

УДК 677.07

В. В. Гетманцева¹

Е. Г. Андреева²

М. А. Гусева³

В. С. Белгородский⁴

А. В. Разбродин⁵

Д. С. Смирнова⁶

А. А. Крючкова⁷

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
Москва, Россия

Анализ технологии использования элементов солнечных батарей в одежде

С целью разработки изделий с функцией аккумуляции энергии проведен детальный анализ существующих технологий использования элементов солнечных батарей в одежде. Изучены принципы работы солнечных батарей, определены регионы, в которых данные технологии в одежде являются наиболее перспективными, например, Краснодарский край, Ростовская область, Кавказ, Алтай, юг Сибири,

¹ Гетманцева Варвара Владимировна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: getmantseva@inbox.ru

² Андреева Елена Георгиевна – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: elenwise@mail.ru

³ Гусева Марина Анатольевна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: guseva_marina67@mail.ru

⁴ Белгородский Валерий Савельевич – д-р социол. наук, профессор, ректор; e-mail: rectormgudt@mail.ru

⁵ Разбродин Андрей Валентинович – канд. техн. наук, президент «Союзлегпром»; e-mail: getmantseva@inbox.ru

⁶ Смирнова Дарья Сергеевна – бакалавр кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: karamelka-dasha@rambler.ru

⁷ Крючкова Анастасия Алексеевна – бакалавр кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: kryuchkova.anastasiia@gmail.com

Дальний Восток, Забайкалье. Определены преимущества и недостатки процесса использования солнечных батарей. Проведен анализ вариантов применения солнечных батарей в легкой промышленности, в результате которого выявлены перспективность технологии использования элементов солнечных батарей в одежде и высокая степень возможной реализации этой технологии в промышленных масштабах. Для целей проектирования и изготовления одежды наиболее весомыми являются такие показатели, как восстанавливаемость, неиссякаемость, постоянство, доступность, бесшумность, экономичность, широкая область применения. По результатам исследования определены варианты решения солнечных батарей, позволяющих устройствам поддерживать свою функцию в условиях затемнения. Изучены новейшие разработки в области проектирования солнечных батарей, направленные на улучшение таких их характеристик, как толщина и вес устройства. На примере головных уборов авторами продемонстрирован основной принцип функционирования исследуемой технологии, а также варианты композиционного и конструктивного решения головных уборов для ведомственной одежды.

Ключевые слова и словосочетания: солнечные батареи; «умная» одежда; проектирование швейных изделий; ведомственная одежда; головные уборы.

V. V. Getmantseva

E. G. Andreeva

M. A. Guseva

V. S. Belgorodsky

A. V. Razbrodin

D. S. Smirnova

A. A. Kryuchkova

The Kosygin State University of Russia
Moscow. Russia

Analysis of the technology of using solar cells in clothing

In order to develop products with the function of energy storage, a detailed analysis of existing technologies for the use of solar cells in clothing was carried out. In the process of studying the principles of solar panels, identified regions in which these technologies in clothing are the most promising. These are regions such as Krasnodar region, Rostov region, Caucasus, Altai, southern Siberia, far East, Transbaikalia. The advantages and disadvantages of the process of using solar panels are determined. The analysis of variants of application of solar batteries in light industry is carried out. The analysis showed the prospects of the technology of using solar cells in clothing and a high degree of possible implementation of this technology on an industrial scale. For the purposes of designing and making clothes is the most important are such factors as recoverability, неиссякаемость, consistency, accessibility, quietness, efficiency, wide application. According to the results of the study, the variants of the solution of solar batteries, allowing devices to maintain their function in the darkening conditions, were determined. The latest developments in the design of solar panels aimed at improving their characteristics, such as the thickness and weight of the device, have been studied. On the example of head-

dresses the authors demonstrate the basic principle of operation of the technology under study, as well as options for compositional and constructive solutions of headdresses for departmental clothing.

Keywords: solar panels; "smart" clothes; design of garments; departmental clothing; hats.

Наделение изделий дополнительной функциональной нагрузкой становится устойчивой тенденцией в сфере проектирования и производства одежды [1]. Одним из перспективных направлений является внедрение в структуру швейного изделия элементов, аккумулирующих солнечную энергию, с целью использования этой энергии в бытовых целях, например, для зарядки гаджетов. Данная идея перспективна при эксплуатации ведомственной одежды, в том числе в экипировке для полиции, армии, и в другой одежде специального назначения [2]. Актуальность разработок такой «умной одежды» связана с тем, что основная деятельность работников ведомственных служб осуществляется в условиях открытой местности.

