

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

2024, Том 9, № 3 / 2024, Vol. 9, Iss. 3 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2024.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/03TLKL324.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Абдель Вахед, А. Э. «Умная» одежда: направления и тенденции / А. Э. Абдель Вахед, А. А. Азанова // Костюмология. — 2024. — Т. 9. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/03TLKL324.pdf>

For citation:

Abdel Wahed A.E., Azanova A.A. Smart clothes: trends and orientation. *Journal of Clothing Science*. 2024;9(3): 03TLKL324. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/03TLKL324.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 004.93

Абдель Вахед Адель Эссам

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия
E-mail: adelarab@yandex.ru

Азанова Альбина Альбертовна

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия
Доцент

Доктор технических наук, доцент

E-mail: AzanovaAA@corp.knrtu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3995-0009>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=255460

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57074003700>

«Умная» одежда: направления и тенденции

Аннотация. В статье проведена попытка обобщить и классифицировать швейные изделия, называемые «умной» одеждой. Приведено определение данного понятия, рассмотрены отличительные особенности, представлена историческая справка о ее появлении и развитии, а также краткий обзор зарубежных и российских разработок. Показано, что смарт-одежда по уровню внедрения наукоемких технологий подразделяется на два вида: со встроенными датчиками и одежду на основе функционального текстиля. Авторами на основе обзора литературы предложена схема классификации «умной» одежды, в основу которой положено разделение по сфере применения (медицина, военная сфера, промышленность, мода, спорт и др.), принципу действия (за счет использования электроники, функционального текстиля и комбинированного вида) и по функциональности («личный» доктор, носитель информации, источник комфорта, личный помощник в спорте). Рассмотрены области применения в медицине, защитной одежде, спорте. В последнем выделяют три направления: использование всторенных датчиков для мониторинга состояния организма человека и распознавания жестов и положения тела для оценки эффективности упражнений. А также применение смарт-текстиля с функциями влагоотведения, охлаждения, воздухопроницаемости для поддержания комфортной температуры и вентиляции во время физической нагрузки, теплоизоляции, электронно-информационные смарт-ткани. В спортивной одежде также используются встроенные системы GPS для отслеживания маршрутов и расстояний. идентификации личности; персональной навигации. Указано, что электронные устройства обычно интегрируются в одежду вшиванием в специально разработанные узлы или непосредственно в текстиль с помощью гибких электронных компонентов.

Ключевые слова: «умная» одежда; функциональный текстиль; «умная» спортивная одежда; датчики

Введение

«Умная» одежда в точки зрения потребительской продукции, позиционируется как современный культурный феномен соединения информационных технологий и индустрии моды [1]. Оценка физиологических параметров с помощью «умной» одежды является перспективным направлением мониторинга состояния организма в различных видах деятельности [2].

«Умная» одежда может быть оснащена различными электронными устройствами: текстильной клавиатурой, датчиками, нагревающими элементами, солнечными батареями, акселерометром и др. При создании умной одежды все чаще используют 3D моделирование и в качестве основы для электроники могут применяться элементы, созданные при помощи 3D принтера. При этом нельзя рассматривать «умную» одежду как привычную одежду, наполненную датчиками и электронными элементами, в основе ее комплекс нескольких функциональных компонентов, так называемый симбиоз ткани, электронных носителей и четко функционирующего механизма.

Понятие умная одежда сейчас может применяться и к повседневной одежде, которая способна выполнять функции кодирования и функции иных электронных устройств («гаджетов») [3]. При этом она должна быть удобна в носке, функциональна и ее можно было стирать.

Феномен «умной одежды» последнего десятилетия стал предметом пристального изучения на междисциплинарном уровне, в результате которого сложилась картина положительных и отрицательных характеристик изучаемого явления [4].

