

УДК 677:620.16

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_179

**РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
НА ОСНОВЕ "УМНЫХ" ТЕХНОЛОГИЙ**

**DEVELOPMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY  
BASED ON "SMART" TECHNOLOGIES**

*М.С. ОБОРИН, И.И. САВЕЛЬЕВ*

*M.S. OBORIN, I.I. SAVELEV*

(Пермский институт (филиал) Российского экономического университета  
имени Г.В. Плеханова,  
Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
Пермский государственный аграрно-технологический университет  
им. ак. Д.Н. Прянишникова,  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова)

(Perm Institute (branch) of the Plekhanov Russian University of Economics,  
Perm State National Research University,  
Pryanishnikov Perm State Agrarian and Technological University,  
Lomonosov Moscow State University)

E-mail: matvey\_uk@rambler.ru; sii-33@mail.ru

*Умные технологии и решения внедряются в различные виды экономической деятельности, обеспечивая резервы качества, оптимизации расходов и улучшение химико-физических свойств, ценных для потребителя. Текстильная промышленность активно внедряет инновационные методы при разработке тканей и волокон, которые обладают конкурентными преимуществами по сравнению с традиционной продукцией. За последние несколько десятков лет уровень текстильной промышленности достиг очень высокого прогресса. Это отражено в представленных разработках умных и интеллектуальных тканей, представляющих интеграцию научного и творческого опыта. Умный текстиль – это ткани, созданные с использованием новых материалов и технологий и имеющие более широкий спектр возможностей в сравнении с традиционными тканями. Основными видами умных материалов являются пассивные умные ткани; активный смарт текстиль; сверхразумный адаптивный текстиль. Методами производства интеллектуальных материй являются использование особой основы (оптоволокно, полимеры, металлы), внедрение наноструктур, датчиков, имплантов, сенсоров в ткань, комбинация нескольких элементов (вплетение проводов и т.п.). Интеллектуальные материалы способны коммуницировать, транс-*

*формироваться, проводить энергию, отталкивать грязь, взаимодействовать с внешней средой и так далее. Интеллектуальный текстиль можно использовать как в эстетических целях, так и для защиты человеческого организма и повышения его работоспособности. Умный текстиль не только собирает информацию, но и может реагировать на внешние раздражители или изменения окружающей среды.*

*Smart technologies and solutions are being implemented in various types of economic activity, providing reserves of quality, cost optimization and improvement of chemical and physical properties that are valuable to the consumer. The textile industry is actively introducing innovative methods in the development of fabrics and fibers that have competitive advantages over traditional products. Over the past few decades, the level of the textile industry has achieved very high progress. This is reflected in the presented developments of smart and intelligent fabrics representing the integration of scientific and creative experience. Smart textiles are fabrics created using new materials and technologies and have a wider range of possibilities in comparison with traditional fabrics. The main types of smart materials are passive smart fabrics; active smart textiles; superintelligent adaptive textiles. The methods of production of intelligent materials are the use of a special basis (fiber, polymers, metals), the introduction of nanostructures, sensors, implants, sensors into the fabric, a combination of several elements (interweaving wires, etc.). Intelligent materials are able to communicate, transform, conduct energy, repel dirt, interact with the external environment, and so on. Intelligent textiles can be used both for aesthetic purposes and for protection of the human body and for the improvement of its performance. Smart textiles is able not only to collect information, but can also respond to external stimuli or environmental changes.*

**Ключевые слова:** нанотехнологии, волокнистые материалы, интеллектуальные материи, смарт нити, полимеры, сенсорные волокна, текстильная промышленность.

**Keywords:** nanotechnology, fibrous materials, intelligent materials, smart threads, polymers, sensory fibers, textile industry.

### *Введение*

В настоящее время современный рынок предлагает разнообразный ассортимент инновационных тканей для пошива одежды высокого качества и удобства. Целью исследования является систематизация выделенных подходов, позволяющих получить умные материалы. Задачи исследования: 1) анализ подходов к получению умных материалов; 2) оценка опыта компаний в сфере производства умных материалов; 3) формирование классификационных критериев систематизации умных материалов на группы. Использование современных инновационных технологий в производстве материалов способствует получению тканей лучшего качества и свойств. Примером та-

кого современного производства является "Косметотекстиль", выпускающий умные ткани, обладающие коррекционным воздействием на человеческую кожу, выраженное в контроле запаха и косметическом эффекте [1].