Технология аккумулирования солнечной энергии реализуется посредством включения в конструкцию изделий специальных элементов ее преобразования и дальнейшего использования в бытовых целях. Изделия будут востребованы в регионах с наибольшей солнечной активностью, например, в Краснодарском крае и Ростовской области, на Кавказе, Алтае, на юге Сибири, Дальнем Востоке и в Забайкалье – в этих регионах России количество солнечных дней в году доходит до 300 [3].

С целью разработки рекомендаций по проектированию и использованию в одежде специальных устройств, аккумулирующих солнечную энергию, авторами статьи исследован принцип работы солнечных батарей, проведен анализ вариантов применения солнечных батарей в изделиях легкой промышленности, анализ характеристик солнечных батарей и определены параметры устройства, приемлемые для использования в одежде.

Принцип работы солнечных батарей. Солнечные батареи – это электрические устройства, предназначенные для преобразования солнечной энергии в электрическую при помощи фотоэлектрического эффекта. Солнечная батарея состоит из различных по форме ячеек, представляющих собой тончайшие двухслойные кремневые пластины, различающиеся физическими свойствами. Внутренний слой пластин выполнен из чистого монокристаллического кремния. Снаружи каждая пластина покрыта незначительным слоем «загрязненного» кремния, например, с добавлением фосфора. При контакте с солнечными лучами между слоями возникает поток электронов и образуется разность потенциалов, а во внешней цепи, соединяющей слои, образуется электрический ток (рис. 1). Солнечная батарея представляет собой соединение тысячи кристаллов, покрытых пленкой металла [3]. Наибольший ток вырабатывается при расположении батареи под прямым углом к солнечным лучам, поэтому для бесперебойной ее работы необходим постоянный контакт с солнцем. В темное время суток солнечные батареи не заряжаются, поэтому для продолжения работы необходим другой источник тока, например, аккумулятор.

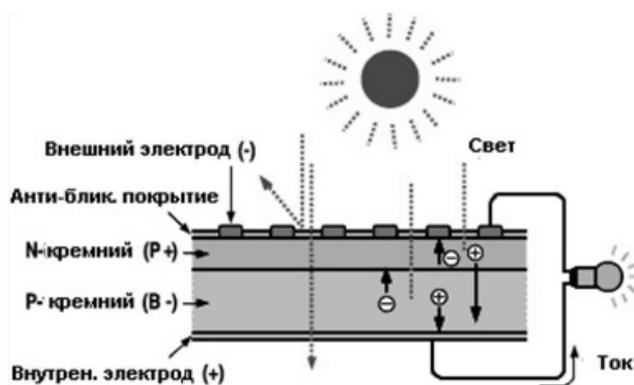


Рис. 1. Принцип работы солнечной батареи

К **преимуществам** технологии использования солнечной энергии относят:

- восстанавливаемость;
- неиссякаемость;
- постоянство;
- доступность;
- бесшумность;
- экономичность;
- обширную область применения.

Среди **недостатков** использования солнечной энергии отметим:

- энергия солнца неравномерно распределена по поверхности нашей планеты;
- недоступна в темное время суток и пасмурные дни;
- под солнечные источники энергии необходимо использовать большие площади;
- в фотоэлементах присутствуют токсичные вещества;
- высокая стоимость солнечных фотоэлементов;
- солнечные панели сложно утилизировать.

Непосредственное использование солнечных батарей экологически безопасно, однако их изготовление и рекультивация наносят ущерб окружающей среде из-за содержания в них токсичных металлов (кадмий, медь, свинец). Для решения этой проблемы необходимо разработать механизм утилизации отработанных солнечных батарей. Повысить экологичность производства помогут такие решения, как использование систем улавливания и очистки токсичных газов и жидкостей [4]. Число солнечных электростанций неуклонно увеличивается, а значит, вопрос об экологичности производства актуален.

Применение солнечных батарей в легкой промышленности. На сегодняшний день использование солнечных батарей в изделиях легкой промышленности распространено недостаточно. Основной целью применения солнечных батарей в одежде служит предоставление автономности мобильным устройствам, таким, как смартфоны, плееры и пр. Например, всемирно известная компания Tommy Hilfiger запустила «пилотный» проект использования солнечных батарей в одежде и разра-

ботала куртки со встроенными в конструкцию изделия солнечными батареями (рис. 2). Производитель не стал прятать батареи, а сделал их частью дизайна. Встроенный аккумулятор емкостью 6000 мА/ч способен накопить энергию, достаточную для нескольких зарядок смартфона [5]. Недостатком подобных изделий является непродуктивный временной фактор: чтобы полностью зарядить аккумуляторы, владельцу потребуется провести на солнце длительный промежуток времени.