«Умная» одежда способна интерактивно взаимодействовать с окружающей средой, обрабатывая входящие данные и определенным образом реагируя в ответ. Очевидно, рынок «умной» одежды находится лишь в начале своего развития, но скорость и новые направления определяются уже сейчас. Крупные технологичные компании вроде Samsung, Google, Levi's, Ralph Lauren и Adidas постепенно стали определять тренды этой индустрии [5].

Историческая справка

Несмотря на то, что понятие умная одежда вошла в обиход современного человека недавно, нужно отметить, что первые эксперименты совместить в обычной одежде электрические элементы были осуществлены еще в конце XIX в. В 1884 г. в газете Нью-Йорк таймс (The New York Times) вышла статья, где рекламировалась компания, предлагающая услуги девушкам, которые носили на себе лампочки накаливания, служившие в качестве светильников. Первая демонстрация «умной» одежды состоялась в 1968 году на выставке «Покрывание тела» («Body Covering»), в Музее современных ремесел. На выставке были представлены модели спецодежды (скафандры, противорадиационный костюм, огнеупорный костюм) и кожаное платье с вшитыми в него фотографиями с просвечивающимися лампочками, работающими от батареек.

Однако основные разработки одежды были сделаны в эпоху компьютеризации в конце XX века. В погоне за созданием миникомпьютеров, одежда играла роль базового элемента, к которой должна была крепиться электроника. Один из интересных примеров: очки с носимым компьютером и системой дополненной реальности Стива Мэнна и кроссовки со встроенным компьютером компании Puma (рис. 1, 2).¹

¹ Самарин, А. Электроника, встроенная в одежду — технологии и перспективы // [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.kit-e.ru/articles/elcomp/2007_4_221.php (дата обращения 12.05.2024).

Большая часть изобретений «умной» одежды, создаваясь в университетских лабораториях, очень редко доходила до массового производства. Так, в 1996 году в Технологическом институте Джорджии была разработана футболка с вплетенными в ткань оптическими и проводящими волокнами (рис. 3).² Однако до массового производства данный вид умной одежды был допущен только в 2006 году под названием Smart Shirt. Качествами данной умной футболки стало то, что она могла отслеживать движения и сердечный ритм, дыхание человека, носящего ее, и все данные о его состоянии передавались по беспроводной связи. При всей оснащенности такой одежды она не выглядела объемной и ее можно было стирать.¹



Рисунок 1.
Очки с носимым компьютером и системой дополненной реальности Стива Мэнна, 1981 год (фото из открытых источников³)



Рисунок 2.
Кроссовки со встроенным компьютером компании Puma, 1986 год (фото из открытых источников⁴)



Рисунок 3.
Футболка с вплетенными в ткань оптическими и проводящими волокнами, 1996 год (фото из открытых источников, фото Стэнли Лири⁵)

С течением времени интерес к производству «умной» одежды стал возрастать и данным направлением стали заниматься модельеры, что в свою очередь привело к тому, что масштаб совместных проектов между производителями одежды и электроники стал более ощутимым. В 2000 году одним из первых коммерческих продуктов такой коллаборации стала разработка компаний Philips и Levis, представляющая из себя куртку ICD+ со встроенным MP3-плеером, сотовым телефоном, а также гарнитурой и пультом управления в комплекте (рис. 4).

В том же году на международной выставке в Ганновере (Германия) был презентован один из первых концептов «умной» одежды спортивный костюм «Cyberia survival suit». В разработке данного костюма участвовали совместно — производитель одежды Reima, Университет Лапландии и Тамперский технологический университет. Костюм был предназначен

² A Computerized T-Shirt Healthcare monitoring to benefit from Tech research commercialization // [Электронный ресурс] <https://gtresearchnews.gatech.edu/reshor/rh-f00/rlinkF00.html> (дата обращения 12.05.2024).

³ Дополненная реальность (Augmented Reality, AR). Изображение электронное // Look in AR, [сайт]. URL: <https://lookinar.com/wp-content/uploads/2020/05/ustrojstvo-styv-manna-pervaya-versyya-dopolnennoj-realnosty.png>.

