметили, что положительно относятся к наличию съемных элементов. Результаты опроса доказали востребованность спортивных изделий со встроенной электроникой.

Ключевые слова: «умная» одежда, спортивная одежда, электроды, датчики, потребители, опрос, потребительские предпочтения

Для цитирования: Абдель Вахед А. Э., Абуталипова Л. Н., Азанова А. А. К вопросу оценки потребительских предпочтений «умной» спортивной одежды // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 5–10. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-5-10>.

Original article

Adel E. Abdel Wahed¹

Ludmila N. Abutalipova²

Albina A. Azanova³

^{1,2,3} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

A STUDY OF CONSUMER PREFERENCES FOR “SMART: SPORTSWEAR

Abstract. The article presents a study of consumer preferences for “smart” sportswear. It examines the types of electrodes and methods of integrating them into garments. A survey of consumer preferences for clothing was conducted, which identified the main characteristics of a “smart” sports T-shirt: lightness, elasticity of the material, ease of care, durability, and price. The most desirable features, in descending order, include: heart rate monitoring, calorie count, a timer to regulate training time, and muscle fatigue monitoring. When asked about ways to integrate electronics into clothing, more than half of the respondents were positive about the presence of removable elements. The survey results proved the demand for sports products with built-in electronics.

© Абдель Вахед А. Э., Абуталипова Л. Н., Азанова А.А., 2026

Keywords: “smart” clothing, sportswear, textile electrodes, sensors, consumers, survey, customers’ preferences

For citation: Abdel Wahed A. E., Abutalipova L. N., Azanova A. A. A study of consumer preferences for “smart” sportswear. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 5–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-5-10>.

«Умными» называют текстильные изделия, которые воспринимают и реагируют на условия окружающей среды. Среди направлений разработки такой одежды ведущее положение занимает спортивная одежда. Она способна собирать данные различных физиологических параметров человека, включая биоэлектрические сигналы, температуру, влажность кожи, химический состав пота и содержание определенных веществ [1]. Примерами биоэлектрических сигналов являются электрокардиография (ЭКГ) и электромиография (ЭМГ) [2]. ЭКГ позволяет отследить сердечный ритм, ЭМГ собирает информацию о мышечной активности и демонстрирует интенсивность тренировки определенной мышцы [3]. Мониторинг сигналов ЭКГ и ЭМГ в реальном времени осуществляется через электроды, которые собирают и передают информацию об изменениях в организме человека на приемное устройство. При сокращении мышцы в теле человека происходит возбуждение заряженных частиц, что сигнализирует об

определенных изменениях в организме (сокращение мышцы, надрыв и т. д.). Данные частицы попадают на электрод, который принимает и передает электрические сигналы благодаря содержанию в составе электропроводящих компонентов. В одежде чаще всего используют текстильные электроды (электроды на основе текстиля), которые интегрируются в изделие и за счет гибкости обеспечивают удобство при эксплуатации. Такой текстиль может сохранять и передавать заряженные частицы с тела человека на датчик или в некоторых случаях сразу на устройство, например смартфон.

Существуют несколько разновидностей электродов, различающихся по составу и принципу эксплуатации. В качестве электропроводящих компонентов в электродах на основе текстиля обычно используют серебро, графен или углеродные нанотрубки [2]. По принципу эксплуатации выделяют сухие, полусухие и влажные электроды (табл.).

Т а б л и ц а

Виды электродов и их характеристика

Тип	Характеристика	Область применения
Влажные электроды	Традиционные одноразовые электроды, применяются с проводящей пастой или гелем, обеспечивающим минимальное сопротивление на границе электрод – кожа и высокое качество сигнала. Используются для коротких записей	Медицина
Сухие электроды	Многоразовые, не требуют нанесения проводящего геля или пасты; контактируют с кожей напрямую; удобны для длительного ношения, но могут давать более высокое сопротивление и чувствительность к движению, сигнал слабее, больше шумов (требует фильтрации)	Спорт: фитнес-браслеты, головные гарнитуры
Полусухие электроды	Многоразовые, содержат встроенный источник влаги (например, гель в микрокапсулах, который медленно высвобождается); обеспечивают более стабильный контакт, чем сухие, без необходимости дополнительной обработки кожи. Качество сигнала ближе к влажным, но по удобству использования схожи с сухими	Спорт и медицина: мобильные устройства