Рис. 2. Куртки от Tommy Hilfiger со встроенными солнечными панелями [5]

Компания Wearable Solar объявила о создании платьев с элементами из солнечных батарей (рис. 3). Дизайнеры Wearable Solar разработали «умную» одежду с функцией длительного использования гаджетов в повседневной жизни [6]. В настоящее время компания работает над улучшением конструктивно-технологического решения своих платьев, что позволит придать встроенным солнечным батареям свойства, присущие материалу, например, водостойкость.



Рис. 3. Коллекция платьев с элементами из солнечных батарей [6]

Перспективно использование технологии применения солнечных батарей в одежде для военных. В австралийском национальном университете (ANU) разработан модуль из солнечных батарей, крепящихся к одежде. Предлагаемые разработчиками солнечные батареи состоят из монокристаллических удлиненных элементов толщиной всего 50 микрон, что сопоставимо с толщиной волоса или листа бумаги (рис. 4). Такая минимизация веса переносимого оборудования значительно улучшает эргономические свойства обмундирования военных. Под солнечным освещением каждая ячейка батареи вырабатывает энергию до 0,5 вольта. Ученые из ANU исследуют возможность использования эффективных удлиненных кремниевых солнечных элементов для получения эффекта отношения мощности к весу, превышающего 150 Вт/кг [7]. Условия эксплуатации инновационного обмундирования, например, при затемнении и маскировке, усложняют работу солнечных батарей, их производительность падает до нуля, если одна или две ячейки падают в тень. Поэтому встроенные в военную одежду элементы батареи должны генерировать энергию и в условиях слабого освещения. Для достижения поставленной цели разработчиками предложено все элементы системы солнечной батареи соединить параллельно. Такое конструктивное решение дает возможность продолжать подавать заряд от батареи к устройствам (гаджетам) в затемненных местах.



Рис. 4. Применение солнечных батарей на военной форме австралийских солдат [7]

В университете ANU разработан модуль, способный порождать напряжение для зарядки аккумулятора малой площади (например, в один квадратный сантиметр).

Создание сверхтонких солнечных батарей. Исследованием установлено, что применение обычных солнечных батарей в бытовой и специальной одежде не перспективно. Типовые солнечные батареи – это конструкции с неприемле-

мой для одежды толщиной, они абсолютно не гибкие, что снижает эксплуатационные и эргономические характеристики одежды. Инновационное предложение сделала группа ученых фирмы Riken-Toray Industries Inc из Токио – эластичные сверхтонкие (3 микрометра) солнечные батареи (рис. 5). Новые батареи восстанавливают форму после растяжения или сжатия, надежно крепятся на ткань или другую поверхность с помощью термоклей, выдерживают нагревание до температуры в 100 градусов Цельсия [8]. Продуктивность конвертации энергии солнечных батарей фирмы Riken-Toray Industries Inc составляет около 10%, что намного выше, чем у любого другого аналогичного устройства, имеющегося на рынке. Недостатком разработки признано разрушение структуры батареи под воздействием кислорода во время стирки изделия.

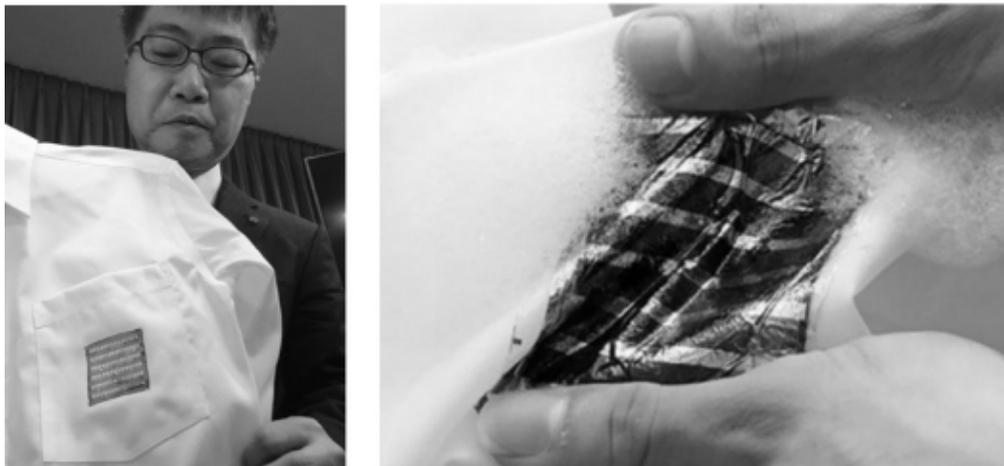


Рис. 5. Сверхтонкие солнечные батареи [8]

Форменные головные уборы с элементами из солнечных батарей.