⁴ History of the running system. Изображение электронное. Puma, [сайт]. URL: <https://about.puma.com/en/this-is-puma/archive-stories/history-of-rs>.

⁵ Victor Rogers. Healthcare monitoring to benefit from Tech research commercialization. Фото Стэнли Лири. Изображение электронное // Research Horizons, [сайт]. URL: <https://gtresearchnews.gatech.edu/reshor/rh-f00/rlinkF00.html>.

для катания на снегоходе и был оборудован нагревательными элементами, датчиками, которые отслеживали биение сердца, температуру внутри и снаружи, влажность (на случай, если человек окажется в воде), и движения человека, его позу и удары соприкосновения с чем-либо. В одежду была также вмонтирована система GPS и мобильный телефон. Весь этот механизм запускался и работал при помощи небольшого компьютера с графическим интерфейсом из-за чего, и объемы конструкции были впечатлительными.



Рисунок 4. Куртка ICD+ со встроенным MP3-плеером, сотовым телефоном, а также гарнитурой и пультом управления в комплекте, 2000 год (фото из открытых источников)⁶

На сегодняшний день чаще всего проекты с «умной» одеждой востребованы в медицине и спорте. Например, жилеты, топы, футболки, майки с вплетенными в ткань сенсорами, которые передают ощущение и состояние спортсмена на спортивные часы, смартфон или кардиотренажер. В 2003 году компания Adidas предприняла вторую в истории попытку оснастить кроссовки компьютером и выпустила модель Adidas 1 с меняющейся в зависимости от действий владельца амортизацией, однако работали такие кроссовки ненадежно и распространения не получили. Более успешным оказался совместный продукт Nike и Apple — кроссовки, которые синхронизируются с iPod или iPhone (рис. 6), а те в свою очередь собирают статистику и переключают музыкальные треки. В 2013 году был создан «умный» мотоциклетный шлем Skully AR-1, который должен обеспечить безопасность мотоциклиста. (рис. 7).⁷ Как пример «умной» одежды можно привести и разработку дизайнерской студии Studio 5050 — куртка Love Jacket со встроенным источником и приёмником инфракрасного излучения, микроконтроллером, а также светодиодами и динамиком. По импульсам инфракрасного излучения парные куртки «узнают» друг друга и начинают мигать светодиодами и испускать звуки. Hug Shirt — футболку, которая позволяет чувствовать объятия на расстоянии при помощи связи по Bluetooth и системы сенсоров.⁸

Таким образом, обзор научных исследований вокруг «умной» одежды показал, что интерес к ее разработкам одежды возникал еще в конце XIX в., но прорывным в создании «умных» изделий стал XX век. Большая часть подобной одежды создавалась для спортивных целей. Однако, в производстве повседневной одежды эти идеи почти не использовались.

⁶ Интервью с креативным директором Stone Island Карло Риветти. Изображение электронное //Furfur, [сайт]. URL: <http://www.furfur.me/furfur/culture/culture/170213-intervyu-s-kreativnym-direktorom-stone-island-karlo-rivetti>.

⁷ Вадим Макаренко. "Умный" мотоциклетный шлем Skully AR-1 собрал почти 4 миллиона долларов // [Электронный ресурс] <https://4pda.to/2015/01/16/196847/> (дата обращения 15.05.2024).

⁸ Одежда с объятиями // [Электронный ресурс] https://vk.com/wall-23694100_85 (дата обращения 15.05.2024).



