

УДК67.017

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ: РЕТРОСПЕКЦИЯ, ПОНЯТИЕ, КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ

канд. техн. наук, доц. Панкевич Д. К., д-р техн. наук, проф. Буркин А. Н.
Витебский государственный технологический университет
e-mail: dashapan@mail.ru

В статье проанализирована интерпретация понятия «многофункциональный текстильный материал», предложено его определение. Разработана концепция функционального подхода к оценке свойств материалов и основные его принципы. Показаны недостатки существующего подхода к оценке соответствия свойств материалов требованиям. Предложено выделять для материалов конкретного назначения ограниченное число критических функций и исследовать их на обобщенных промежутках области определения, которая представляет собой единое многофакторное пространство влияющих на все критические функции условий эксплуатации - аргументов. При таком подходе показателями свойств являются тензоры, имеющие направление в векторном пространстве влияющих на них эксплуатационных факторов, что однозначно описывает свойства в заданных пределах, ограниченных конкретными условиями эксплуатации, для прогнозирования и оценки качества материалов.

Ключевые слова: текстиль, свойства, функция, аргумент, условия эксплуатации, оценка.

Существенными проблемами, стоящими перед современным обществом, являются нехватка ресурсов и перенаселение при одновременном неконтролируемом избытке производства товаров и накоплении отходов. Значительный процент мирового выпуска одежды не реализуется, а часть реализованной одежды используется не более двух раз. На каждые пять произведенных предметов одежды приходится три, которые попадают на свалку или сжигаются. Многие материалы для одежды имеют очень длительный ресурс, а одежда выходит из моды значительно раньше, чем ресурс материалов, из которых она изготовлена, исчерпается. Процент собираемой для переработки одежды невелик и составляет: 25% в Германии, 15% в США, 12% в Японии и 10% в Китае. Каждый год на мусор-

ные полигоны России вывозится около 2 млн. тонн одежды [1], отходы текстильной и швейной промышленности Беларуси составляют более 100 тысяч тонн ежегодно [2]. Человечеству пора задуматься над тем, что настало время перехода от общества потребления к обществу ответственного использования. В связи с этим актуальным является вопрос прогнозирования и оценки свойств материалов для одежды и рационального их использования, основанного на способности устанавливать, оценивать и заранее задавать уровень соответствия материалов назначению.

Потребительские свойства материалов для одежды принято оценивать с использованием их количественной характеристики – показателей свойств. Номенклатура этих показателей зависит от назначения, струк-

туры и волокнистого состава материалов, регламентируется техническими нормативно-правовыми актами, обеспечивается стандартными методами и средствами определения показателей, и их рекомендуемыми значениями.

Сегодня понимание потребительских свойств материалов для одежды претерпело изменения. Смена модели потребления, развитие способов торговли и коммуникации с потребителем, появление новых высокотехнологичных продуктов, повышение требовательности покупателя и формирование ответственного отношения к потреблению [3] приводят к тому, что каждый покупатель одежды хочет и имеет право точно знать, какие именно функции она гарантированно способна выполнить, как долго и при каких условиях. Теперь наука и производство стремятся описать свойства материалов не застывшими в тисках стандартных методов определения характеристиками, а более информативными способами. Одним из таких способов является описание свойств материалов через описание функций, которые они способны выполнить в изделии. Все чаще в диссертациях [4, 5], научных публикациях [6-13], перечнях приоритетных направлений научных исследований [14, 15] встречается словосочетание «многофункциональные текстильные материалы». Что же это такое, когда появилось это понятие и чем многофункциональный текстиль отличается от обычного?

Объектом исследования является функциональность текстильных материалов как термин и как важная материаловедческая категория, требующая конкретизации и оценки. Методы анализа литературных источников и индукции помогут взглянуть на объект исследования в ретроспективе.

Изначально термин «функциональные материалы» использовался для обозначения новых материалов со сложными схмотехническими функциями. Так, в 1993 году НАН Украины основала журнал с одноименным названием, посвященный проблемам изучения структуры, фазовых превращений и свойств монокристаллов, керамики, композитов, нанокристаллов, аморфных твердых тел, жидких кристаллов, полимеров, тонких пленок и низкоразмерных систем. В рамках заявленного тематического направления понятие «функциональные материалы» было определено как материалы с заданными свойствами.

В 2001 году в Германии впервые увидел свет всемирно известный теперь журнал «Advanced Functional Materials» о прорывных исследованиях во всех областях материаловедения, включая нанотехнологии, химию, физику и биологию. Журнал публикует статьи, посвященные проблемам получения и исследования таких функциональных материалов как жидкие кристаллы, полупроводники, сверхпроводники, оптика, лазеры, сенсоры, пористые материалы, светоизлучающие материалы, магнитные материалы, тонкие пленки и коллоиды. То есть контекст использования термина аналогичный.

В 2013 году коллектив авторов книги «Введение в систематику умных материалов» из НАН Беларуси предложил следующий ряд категорий материалов в порядке усложнения их эксплуатационных функций: простые-многофункциональные-адаптивные-активные-умные [16]. Ученые дают такое определение понятию «многофункциональные материалы»: «...которые выполняют в изделии основную и дополнительные функции» [16]. Они разделяют понятия «многофункциональный» и «ум-

ный» ещё двумя промежуточными категориями, указывая на их существенные отличия.