Систематизация принципов проектирования изделий легкой промышленности со встроенными аккумулирующими устройствами из солнечных батарей позволила предложить авторам статьи инновационный способ использования солнечных батарей на примере форменных головных уборов для военных и полиции.

Головные уборы военнослужащих оснащены рядом электронных устройств (штатных радиоэлектронных и мобильных систем), необходимых для повышения тактической осведомленности военных, снижения летальности и повышения живучести в ближнем бою. Поэтому крайне важно иметь надежный источник питания, каким являются солнечные батареи, для обеспечения бесперебойной работы радиоэлектронных устройств. Энергия, получаемая от солнечных батарей, может быть использована личным составом для зарядки устройств личного пользования: электробритв, машинок для стрижки. Актуальность разработки обусловлена трудностью подводки электросетей в малодоступные местности, где может базироваться личный состав силовых структур. При этом каждый

сотрудник сможет самостоятельно обеспечивать электроэнергией работу личных гаджетов и других энергоемких устройств.

Методика проведения исследований. Для исследования композиционно-конструктивного анализа моделей-аналогов форменных головных уборов (фуражек и бейсболок) [9] применялся разработанный авторами статьи инструментарий контактного типа [10–12]. Полученные в ходе эксперимента числовые характеристики систематизированы, выявлены зависимости в конструктивных проекционных прибавках. Предложена методика проектирования головных уборов специального назначения в трехмерной графической САПР [13], сопряженной с плоскостными модулями конструирования и моделирования: Eleandr – конструктор [14], Eleandr – КМ [15]. Результатом экспериментального исследования стало разработанное конструктивно-технологическое решение головного убора специального назначения – фуражка со съемными элементами питания [16]. Новизна разработки защищена патентом Российской Федерации [16]. Разработаны два варианта конструктивных решений для форменных головных уборов с использованием солнечных батарей: парадный вариант – фуражка, патрульно-постовой вариант – бейсболка.

Описание внешнего вида фуражки. Фуражка шерстяная защитного цвета состоит из доньшка, тульи (стенок), околыша, козырька и плетеного шнура. По верхнему краю околыша проложены канты контрастного цвета. Над козырьком, по околышу, пристегивается плетеный шнур золотистого цвета на две форменные пуговицы золотистого цвета. Внутри фуражки – подкладка защитного цвета, налобник и накладка из кожи. Фуражка с армирующими вставками в виде стального обруча для поддержания формы тульи и придания ей изгиба, с матерчатými валиками для наполнения тульи и уплотнителями околыша (из картона) для сохранения формы. Спереди, по центру околыша фуражки, размещается кокарда в обрамлении эмблемы золотистого цвета [17; 18].

Описание внешнего вида бейсболки. Летний головной убор типа бейсболка для сотрудников полиции (ППС) включает шитую конструкцию, состоящую из шести клиньев и жесткого трапециевидного козырька, декорированного красным кантом. Изготовлена бейсболка из износостойкой ткани с гладкой поверхностью. Бейсболка с пластиковой застежкой для регулирования степени прилегания. Для уплотнения козырька и сохранения его формы можно применить прокладки из картона или пластика [19], трехмерная форма которых спроектирована 3D САПР [20; 21]. Внутри бейсболки – подкладка в цвет основной ткани [17; 18].

В конструкциях головных уборов предлагается использовать съемные сверхтонкие солнечные батареи в цвет основной ткани, которые крепятся на поверхности изделия с помощью лент «велькро». На фуражке целесообразно солнечную батарею крепить на доньшке. Доньшко – это самая крупная деталь изделия, располагающаяся перпендикулярно направлению падения солнечных лучей (рис. 6). Конструкция бейсболки позволяет расположить солнечную батарею на козырьке (рис. 7).