Рисунок 6. Кроссовки, которые синхронизируются с iPod или iPhone, 2003 год (фото из открытых источников⁹)



Рисунок 7. «Умный» мотоциклетный шлем Skully AR-12013 год (фото из открытых источников⁷)

Виды умной одежды

На сегодняшний день какой-либо унифицированной классификации «умной» одежды не существует, однако имеются научные исследования, где предпринимается попытка подвести «умную» одежду под определенные критерии. Так, в исследовании А. Самарина выделяется два типа: первый — одежда, «в которой предусмотрены отсеки и карманы для размещения носимой электроники, а также вшиты проводные соединения между различными ее элементами». ¹ При чистке и стирке таких изделий электронные датчики вынимаются, то есть представляют собой отдельные модули. Второму типу дано название «smart fabric — Electronic textiles (e-textile)», в основе вид тканого материала «с вшитыми нитями для создания соединений между электронными устройствами. Ткань для такого типа «умной» одежды используется с интеграцией функциональных электронных устройств. Компоненты и соединения являются частью ткани, они невидимы и невосприимчивы к стирке и чистке, не мешают движениям». ¹⁰ Аналогичное разделение приведено в работе [6].

Авторы [5] в зависимости от степени развития «интеллектуальных» свойств выделяют пассивный, активный и «очень умный» текстиль. Пассивный «умный» текстиль представлен изделиями из тканей, к которым прикреплены сенсорные датчики. Такой тип «умной» одежды применяется в основном в медицине в процедурах электрокардиограммы, электромиографии, электроэнцефалографии. Активный «умный» текстиль предполагает одежду, в которой кроме сенсоров, получающих информацию, снабжены устройствами ввода и оповещения, например патчами, которые функционируют как кнопки. Изделия из «очень умного» текстиля предполагают наличие встроенного микрокомпьютера [7].

В основе классификации, приведенной в работе [9], предполагается разделения по принципу функциональности: «умная» одежда как «личный доктор»; «носитель информации»; «источник комфорта»; «личный помощник в спорте».

⁹ Стратегия продвижения бренда: руководство из 10 шагов. Изображение электронное // Репутация, [сайт]. URL: https://reputation.moscow/2017/05/22/strategija_prodvizhenija_brenda/.

¹⁰ Наталья Веденева. Российские ученые создали футболку, умеющую снимать электрокардиограмму // [Электронный ресурс] <https://www.mk.ru/science/2018/04/16/rossiyskie-uchenye-sozdali-futbolku-umeyushhuyu-snimat-elektrokardiogrammu.html> (дата обращения 12.05.2024).

Авторами на основе обзора литературы предложена схема классификации «умной» одежды, в основу которой положено разделение по сфере применения, принципу действия (за счет использования электроники или функционального текстиля), по функциональности [5] (рис. 8).