Сухие электроды разработаны для мониторинга ЭКГ, устранения недостатков традиционных гелевых электродов: липкости и высыхания. Важными характеристиками электродов является сопротивление (импеданс) на границе электрод – кожа и возможность его измерения как для постоянного, так и для переменного тока. Кроме того, на этой границе возникает напряжение поляризации – разность потенциалов, связанная с электрохимическими процессами

между кожей и электродом. Для корректного сбора сигналов ЭКГ очень важен низкий импеданс переменного тока в частотном диапазоне 0,1...200 Гц. Наиболее низкий импеданс можно получить при применении 3D вязаных серебряных текстильных электродов [4].

Для электрического соединения и создания связи с электродом и датчиком используются различные методы интеграции в текстильное изделие.

1. Внедрение электрода в изделие с использованием ниточного, сварного или клеевого соединений и непосредственное его соединение с приемным устройством. Данный метод является одним из самых распространенных. Непосредственно к электроду прикрепляется датчик, на-

пример с помощью металлических «кнопок». Такой метод встречается в спортивной одежде и часто в качестве отдельного устройства (рис. 1). Несмотря на простоту и доступность, кнопки имеют большой недостаток, связанный с неудобством при физической активности человека [5].



Рис. 1. Примеры интеграции текстильных электродов в текстиль:

а – текстильный электрод с кнопками для крепления датчиков; *б* – текстильные электроды, интегрированные в футболку (разработка компании Nippon Telegraph and Telephone Corporation (Япония) [6])

2. Использование электропроводящих волокон в структуре текстильного материала [7] позволяет расположить датчик на любом участке изделия, при этом способы крепления электрода к изделию такие же, как и при первом методе. Передача электрического сигнала от электрода к датчику осуществляется за счет электропроводящих нитей, интегрированных в структуру полотна. Схема передачи данных выглядит так: электрод – нить – датчик. Метод является наиболее практичным, так как имеет больше вариаций для реализации в изделии.

3. Применение гибких «тканевых датчиков-микрочипов», интегрированных в структуру материала. В данном случае электронные элементы встраиваются в структуру полотна, но не в самих нитях. Гибкие микрочипы и датчики внедряются между волокнами или слоями ткани, выполняя функции сенсоров или дисплеев. Как правило, полотно остается прежним по структуре, а электронные элементы лишь добавляются [5].

4. Использование микросхем, встроенных в волокна нитей. Данный метод подразумевает интеграцию на более глубоком уровне: микросхемы помещаются внутрь полимерной заготовки для нити, из которой затем термическим вытягиванием получают «умную» нить. В результате электронные устройства становятся частью самой нити, а не ткани в целом. Такой метод позволяет разместить множество микрочипов

внутри одного волокна и обеспечивает более надежную и устойчивую интеграцию [8].

Таким образом, стремительное развитие инновационных технологий позволяет расширять возможности их применения практически во всех областях, а растущее разнообразие видов «умной» одежды демонстрирует ее востребованность и широкие перспективы развития. В нашей стране такая одежда находится на начальной стадии внедрения в массовый рынок, поэтому отечественные разработки, которых пока очень мало, крайне актуальны [9]. Для отечественных швейных предприятий по изготовлению спортивной одежды расширение линейки продукции за счет внедрения одежды со встроенными электронными устройствами может стать одним из путей выхода на новые рынки. Работа направлена на изучение отношения потребителей к «умной» спортивной одежде с целью дальнейшего проектирования спортивной футболки со встроенными датчиками и внедрения в массовое производство.

Сбор информации проводился в виде онлайн-опроса среди целевой аудитории – молодых людей, занимающихся спортом (г. Казань), количество опрошенных 300 человек. Опрос включал ряд вопросов об отношении респондентов к «умной» одежде со встроенными электронными устройствами. Все вопросы были сформулированы с учетом того, что респонденты

не являются прямыми потребителями данных изделий, но имеют представления о них и в основном могут дать данные для анализа. Согласованность мнений респондентов составила 72 %, что свидетельствует о достаточно однородном восприятии «умной» одежды в выбранной целевой группе и позволяет использовать полученные результаты для дальнейших выводов и обобщений.