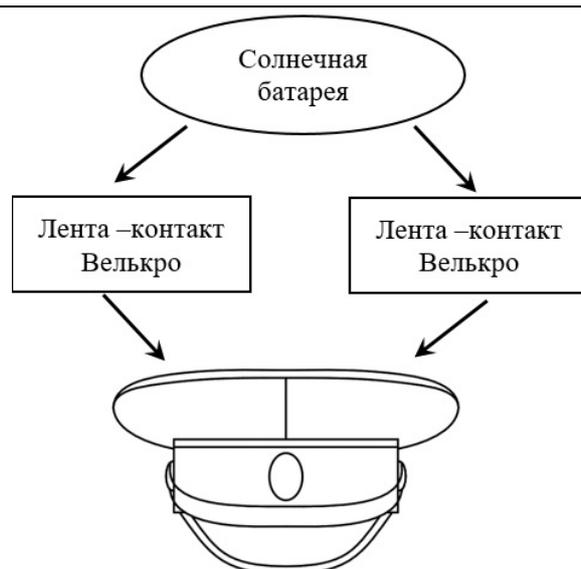


Рис. 6. Схема расположения солнечной батареи на фуражке [16]

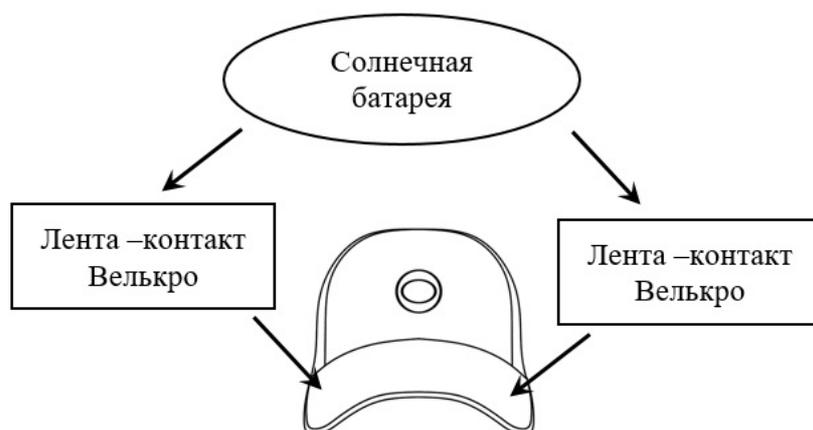


Рис. 7. Схема расположения на бейсболке [16]

Модели фуражки и бейсболки со съёмными элементами питания предназначены для зарядки портативных приборов. Так, фуражка (рис. 8) содержит мобильное устройство питания в виде параллельно расположенных на наружной поверхности доньшка (1) фуражки четырех съёмных элементов питания солнечных батарей (2). В месте контакта солнечные батареи соединены с наружной поверхностью доньшка (1) фрагментами ленты – контакта «велькро» (3). Система коммуникации обеспечивает соединение солнечных батарей с usb-разъемом для зарядки портативных приборов. Система коммуникации включает параллельно расположенные четыре прорези-петли (5), систему проводов (4), проходящую через прорези-петли (5) и соединяющую солнечные батареи (2)

с USB-разъемом (7), клапан-карман (6), служащий для хранения usb-разъема, расположенный с внутренней стороны доньшка фуражки [16].

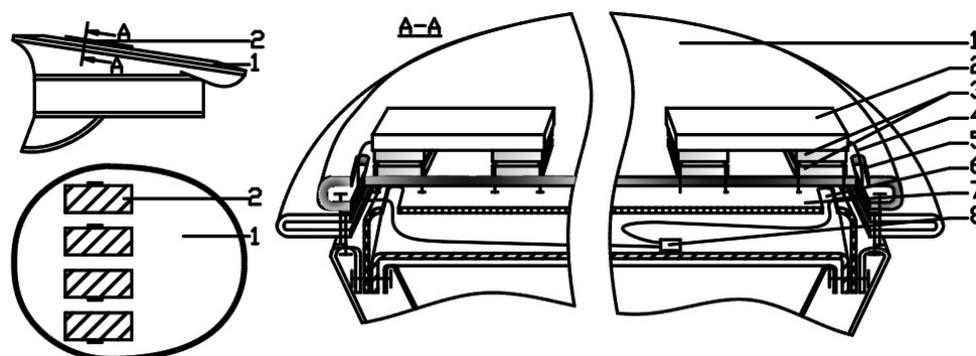


Рис. 8. Схема конструктивного решения фуражки со съемными элементами питания солнечных батарей [16]

Для зарядки портативного устройства провод с usb-разъемом (7) извлекается из клапана-кармана (6), расположенного с внутренней стороны доньшка (1) фуражки, к нему подключается устройство, для которого необходима зарядка. Для поддержания режима бесперебойного пользования портативными электронными устройствами и обеспечения их автономного электропитания на наружной поверхности доньшка (1) фуражки лентами – контактами «велькро» (3) прикреплены съемные элементы питания солнечных батарей (2) (рис. 8).