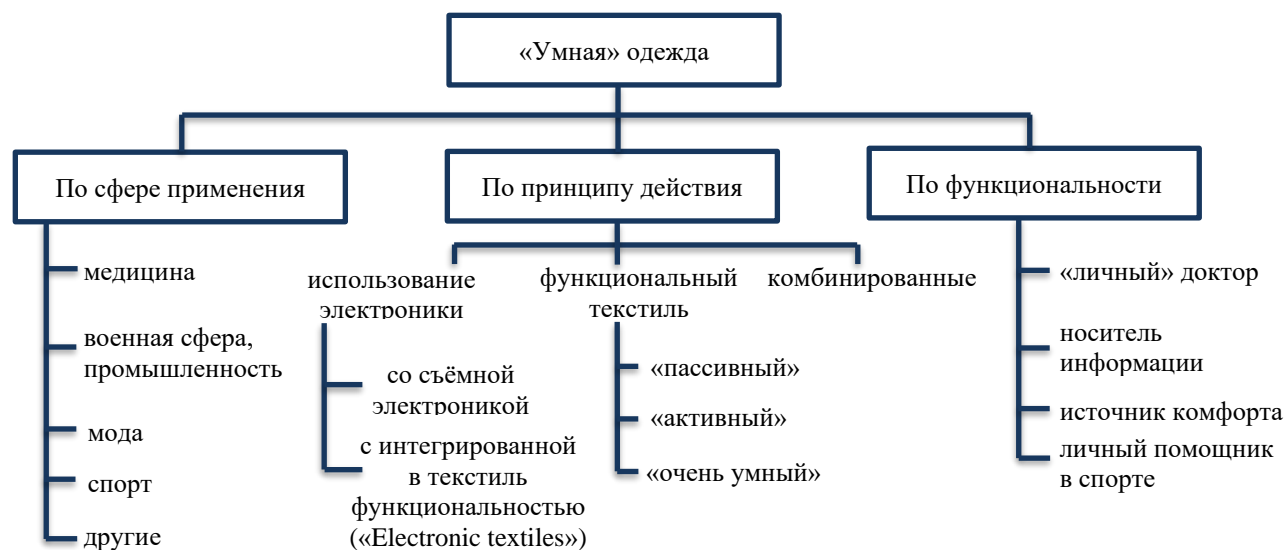


Рисунок 8. Классификация «умной» одежды (разработано автором)

Области применения «умной» одежды различны. В медицине создание «умной» одежды позволяет контролировать состояние людей, следить за основными жизненными показателями. Большой актуальностью она пользуется в военной сфере, где необходимо максимальная забота о безопасности человека, помогает выживать в условиях военной обстановки. Самой востребованной сферой является спорт, поскольку дает возможность концентрировать и контролировать физическую активность и состояние здоровья во время занятия спортом. Все активнее «умная» одежда внедряется в мир моды, и становится популярной у массового потребителя, желающего сделать свой образ стильным и высокотехнологичным. Например, авторы⁷ разработали комплект, состоящий из четырех элементов: — «умной футболки» (ЭКГ, грудная клетка и брюшная полость); «умной перчатки» (потенциал и проводимость кожи, кожа температура), наручного устройства (усиление, беспроводная передача данных) и регистратора данных (непрерывная запись), данный комплект предназначен для использования амбулаторного лечения на дому. А в работе¹¹ предлагается одежда для людей неспособных обслуживать себя самостоятельно: разработанные контактные переключатели и емкостные датчики интегрированы вместе с ИК-светодиодом в верхнюю сорочку. Система позволяет определять состояние повязки (правильно надета, частично изношена, наоборот или перевернута).

Значительная часть «умной» одежды создается с целью сохранения энергообеспечения, позволяя генерировать и сохранять тепловую и электрическую энергию в процессе носки. Так, в работе [7] предлагается «одежда-генератор», которая позволяет получать энергию от солнечной батареи, генерации движения, генерации за счет энергии человеческого тела (пот и тепло тела), и «одежда-аккумулятор». Для условий Крайнего Севера авторами⁸ в качестве генератора электроэнергии рассматривается возможность применения термоэлектрического модуля элемента Пельтье. Некоторые разработки [8] предусматривают установку датчиков температуры для предупреждения о ранних стадиях обморожения.

¹¹ Ольга Романовская. Ученые ЮУрГУ запатентовали футболку с бесконтактным ЭКГ // [Электронный ресурс] <https://www.susu.ru/ru/news/2018/04/13/uchenye-zapatentovali-futbolku-s-beskontaktnym-ekg> (дата обращения 15.05.2024).

Примером функционального текстиля являются материалы с фазовым переходом (Phase change materials — PCM). При переходе из твердого в жидкое агрегатное состояние они поглощают тепловую энергию, а при обратном переходе — отдают, примером таких веществ являются парафиновые углеводороды [9].

Российские разработки

В России также есть примеры разработок «умной» одежды. Чаще всего это университетские команды. Например, ЮУрГУ под руководством профессора Кодкина В.Л. в 2018 году представили прототип умной футболки с электродами для измерения ЭКГ человека.¹¹ Предполагалось, что такую футболку могут использовать спортсмены во время занятий, чтобы можно было отслеживать уровни нагрузки (рис. 9).