В первой половине опроса задавались вопросы, касающиеся пола, возраста, заинтересованности респондентов в занятиях спортом. Больше половины респондентов, участвовавших в опросе, – молодые люди от 16 до 25 лет. Частотность занятий спортом 3–5 раз в неделю, большинство опрошенных тренируются в спортзалах. Во второй половине анкеты респондентов просили подробно ответить на вопросы по предпочтениям в спортивной одежде. На вопрос о предпочтении респондентами брендов спортивной одежды были выделены марки Nike, Puma, Adidas, Demix.

Респондентам были предложены варианты функции «умной» одежды, наиболее предпочтительными оказались измерение пульса во время тренировок (46,4 %) и встроенные элементы охлаждения или согревания (45,4 %). На

вопрос о функциях «умной» спортивной футболки предпочтения разделились следующим образом: отслеживание частоты пульса (66,7 %), количество затраченных калорий (49,0 %), таймер, регулирующий время тренировки (37,9 %), контроль мышечной усталости (32,6 %). На вопрос о дизайне большая часть опрошенных (73,5 %), отметили, что предпочли бы изделие классического стиля (однотонный минимализм). Все это говорит о заинтересованности потребителей в функциях, отвечающих за состояние здоровья во время тренировок, чем за эстетичность и дизайн.

На вопрос «Готовы ли Вы рассмотреть покупку футболки с встроенными датчиками?» почти половина опрошенных ответила утвердительно, а треть затруднилась с ответом (рис. 2). Следующий вопрос касался применения различных методов интеграции электронных устройств в одежду. Более половины респондентов (49,5 %) ответили, что наличие съемных элементов – это удобно; 33 % не дали определённого ответа. Затруднение с ответами респондентов, очевидно, является показателем низкой информированности населения о видах и возможностях «умной» одежды.

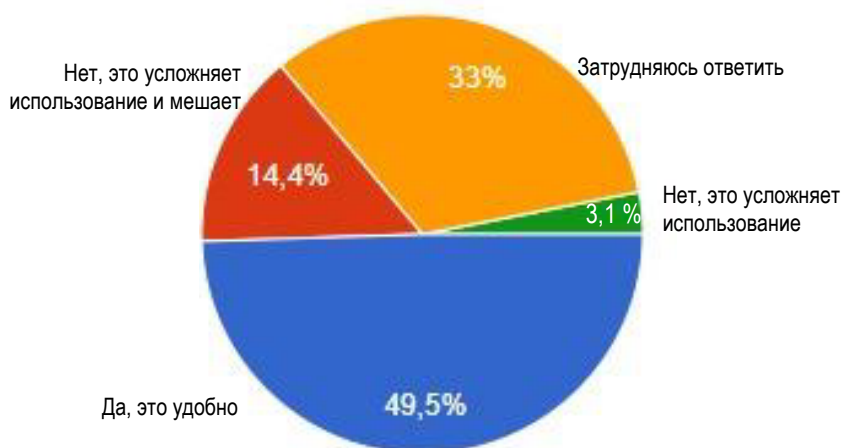


Рис. 2. Ответы на вопрос: «Готовы ли Вы рассмотреть покупку футболки со встроенными датчиками?»

Важным свойством спортивной футболки назвали «легкость» (малую массу) изделия (75 %), а также эластичность и удобство при движении (68 %) и прочность и долговечность (42 %). Такие свойства материалов, как гигроскопичность (27 %) и защита от запахов (30 %) выделили около трети опрошенных. 90,9 % отметили важность легкого ухода за подобной одеждой, чтобы футболка была пригодной для стирки в машине и быстро сохла (46,5 %).

Половина опрошенных согласна заплатить за «умную» спортивную футболку от 2000 до

5000 руб. – 44,4 %, но следующим наиболее популярным ответом был диапазон 5000...10000 руб. (27,3 %). Также среди респондентов были и те, кто был готов заплатить за изделие с предложенными технологиями сумму до 2000 руб., и только 3 % были согласны потратить более 10 тыс. руб. за изделие.

ВЫВОДЫ

1. Описаны виды электродов и методы интеграции электроники в одежду. Проведен опрос среди целевой аудитории «умной» спор-

тивной одежды, согласно которому более половины респондентов положительно относятся к интеграции, предполагающей наличие съемных элементов.