Вывод. Применение солнечной энергии имеет огромный потенциал для развития. Это удобная и малозатратная технология, использование солнечных батарей не вредит экологии. Известны не только дома, но и целые города, обеспечиваемые энергией солнца. Возможно, скоро и одежда с солнечными батареями будет доступна потребителям. Предлагаемое в статье инновационное конструктивно-технологическое решение головных уборов со встроенными солнечными батареями – это швейные изделия будущего, где реализован принцип аккумуляирования солнечной энергии для использования ее в бытовых целях.

1. Научные исследования и разработки в области конструирования швейных изделий / Е. Г. Андреева, Е. В. Лунина, И. А. Петросова [и др.]. – Москва: Спутник+, 2016. Кн. 1. – 170 с.
2. Систематизация входной информации для проектирования швейных изделий со специальными свойствами / М. А. Гусева, В. В. Гетманцева, Е. Г. Андреева [и др.] // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2018. Т. 10, № 4. С. 112–121.
3. Солнечные панели. – Текст: электронный // LUXAR: [сайт]. – URL: <http://luxar.su/contents.asp?id=1564> (дата обращения: 20.03.2019).

4. Вредны ли солнечные батареи? – Текст: электронный // TCIP.RU: [сайт]. – URL: <https://tcip.ru/blog/solar-panels/vredni-li-solnechnye-batarei.html> (дата обращения: 20.03.2019).
5. Tommy Hilfiger представляет куртки со встроенными солнечными батареями. – Текст: электронный // MensHealth: [сайт]. – URL: <https://mhealth.ru/promotion/tommy-hilfiger-predstavlyaet-kurtki-na-solnechnyx-batareyax/> (дата обращения: 20.03.2019).
6. Одежда будущего. – Текст: электронный // Все о высоких технологиях: [сайт]. – URL: <https://high-tech-technology.ru/548-wearable-solar-razrabatyvaet-odezhdu-budushchego-na-solnechnyh-batareyah-ot-kotoryu-mozhno-podzaryadit-smartfon.html> (дата обращения: 20.03.2019).
7. Solar energy for soldier mobility. – Текст: электронный // Australian National University. RESEARCH SCHOOL OF ELECTRICAL. ENERGY AND MATERIALS ENGINEERING: [сайт]. – URL: <https://eeme.anu.edu.au/research/highlights/solar-energy-soldier-mobility> (дата обращения: 20.03.2019).
8. Созданы сверхтонкие солнечные батареи, которые можно крепить на одежду. – Текст: электронный // NEWS.NTE4.COM: [сайт]. – URL: <https://news.nte4.com/25587-sozdany-sverhtonkie-solnechnye-batarei-kotorye-mozhno-kreplit-na-odezhdu/> (дата обращения: 20.03.2019).
9. Петросова И.А. Подготовка исходной информации и проектирование головных уборов в трёхмерных САПР // Дизайн и технологии. 2013. № 36 (78). С. 42–47.
10. Устройство для определения конструктивных параметров образцов одежды / М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, В.В. Гетманцева [и др.] // Патент на полезную модель RUS 179798 05.12.2017. Заявл. 05.12.2017, опубл. 24.05.2018, бюл. № 15.
11. Инструментарий для высокоточной параметрии швейного изделия / И.Д. Гусев, А.А. Тугова, И.А. Петросова [и др.] // Материалы докладов 51-й междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов: в 2 т. Т. 2. 2018. С. 136–139.
12. Инновационный инструментарий для конструктивного анализа швейных изделий / М.А. Гусева, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева, И.А. Петросова // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, 2018. С. 130–132.
13. Применение трехмерных технологий для проектирования конструкций, изготовления и оценки качества изделий специального назначения / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, А.С. Филимонов [и др.] // Естественные и технические науки. 2018. № 12 (126). С. 412–417.
14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2007613734 Eleandr-конструктор / А.И. Мартынова, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева; правообладатель АНО «Научно-технический центр дизайна и технологий»; заявл 05.07.2007; зарег. 31.08.2007.
15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2007615072 Eleandr-КМ / А.И. Мартынова, Е.Г. Андреева, В.В. Гетманцева; правообладатель АНО «Научно-технический центр дизайна и технологий»; заявл 11.10.2007; зарег. 06.12.2007.
16. Фуражка со съёмными элементами питания / В.В. Гетманцева, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, Д.С. Смирнова, А.А. Крючкова; патент на полезную модель 194 487 RU, заявл. 27.09.2019, опубл. 12.12.2019, бюл. №35.
17. Об описании предметов военной формы одежды военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации: приказ Министра обороны РФ № 700 от 20 октября 2014 г. – Текст: электронный // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и норма-