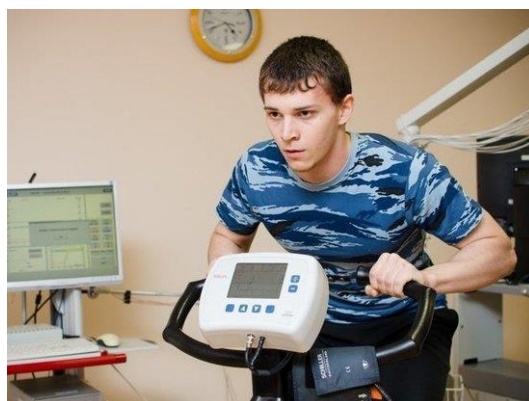


Рисунок 8. Прототип умной футболки с электродами для измерения ЭКГ человека (фото из открытых источников)¹⁰

Стартап Tesla Suit¹² встраивает в костюм сенсоры, пытаясь предоставить максимально возможное количество данных для пользователя: тактильная обратная связь, захват движения, температурный контроль, биометрию. В основе работы костюма принцип электростимуляции мышц и нервных окончаний.

«Alert-система диагностики и мониторинга здоровья человека» или умная футболка на 6 отведений ЭКГ с акселерометром (сенсором движения), GPS трекером и прочими датчиками представил стартап IQ-BEAT в акселерации Инкубатора ВШЭ. Разработка предназначена для создания безопасных условий труда сотрудникам промышленных предприятий.¹

В РГУ имени А.Н. Косыгина разработана коллекция детских жилетов с оптоволоконными нитями, а также модели детских нарядов со светодиодами и фиброоптикой [1]. На базе СГМУ была разработана «умная» одежда MioBody, оснащенная датчиками для контроля и анализа физической активности баскетболистов и лучников. Она представляет собой диагностический комплекс, который оценивает работу мышц через электромиографические датчики, закрепленные на спортивную компрессионную одежду.¹³ Петербургская компания The Corp¹⁴ создала куртку с индивидуальным климат-контролем с толщиной 7 мм и весом в 1 кг. Куртка нагревается за 30 секунд и может работать в течение 12 часов и заряжается от специальной

¹² Teslasuit // [Электронный ресурс] <https://vrdigest.ru/vr-in-russia/teslasuit/> (дата обращения 15.05.2024)

¹³ Для калининградских спортсменов разработали «умную» одежду // [Электронный ресурс] <https://kaliningrad.rbc.ru/kaliningrad/26/12/2023/658aa6cc9a794746a560d67d> (дата обращения 12.05.2024).

¹⁴ Оксана Белянская. В Петербурге создали гаджет-куртку с сенсорным дисплеем и климат-контролем // [Электронный ресурс] <https://www.cossa.ru/sandbox/77659/> (дата обращения 12.05.2024).

вешалки. В СПГЭУ «ЛЭТИ» под руководством заслуженного изобретателя России Николая Сафьянникова разработана 3D ткань.¹⁵ Отечественные разработки в большинстве случаев представляют собой одежду со встроенными электронными устройствами, предназначенными для диагностических целей.

Смарт-одежда для спорта

Наиболее востребованной сферой применения «умной» одежды является спорт [11; 12].¹⁶



Рисунок 9. Футболка с встроенными датчиками сердечного ритма XIAOMI (фото из открытых источников)¹⁷



Рисунок 10. Кроссовки Adidas MiCoach (фото из открытых источников)¹⁸



Рисунок 11. Умный спортивный костюм Electricfoxy Move (фото из открытых источников)¹⁸



Рисунок 12. Фитнес-носка Sensoria (фото из открытых источников)¹⁸

¹⁵ Анна Шевнина. Ученые из Петербурга изобрели ткань-носитель информации // Российская газета [Электронный ресурс] <https://rg.ru/2012/06/06/nauka.html> (дата обращения 12.05.2024).

¹⁶ NBIC-технологии в действии // [Электронный ресурс] <https://textilespace.ru/catalog/technologies/nbic-tehnologii-v-deistvii> (дата обращения 12.05.2024).

Виктор Подволоцкий. Xiaomi выпустила футболку с нагрудным датчиком пульса и ЭКГ // [Электронный ресурс] <https://lifehacker.ru/xiaomi-zenph/> (дата обращения 12.05.2024).