В состав этих интеллектуальных и инновационных тканей входят капсулы, состоящие из тонкой оболочки полимера или другого материала, сферической или неправильной формы, размером 1 микрон, которые переносятся на тело, увлажняя, впитывая неприятные запахи, способствуя похудению и так далее [4]. Учитывая, что особый эффект нанокапсул достигается за счет тесного контакта с человеческим телом, можно отметить значительный потенциал

при производстве нижнего белья. Подобные технологии распространяются на производство колготок с функцией коррекции фигуры, спортивную продукцию, кожаную и джинсовую продукцию [5].

Большим спросом пользуется продукция современной инновационной промышленной компании Легион Optima 250 [8]. Продукцию этой компании отличает то, что в состав производимых тканей входят натуральные волокна, материал имеет высокий уровень воздухопроницаемости, оптимальную теплопроводность, полиэфирные волокна защищают от дождя, пыли, снега, грязи и выцветания на солнце. Одежда из тканей этой компании выдерживает многочисленные стирки и активный износ благодаря использованию особо прочной несмываемой защитной отделки [16].

Более того, современная одежда является промышленным продуктом и результатом научно-технического прогресса, что предопределяет на современном этапе развития текстильных производств усиление комплекса требований к продукции, выраженных в наличии эстетических характеристик, функциональных и производственных качеств, что, в свою очередь, повысит уровень конкурентоспособности продукции и жизненные стандарты качества [9].

В таких современных традициях развивает свое производство инновационных умных тканей американская фабрика Sensatex, разработавшая материи с встроенными электронными схемами [6]. Благодаря специальным технологиям, через особые датчики, интегрированные в тканевую структуру одежды, можно получить данные о состоянии здоровья человека, включая информацию о температуре тела человека, сердцебиении и даже настроении человека [3]. Разработки компании дошли до такого уровня, что датчики, встроенные в одежду определяют настроение носителя и при нестабильном эмоциональном состоянии, помогают ему справиться с напряжением. Подобная технология может быть использована, как на натуральных и синтетических тканях, что определяет их перспективное производство на новом рынке инновационных технологий.

Тем более, что современная умная одежда сегодня особенно интересна как часть развития разработок научных умов. Одной из таких инновационных разработок на основе инновационных умных материй является продукция текстильного производства Intelligent Textiles [11]. Компания разработала военную форму, состоящую из ткани, которая может проводить электричество, передавая как данные, так и электропитание через встроенные в ткань электропроводящие нити. Достоинством является функциональная стойкость и сохранность энергии при внешнем воздействии и трансформации [10]. Материалы компании обладают повышенной прочностью, через один небольшой аккумулятор, обеспечивается питание всех необходимых устройств военной формы [13].

В настоящее время многие отрасли текстильной промышленности объединили свои усилия в рамках развития интеллектуальных тканей с научными институтами на основе интеграции атомных и молекулярных процессов и их проецировании на материалы и волокна. Данное сотрудничество способствовало интеграции в ткани инновационных микроскопических объектов, улучшающих свойства материи по самым разным характеристикам высочайшего уровня.

#### *Результаты и обсуждения*

Материалы на основе умных инновационных технологий классифицируются на следующие типы в зависимости от их функциональных характеристик [2], [7], [15]:

- *пассивные* умные ткани подвержены только внешним влияниям, относятся к первоначальным разработкам;

- *активный* смарт текстиль способен противодействовать факторам внешнего влияния, представляют следующий уровень развития инновационного производства;

- *сверхразумный адаптивный* текстиль основан на высокотехнологичных дисциплинах, способен чувствовать внешнюю среду и соответственно реагировать на нее через саморегуляцию. На сегодняшний день данный уровень интеллектуальных тканей находится в стадии разработки.

Примером пассивных тканей являются смарт материи, способные изменять свою цветовую гамму при другом температурном режиме, работая, как датчики. Датчики пассивных материалов работают на основе элементов фотохрома, реагирующих на телодвижение, эту же роль в процессе может выполнять ультрафиолет.

Наибольшим спросом пользуются водонепроницаемые и термостойкие ткани, используемые как средство индивидуальной защиты от вредных и опасных факторов для здоровья сотрудника на рабочем месте. Примером могут служить ткани ноекс компании "Дюпон", которые отличаются характеристиками термостойкости и огнестойкости [12].