- тивно-технической документации: [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/553834863> (дата обращения: 20.03.2019).
18. О военной форме одежды, знаках различия военнослужащих и ведомственных знаках отличия (с изм. на 6 сентября 2018 года): указ Президента Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 293. – Текст: электронный // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902202865> (дата обращения: 20.03.2019).
 19. Применение материалов для объемной печати в проектировании швейных изделий / М.А. Гусева, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева [и др.] // Новые материалы и перспективные технологии: сб. стат. Четвертого междисциплинарного научного форума с международным участием, 2018. С. 362–365.
 20. Новоселова А. В. Анализ способов внедрения аддитивных технологий в швейную промышленность // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 2019. С. 146–149.
 21. Верменская В. С. Анализ способов создания формы корсетов в зависимости от их функционального назначения // Социальный инженер-2018: сборник материалов Всероссийской конференции молодых исследователей «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации», 2018. С. 172–175.

Транслитерация

1. Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti konstruirovaniya shvejnyh izdelij / E.G. Andreeva, E. V. Lunina, I. A. Petrosova [i dr.]. – Moskva: Sputnik+, 2016. Kn. 1. – 170 p.
2. Sistematizaciya vhodnoj informacii dlya proektirovaniya shvejnyh izdelij so special'nymi svojstvami / M. A. Guseva, V. V. Getmanceva, E. G. Andreeva [i dr.] // Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa. 2018. T. 10, № 4. P. 112–121.
3. Solnechnye paneli. – Текст: электронный // LUXAR: [сайт]. – URL: <http://luxar.su/contents.asp?id=1564> (дата обращения: 20.03.2019).
4. Vredny li solnechnye batarei? – Текст: электронный // TCIP.RU: [сайт]. – URL: <https://tcip.ru/blog/solar-panels/vredni-li-solnechnye-batarei.html> (дата обращения: 20.03.2019).
5. Tommy Hilfiger predstavlyaet kurtki so vstroennymi solnechnymi batareyami. – Текст: электронный // MensHealth: [сайт]. – URL: <https://mhealth.ru/promotion/tommy-hilfiger-predstavlyaet-kurtki-na-solnechnyx-batareyax/> (дата обращения: 20.03.2019).
6. Odezhda budushchego. – Текст: электронный // Vse o vysokih tekhnologiyah: [сайт]. – URL: <https://high-tech-technology.ru/548-wearable-solar-razrabatyvaet-odezhdu-budushchego-na-solnechnyh-batareyah-ot-kotoroy-mozhno-podzaryadit-smartfon.html> (дата обращения: 20.03.2019).
7. Solar energy for soldier mobility. – Текст: электронный // Australian National University. RESEARCH SCHOOL OF ELECTRICAL. ENERGY AND MATERIALS ENGINEERING: [сайт]. – URL: <https://eeme.anu.edu.au/research/highlights/solar-energy-soldier-mobility> (дата обращения: 20.03.2019).
8. Sozdany sverhtonkie solnechnye batarei, kotorye mozhno krepit' na odezhdu. – Текст: электронный // NEWS.NTE4.COM: [сайт]. – URL: <https://news.nt4.com/25587-sozdany-sverhtonkie-solnechnye-batarei-kotorye-mozhno-krepit-na-odezhdu/> (дата обращения: 20.03.2019).