¹⁷ Виктор Подволоцкий. Xiaomi выпустила футболку с нагрудным датчиком пульса и ЭКГ. Изображение электронное // Лайфхакер, [сайт]. URL: <https://lifehacker.ru/xiaomi-zenph/>.

¹⁸ На стыке моды, спорта и технологий: умная одежда для тренировок. Изображение электронное // Novate, [сайт]. URL: <https://novate.ru/blogs/010514/26218/>.

Чаще всего это:

1. Встроенные датчики для:

- мониторинга состояния организма человека, чаще всего температуры или сердечного ритма. Примером может служить установка оптических датчиков измерения светового отражения или поглощения на кожном покрове в соответствии с изменениями в кровеносных сосудах (рис. 11);
- мониторинга уровня активности и потребления калорий;
- для распознавания жестов, поз и положения тела.

2. «Умные» ткани с функциями влагоотведения, охлаждения, воздухопроницаемости для поддержания комфортной температуры и вентиляции во время физической нагрузки, теплоизоляции, электронно-информационные смарт-ткани.

3. Встроенные системы GPS для отслеживания маршрутов и расстояний. идентификации личности; персональной навигации.

Датчики обычно интегрируются двумя способами:

- вшиванием в специально разработанные узлы (карманы, петли), обеспечивающие надежное крепление и комфортное ношение;
- непосредственно в ткань с помощью гибких электронных компонентов: гибких датчиков или проводов.

Таблица 1

Этапы создания «умной» одежды

Время	Вид умной одежды	Основные функции и технологии
Ранние разработки	Пассивные носимые устройства	Простейшие устройства для контроля физиологических параметров, такие как шагомеры и простые датчики температуры.
Конец XX в.	Одежда с текстильными клавиатурами и базовыми датчиками	Встроенные текстильные клавиатуры, базовые датчики для измерения параметров окружающей среды и состояния тела.
Начало XXI в.	Умная спортивная одежда	Встроенные датчики для мониторинга сердечного ритма, уровня активности, и потребления калорий. Использование влагоотводящих и «дышащих» материалов для поддержания комфортной температуры и вентиляции.
Настоящее время	Многофункциональная умная одежда	Одежда с интегрированными нагревающими элементами, солнечными батареями, GPS трекерами, и системами для оценки состояния здоровья в реальном времени. Примеры изделий серийного выпуска включают умные куртки с подогревом, футболки для мониторинга сердечного ритма и активности, и спортивные брюки с функцией сжатия для улучшения производительности.

Разработано автором

Заключение

В процессе проведенного исследования было осуществлено изучение швейных изделий, называемых «умной» одеждой. Приведено определение данного понятия, рассмотрены отличительные особенности, приведена историческая справка о возникновении «умной» одежды и ее развитии, описаны зарубежные отечественные разработки в данной области.