Материи производства Лорена Боукера основаны на мультисенсорных красках, свойства которых менять окраску при изменении температуры, влажности воздуха, атмосферных колебаний и световых факторов [14]. Под воздействием перечисленных факторов одежда, произведенная из такой ткани, меняет свой цвет. Дизайнером разработана коллекция, основанная на научном подходе в комплексе с творческим подходом. Автор при создании нового образа отталкивается от образа птиц, а именно структуры и окраски их оперения, перенося фактические знания на материю. Таким образом, на основе научных знаний орнитологии автор добился успехов в создании материалов, которые при изменении температурных условий меняют цвет от черного до самых разнообразных оттенков, подобно оперению птиц. Цветовая палитра тем временем напрямую зависит от времени года и воздушных колебаний. Авторская коллекция ручной работы верхней одежды скроена из кожаных листов, облегаящих фигуру, защищая ее таким образом.

Некоторые ткани могут восстанавливаться или менять свою форму. Примером может служить рубашка итальянского дизайнера Мауро Талиани, особенности которой восстанавливать свою форму менее чем за минуты, не требуя разглаживания, а также в изменении длины рукавов, при изменении температуры – при повышении

температуры воздуха рукава рубашки автоматически укорачиваются.

Чаще всего пассивные интеллектуальные материи используются в создании одежды со встроенными светодиодами. Первыми разработчиками светодиодных нитей были корейские ученые. На основе этих разработок было запущено производство современной умной одежды, представляющей, в свою очередь, компьютерное устройство в виде одежды.

Активные смарт ткани отличаются способностью как воспринимать раздражающие факторы внешней среды, так и реагировать на них. При внешних природных раздражителях мини-датчики, встроенные в ткань, выполняют определенные действия. К примеру, датчики терморегуляции при повышении оптимальной температуры воздуха способны создавать охлаждающий эффект и соответственно согревающий при низкой температуре. Одежда с такими датчиками впервые была разработана Национальным управлением по авиации и по большей части востребована космонавтами.

Так, немецкой компанией Novonic разработана технология самонагревающихся материалов, в структуру которых внесены тонкие нити, функционирующие от встроенного аккумулятора.

Компанией Outlast Technologies разработаны парафиновые капсулы с микросферами, которые можно встраивать непосредственно в нейлоновые или другие полиэфирные волокна. Такая материя отличается тем, что способна впитывать тепло при высокой температуре и генерировать его до пяти часов. Однако, данная технология нуждается в доработках, для того чтобы ее можно было непосредственно использовать в производстве согревающих материалов для создания одежды.

Отечественная компания "The Corp Jacket" разработала верхнюю одежду с многофункциональной системой, способной поддерживать заданную температуру. Зарядный аккумулятор, встроенный в специальную вешалку, заряжает одежду менее чем за минуту, сохраняя тепло в течение все-

го дня. И соответственно при высокой температуре ткань проявляет охлаждающий эффект. Отличительной характеристикой дизайнерского изделия является его тонкая структура и минимальный объем, что является фактором удобства и комфорта в эксплуатации продукции.

Текстильное предприятие "Arctic Heat" выпускает альтернативную верхнюю одежду, качественные характеристики которой направлены на эффект охлаждения. Принцип охлаждения в такой одежде действует следующим образом: верхняя одежда помещается в ледяную воду на несколько минут и далее эффект охлаждения сохраняется в течение 60 мин. В материю встроен специальный охлаждающий гель, поэтапно выделяющий холод, исходя от потребностей тела человека. Интеллектуальные нити и специальные вещества, интегрированные в ткань, способны самостоятельно самоочищаться и восстанавливаться. Одежда, обладающая такими характеристиками, пользуется сегодня большим спросом в медицинских организациях.

Сверхразумный адаптивный текстиль функционирует, сенсорно реагируя на факторы внешней среды на базе смарт технологий: сплавы с памятью формы, умные полимеры, интеллектуальные жидкости.

Британская текстильная компания "Cute Circuit" разработала сверхразумные ткани, которые способны транслировать сенсорные данные. Примером такого изобретения служит рубашка "Hug Shirt", передающая на расстоянии тепло и сердечный ритм, а также ощущение присутствия и объятий другого человека. Чтобы испытать данные ощущения, человеку нужно всего лишь прикоснуться ладонью к поверхности рубашки, представляющей сенсор, и получить их через транслятор – сенсорный телефон.