9. Petrosova I. A. Podgotovka iskhodnoj informacii i proektirovanie golovnyh uborov v tryohmernyh SAPR // Dizajn i tekhnologii. 2013. № 36 (78). P. 42–47.
10. Ustrojstvo dlya opredeleniya konstruktivnyh parametrov obrazcov odezhdy / M.A. Guseva, E. G. Andreeva, V. V. Getmanceva [i dr.] // Patent na poleznuyu model' RUS 179798 05.12.2017. Zayavl. 05.12.2017, opubl. 24.05.2018, byul. № 15.
11. Instrumentarij dlya vysokotochnoj parametrii shvejnogo izdeliya / I. D. Gusev, A.A. Tutova, I. A. Petrosova [i dr.] // Materialy dokladov 51-j mezhdunar. nauch.-tekh. konf. prepodavatelej i studentov: v 2 t. T. 2. 2018. P. 136–139.
12. Innovacionnyj instrumentarij dlya konstruktivnogo analiza shvejnyh izdelij / M.A. Guseva, V.V. Getmanceva, E.G. Andreeva, I. A. Petrosova // Innovacionnye tekhnologii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti, 2018. P. 130–132.
13. Primenenie trekhmernyh tekhnologij dlya proektirovaniya konstrukcij, izgotovle-niya i ocenki kachestva izdelij special'nogo naznacheniya / I.A. Petrosova, E.G. Andreeva, A.S. Filimonov [i dr.] // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2018. № 12 (126). P. 412–417.
14. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2007613734 Eleandr-konstruktor / A. I. Martynova, V. V. Getmanceva, E. G. Andreeva; pravoobladatel' ANO «Nauchno-tekhnicheskij centr dizajna i tekhnologij»; zayavl 05.07.2007; zareg. 31.08.2007.
15. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2007615072 Eleandr-KM / A. I. Martynova, E. G. Andreeva, V. V. Getmanceva; pravoobladatel' ANO «Nauchno-tekhnicheskij centr dizajna i tekhnologij»; zayavl 11.10.2007; zareg. 06.12.2007.
16. Furazhka so s"emnymi elementami pitaniya / V. V. Getmanceva, M. A. Guseva, E. G. Andreeva, D.S. Smirnova, A. A. Kryuchkova; patent na poleznuyu model' 194 487 RU, zayavl. 27.09.2019, opubl. 12.12.2019, byul. №35.
17. Ob opisanii predmetov voennoj formy odezhdy voennosluzhashchih Vooruzhennyh sil Rossijskoj Federacii: prikaz Ministra oborony RF № 700 ot 20 oktyabrya 2014 g. – Tekst: elektronnyj // Konsorcium KODEKS: elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoj dokumentacii: [sajt]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/553834863> (data obrashcheniya: 20.03.2019).
18. O voennoj forme odezhdy, znakah razlichiya voennosluzhashchih i vedomstvennyh znakah otlichiya (s izm. na 6 sentyabrya 2018 goda): ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 11 marta 2010 g. № 293. – Tekst: elektronnyj // Konsorcium KODEKS: elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoj dokumentacii: [sajt]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902202865> (data obrashcheniya: 20.03.2019).
19. Primenenie materialov dlya ob"emnoj pečati v proektirovanii shvejnyh izdelij / M.A. Guseva, V. V. Getmanceva, E. G. Andreeva [i dr.] // Novye materialy i perspektivnye tekhnologii: sb. stat. CHetvertogo mezhdisciplinarnogo nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem, 2018. P. 362–365.
20. Novoselova A. V. Analiz sposobov vnedreniya additivnyh tekhnologij v shvejnyuyu promyshlennost' // Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 2019. P. 146–149.
21. Vermenskaya V. S. Analiz sposobov sozdaniya formy korsetov v zavisimosti ot ih funkcional'nogo naznacheniya // Social'nyj inzhener-2018: sbornik materialov Vserossijskoj konferencii molodyh issledovatelej «Social'no-gumanitarnye problemy obrazovaniya i professional'noj samorealizacii»

© В.В. Гетманцева, 2020

© Е.Г. Андреева, 2020

© М. А. Гусева, 2020

© В. С. Белгородский, 2020

© А. В. Разбродин, 2020

© Д. С. Смирнова, 2020

© А. А. Крючкова, 2020

Для цитирования: Гетманцева В. В., Андреева Е. Г., Гусева М. А., Белгородский В. С., Разбродин А. В., Смирнова Д. С., Крючкова А. А. Анализ технологии использования элементов солнечных батарей в одежде // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2020. Т. 12, № 1. С. 131–144.

For citation: Getmantseva V. V., Andreeva E. G., Guseva M. A., Belgorodsky V. S., Razbrodin A. V., Smirnova D. S., Kryuchkova A. A. Analysis of the technology of using solar cells in clothing, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service*, 2020, Vol. 12, № 1, pp. 131–144.

DOI dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/131-144

Дата поступления: 15.12.2019.