В результате было определено, что смарт-одежда по уровню внедрения наукоемких технологий подразделяется на одежду со встроенными датчиками и одежду на основе функционального текстиля. На основе обзора научных разработок в данной области была предложена схема классификации «умной» одежды, и было осуществлено разделение по сфере применения (медицина, военная сфера, промышленность, мода, спорт и др.), принципу действия (за счет использования электроники, функционального текстиля и комбинированного вида) и по функциональности («личный» доктор, носитель информации, источник комфорта, личный помощник в спорте). Область применения «умной» одежды разнообразна, она востребована в медицине, при создании защитной одежды, в спорте. В исследовании показаны основные направления «умной» одежды для спорта, приведены примеры изделий серийного выпуска, которые показали актуальность внедрения «умной» одежды в серийное производство.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кусмидинова М.Х., Решетникова Н.С. «Умная одежда» как пример актуальной коллаборации современных информационных технологий и индустрии моды // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2020. № 4(65). С. 134–140.
- 2 Герасимова-Мейгал Л.И., Мейгал А.Ю., Димитров В.М., Герасимова М.А., Склярлова А.С., Смирнов Н.В., Костюков В.А. Использование «умной одежды» для оценки уровня стресса на основе анализа вариабельности ритма сердца и алгоритмов машинного обучения // Интегративная физиология. Тезисы докладов. СПб., 2023. С. 79.
- 3 Круглов А.В., Телегин Е.С., Матрохин А.Ю., Грузинцева Н.А. Современные тенденции и перспективы использования «умной одежды» // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 1(403). С. 192–195.
- 4 Недогарок В.В. Умная одежда — технология будущего // Ceteris Paribus. 2022. № 12. С. 32–33.
- 5 Ларикина М.Д., Пищинская О.В. Анализ рынка «умной» одежды // Инновации и современные технологии в индустрии моды. 2018. С. 106–109.
- 6 Артеян Л.С., Комбарова Т.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Проектирование «умной» одежды с элементами технических устройств // Актуальные проблемы инклюзии: качество жизни, безбарьерная среда, образование без границ. Сборник научных публикаций. М., 2016. С. 117–121.
- 7 Круглов А.В., Телегин Е.С., Матрохин А.Ю., Грузинцева Н.А. Основные направления развития инновационных технологий в создании системы энергообеспечения «умной одежды» // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 25–29.
- 8 Овчинников Д.Л., Тычков А.Ю. Умная одежда: система контроля тепла // Chronos. 2022. Т. 7. № 6(68). С. 3–4.
- 9 Мезенцева Е.В. Инновационные методы создания термоизоляционных саморегулирующихся волокнистых систем в «умной одежде» // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2018. № 1-2. С. 78–82.
- 10 Починская В.А. Разработка «умной одежды» для применения в условиях Крайнего Севера // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: Материалы 74-й научной конференции. 2022. С. 323–326.

- 11 Axisa F., Dittmar A., Delhomme G. Smart clothes for the monitoring in real time and IEEE, Hani E. Naguib. Making dressing Easier: Smart Clothes to Help with Putting Clothes on Correctly // 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC) Bari, Italy. October 6–9, 2019.
- 12 Marco Chu, Yu-Chen Sun, Asad Ashraf, Silas F.R. Alves, Member, IEEE, Goldie Nejat, Member Conditions of physiological, emotional and sensorial Reactions of human // Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Cancun, Mexiea. September 17–21, 2003.

Abdel Wahed Adel Essam

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
E-mail: adelarab@yandex.ru

Azanova Albina Albertovna

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
E-mail: AzanovaAA@corp.knrtu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3995-0009>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=255460

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57074003700>

Smart clothes: trends and orientation

Abstract. The article attempts to generalize and classify sewing products called «smart» clothes. The definition of this concept is given, distinctive features are considered, historical information about its appearance and development is presented, as well as a brief overview of foreign and Russian developments. It is shown that smart clothing is divided into two types according to the level of implementation of high-tech technologies: with built-in sensors and clothes based on functional textiles. Based on a review of the literature, the authors proposed a classification scheme for «smart» clothing, which is based on a division by field of application (medicine, military, industry, fashion, sports, etc.), principle of operation (through the use of electronics, functional textiles and combined appearance) and functionality («personal» doctor, carrier information, a source of comfort, a personal assistant in sports). The fields of application in medicine, protective clothing, and sports are considered. In the latter, there are three directions: the use of external sensors for monitoring the state of the human body and the recognition of gestures and the position of the body for the evaluation of the effectiveness of exercises. And also the application of smart-textiles with the functions of moisture removal, cooling, air permeability for maintaining a comfortable temperature and ventilation during physical exertion, thermal insulation, electronic-informational smart-textiles. In sportswear, built-in GPS systems are also used to track routes and distances. personal identification; personal navigation. It is indicated that electronic devices are usually integrated into clothing by sewing them into specially designed nodes or directly into textiles with the help of flexible electronic components.

Keywords: smart clothing; functional textiles; smart sportswear; sensors