2. Результаты опроса позволили сформулировать предпочтения массового потребителя к «умной» футболке:

– наиболее желательными функциями по убыванию являются: отслеживание частоты

пульса, количество затраченных калорий, таймер, регулирующий время тренировки, контроль мышечной усталости;

- легкость и эластичность материала, простота ухода и устойчивость изделия к износу;
- классический стиль (однотонный минимализм);
- доступная цена.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. «Умная одежда» будущего: есть ли потенциал? // Хабр : сайт. URL: <https://habr.com/ru/articles/455126> (дата обращения: 25.05.2025).
2. Deyao S. AI based fatigue assessment system for athletes using smart textile wearables. URL: <https://theses.hal.science/tel-04985192v1> (дата обращения: 25.05.2025).
3. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference / G. Loke, T. Khudiyev, B. Wang et al. // Nature Communications. 2021. No 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23628-5>.
4. Namale E. N. Smart Sock Wear Test for Student Athletes: A Subjective Comfort Evaluation. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements. For the degree of Master of Science in Family and Consumer Sciences – Apparel Design and Merchandising. December 2024. URL: <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/m039kf896> (дата обращения: 25.05.2025).
5. Huan C., Advancements in Human Motion Capture Technology for Sports: A Comprehensive Review // Sensors and Materials. 2024. Vol. 36, No. 7. P. 2705–2726. URL: <https://sensors.myu-group.co.jp/article.php?ss=5084> (дата обращения: 25.05.2025).
6. Котов П. Японцы разработали биосовместимую электродную ткань для одежды // Про Робот : инф. сайт. URL: https://www.prorobot.ru/22/biosovmestimaya_tkan.php (дата обращения: 24.02.2025).
7. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference / G. Loke, T. Khudiyev, B. Wang et al. // Nature Communications. 2021. No 12. P. 3317. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23628-5> (дата обращения: 25.06.2025).
8. How Smart Clothing Works with Embedded Sensors and Connected Textiles. URL: <https://www.nanowerk.com/smart/smart-clothing.php> (дата обращения: 25.05.2025).
9. Основные направления развития инновационных технологий в создании системы энергообеспечения «умной одежды» / А. В. Круглов, Е. С. Телегин, А. Ю. Матрохин, Н. А. Грузинцева // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 25–29.

REFERENCES

1. Smart Clothing of the Future: Is There Potential? URL: <https://habr.com/ru/articles/455126> (accessed 25.05.2025). (In Russ.)
2. Deyao S. AI based fatigue assessment system for athletes using smart textile wearables. URL: <https://theses.hal.science/tel-04985192v1> (accessed 25.05.2025).
3. Loke G., Khudiyev T., Wang B. et al. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference. Nature Communications. 2021.12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23628-5>.
4. Namale E. N. Smart Sock Wear Test for Student Athletes: A Subjective Comfort Evaluation. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements. For the degree of Master of Science in Family and Consumer Sciences – Apparel Design and Merchandising. December 2024. URL: <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/m039kf896> (accessed 25.05.2025).
5. Huan C. Advancements in Human Motion Capture Technology for Sports: Comprehensive Review. Sensors and Materials. 2024;36,7:2705–2726. URL: <https://sensors.myu-group.co.jp/article.php?ss=5084> (accessed 25.05.2025).
6. Kotov P. The Japanese have developed a biocompatible electrode fabric for clothing. Pro Robot, sait. URL: https://www.prorobot.ru/22/biosovmestimaya_tkan.php (accessed 25.05.2025). (In Russ.)
7. Loke G., Khudiyev T., Wang B. et al. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference. Nature Communications. 2021;12:3317. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23628-5> (accessed 25.05.2025).
8. How Smart Clothing Works with Embedded Sensors and Connected Textiles. URL: <https://www.nanowerk.com/smart/smart-clothing.php> (accessed 25.05.2025)

9. Kruglov A. V., Telegin E. S., Matrokhin A. Yu., Gruzintseva N. A. Main directions for the development of innovative technologies in creating the power supply system of “smart clothing”. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;2(60):25–29. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 10.11.2025

Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. Э. Абдель Вахед, аспирант

Л. Н. Абуталипова, доктор технических наук, профессор

А. А. Азанова, доктор технических наук, профессор