С учетом вышеизложенного предлагаем следующую классификацию смарт тканей (рис. 1), разработанную авторами.

Последний вид тканей является результатом высоких технологий и только формируется, хотя прогнозируется высокий рыночный спрос, обусловленный ожиданиями различных групп потребителей.

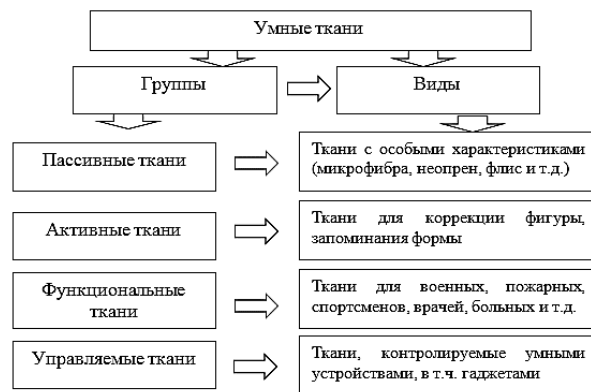


Рис. 1

## ВЫВОДЫ

Возможные направления дальнейшего распространения умных тканей – это опасные и сложные виды профессиональной деятельности, в процессе которых необходимо контролировать и сохранять физические и химические параметры человеческого тела. Инновационные текстильные технологии могут успешно использоваться в экстремальной медицине, сотрудниками чрезвычайных служб спасения, в горнодобывающих и сталелитейных производствах. Области наиболее широкого применения смарт материалов являются медицина, промышленность, военная сфера, спорт и фитнес. Результаты действия умных тканей при внешнем контроле запланированных результатов связаны не только с контролем параметров тела, например, при определенных видах заболеваний, но и осуществлении медикаментозного вмешательства (инсулиновой инъекции), что пока является разработкой. В спорте возможно накопление энергии и ее обмен с телом, мышцами, например, стопой при беге в специальных кроссовках. Рассматриваемые технологии пока не получили массового распространения, поскольку связаны с затратами и узкой областью применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкин А.В., Алексеева Н.С. Тенденции развития цифровой экономики на основе исследования наукометрических баз данных // Экономика и управление. – 2019, № 6 (164). С. 16...25.
2. Белицкая О.А., Фокина А.А., Рыкова Е.С., Максимова И.А., Конарева Ю.С. Влияние климатических параметров на трибоэлектрические свойства материа-

лов специальной обуви // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 5. С.48...53.

3. *Вертакова Ю.В.* Роль университетов в процессах цифровой трансформации экономики // Экономика и управление. – 2018, № 7 (153). С. 54...64.

4. *Гомелько Т.В., Бортник Ю.А., Овсянникова М.А.* Проблемы развития легкой промышленности в современной России // Экономика и управление. – 2020. Т.26. № 1 (171). С. 69...73.

5. *Ефферин Я. Ю.* Роль стратегий в диверсификации экономики регионов: запланированное развитие против незапланированных результатов // Регионология. – 2021. Т. 29, № 2. С. 283...305.

6. *Ибрагимова Р.С., Головкин Д.С.* Оценка экономического потенциала текстильной и швейной промышленности на основе концепции Foresight // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. – 2018, № 4 (56). С.128...140.

7. *Инюцын А.Ю.* Умные технологии становятся доступнее для городов // Практика муниципального управления. – 2017, № 2. С. 46...55.

8. *Каляев И.А., Капустян С.Г.* Метод мультиагентного управления "умным" интернет-производством // Робототехника и техническая кибернетика. – 2018, № 1 (18). С. 34...48.

9. *Климанов В.В., Будаева К.В., Чернышева Н.А.* Промежуточные итоги стратегического планирования в регионах России // Экономическая политика. – 2017. Т. 12, № 5. С. 104...127.

10. *Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Мартинова Л.И.* Интеграция данных систем логического управления в "умное" производство на основе концепции Industry 4.0 // Автоматизация в промышленности. – 2018, № 5. С. 11...15.

11. *Костин Г.А., Упорова И.В.* Трансформация предпринимательской деятельности под влиянием цифровой экономики // Экономика и управление. – 2018, № 12 (158). С. 51...60.

12. *Лунев Н.А., Мингалеев Г.Ф., Трутнев В.В.* Организация цифрового производства на базе программно-аппаратного комплекса планирования и мониторинга производственных процессов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. Т. 73, № 3. С. 76...81.

13. *Пирогов Д.А., Маслов Л.Б., Клопова К.В.* Композиционные материалы на основе трехмерных тканых многослойных армирующих структур – конструкционные материалы настоящего и будущего // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 6. С.61...71.

14. *Рахматуллина Г.Р., Панкова Е.А.* Инновационные, экологически безопасные технологии получения высококачественных кож // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, № 1. С.192...196.

15. *Сучков М.А., Галимулина Ф.Ф.* Принципы управления криптоданными в рамках инновационного развития информационной среды предприятия // Наука и бизнес: пути развития. – 2020, № 5 (107). С. 152...154.

16. *Турлакова С.С.* Информационно-коммуникационные технологии развития "умных" производств // Экономика промышленности. – 2019, №1 (85). С. 101...122.

## REFERENCES

1. *Babkin A.V., Alekseeva N.S.* Trends in the development of the digital economy based on the study of scientometric databases // Ekonomika i upravlenie. – 2019. No. 6 (164). P. 16...25.

2. *Belickaya O.A., Fokina A.A., Rykova E.S., Maksimova I.A., Konareva YU.S.* Influence of climatic para-

meters on triboelectric properties of special footwear materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, No. 5. P. 48...53.

3. *Vertakova Yu.V.* The role of universities in the processes of digital transformation of the economy // Ekonomika i upravlenie, – 2018, No. 7 (153). P. 54...64.

4. *Gomelko T.V., Bortnik Yu.A., Ovsyannikova M.A.* Problems of development of light industry in modern Russia. Ekonomika i upravlenie, – 2020. Vol.26. No. 1 (171). P. 69...73.

5. *Eferin Ya. Yu.* The role of strategies in the diversification of the economy of regions: planned development against unplanned results // Regionologiya. – 2021. Vol. 29. No. 2. P. 283...305.

6. *Ibragimova R.S., Golovkin D.S.* Assessment of the economic potential of the textile and clothing industry based on the Foresight concept // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2018. No. 4 (56). P.128...140.

7. *Inyutsyn A.Yu.* Smart technologies are becoming more accessible for cities // Praktika municipal'nogo upravleniya. – 2017. No. 2. P. 46...55.

8. *Kalyaev I.A., Kapustyan S.G.* Method of multi-agent management of "smart" Internet production // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – 2018. No. 1 (18). P. 34...48.

9. *Klimanov V.V., Budaeva K.V., Chernysheva N.A.* Interim results of strategic planning in the regions of Russia Ekonomicheskaya politika. – 2017. Vol. 12. No. 5. P. 104...127.

10. *Kozak N.V., Nezhmetdinov R.A., Martinova L.I.* Integration of these logical control systems into "smart" production based on the concept of Industry 4.0 // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. – 2018. No. 5. P.11...15.

11. *Kostin G.A., Uporova I.V.* Transformation of entrepreneurial activity under the influence of the digital economy // Ekonomika i upravlenie. – 2018. No. 12 (158). P. 51...60.

12. *Lunev N.A., Mingaleev G.F., Trutnev V.V.* Organization of digital production on the basis of a hardware and software complex for planning and monitoring production processes // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva. – 2017. Vol. 73. No. 3. P. 76...81.

13. *Pirogov D.A., Maslov L.B., Klopova K.V.* Composite materials based on three-dimensional woven multilayer reinforcing structures - structural materials of the present and future // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021. No. 6. P. 61...71.

14. *Rahmatullina G.R., Pankova E.A.* Innovative, environmentally friendly technologies for obtaining high-quality leathers // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022. No. 1. P. 192...196.

15. *Suchkov M.A., Galimulina F.F.* Principles of cryptographic data management in the framework of innovative development of the enterprise information environment // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. No.5 (107). P. 152...154.

16. *Turlakova S.S.* Information and communication technologies for the development of "smart" industries // Ekonomika promyshlennosti. – 2019. No. 1 (85). P.101...122.

Рекомендована кафедрой экономического анализа и статистики Пермского института (филиала) РЭУ имени Г.В. Плеханова. Поступила 19.01.23.