Впервые в русскоязычной научной литературе, посвященной проектированию одежды, понятие многофункциональности текстильных материалов появляется в конце 1990-х годов. В своей диссертационной работе, написанной под руководством проф. В. А. Першина, Л. А. Осипенко проводит теоретический анализ модели процесса конфекционирования материалов при проектировании и изготовлении одежды различного назначения. Она применяет метод подобия функционирования систем [17] для определения номенклатуры показателей качества материалов одежды различного назначения в соответствии с функцией цели. В этой работе впервые проведена попытка выделить некую функцию материала конкретного назначения и описать уровень ее выполнимости в изделии математически. Предложена оценка свойств материала с помощью понятия системы-эталона, обладающей оптимальным составом и значениями показателей свойств.

Примерно в это же время Л. Алмейда, профессор португальского университета Минью, публикует развернутую статью, посвященную понятию «Функциональные свойства текстиля». В ней он предлагает определить функциональность текстиля как «...все эффекты, выходящие за рамки чисто эстетических и декоративных функций. Они включают в себя широкий спектр свойств, которые в некоторых случаях также могут быть классифицированы как «умные свойства», поскольку придают текстильным материалам способность действовать в соответствии с внешней стимуляцией. Если текстиль выполняет несколько функций, то такой про-

дукт можно назвать многофункциональным текстилем» [18].

Функциональность текстиля становится одной из важных тем для включения в «Европейскую технологическую платформу будущего текстиля и одежды». В 2006 году создается специальная группа под названием «Функционализация текстиля и связанных с ней процессов», а Европейский технический комитет по стандартизации текстиля CEN / TC 248 включает в стратегическую повестку на ближайшее будущее разработку новых методов и средств исследования многофункционального текстиля [18].

Спустя 15 лет осмысления научным сообществом исследователей текстиля и одежды, формируется несколько дополняющих друг друга трактовок понятия «многофункциональный текстильный материал»:

- как «...многослойный текстильный материал, процесс производства которого открывает возможность целенаправленно варьировать свойства создаваемых полотен в очень широких пределах, регулировать их поверхностные и объемные, гигиенические и теплофизические свойства, анизотропию механических свойств» [6]: например, комплексные материалы, состоящие из нескольких соединенных между собой слоев, включающих, кроме текстильных, слои, содержащие функциональные материалы (пленки, сенсоры, керамику, нанокристаллы и т.п.) [6, 7];

- как материал, который «...одновременно удовлетворяет множеству требований, часто взаимно противоречащих друг другу, обладающий многофункциональностью как на поверхности, так и в объеме материала, способностью поглощать, транспортировать и удерживать в своей структуре агрессивную среду и во-

ду, возможностью варьировать в широких пределах физические и механические свойства» [5]: например, текстильные материалы, содержащие мембрану – водонепроницаемые, но при этом паропроницаемые, которые могут быть одновременно еще и растяжимыми, электропроводными, маслоотталкивающими, теплозащитными [5, 13];

- как материал с изменяемым уровнем функциональных свойств, комплементарно поддерживающий здоровье человека, который «...реагирует на изменение параметров окружающей среды и минимизирует последствия вредных воздействий» [4]: например, текстильные материалы с покрытиями, защищающие от различных видов неблагоприятных воздействий – термоогнестойкие, антимикробные, антистатические, масло-водоотталкивающие, кислотостойкие, водонепроницаемые и т.п. [4, 8, 9];

- как материал, который проявляет «...специфические взаимодействия и эффекты самоорганизации в системах полимер/функционализированные (нано)частицы» [12]: например, текстильные материалы, содержащие элементы (отдельные волокна или слои) с фазовыми изменениями, способные в ответ на внешний раздражитель накапливать тепловую энергию, изменять форму или окраску, выполнять контролируемое высвобождение химических веществ, и т.п. [10] – [13].

Таким образом, *многофункциональный текстильный материал – это текстильный материал, который проявляет несколько отличных от эстетических полезных для потребителя функций, набор и механизм действия которых четко определен, заранее задан и поддается измерению.* Началом проявления функ-

ции материала может быть, как момент непосредственного использования материала в составе изделия, так и определенное сочетание внешних условий.

Отсюда следует, что не всякий текстильный материал может быть определен как многофункциональный. А только тот материал, свойства (функции) которого мы научились задавать, а значит измерять и рассматривать применительно к пользователю и условиям эксплуатации.

Этот, казалось бы, простой тезис в корне меняет подход к оценке свойств такого текстильного материала. Если мы заявляем, что получили многофункциональный текстильный материал, то это одновременно означает, что мы в состоянии указать, какой отклик и на какое воздействие является в данном материале полезным функционалом, повышающим его потребительскую ценность. Мы можем четко определить функцию, механизм и условия ее реализации, а также сообщить, какую пользу это принесет человеку. Теперь уже недостаточно, говоря о свойствах материала, объявить, что он обладает водонепроницаемостью 0,2 МПа, измеренной по ГОСТ 413-91, метод Б. Если мы хотим продать водозащитную функцию текстильного материала, необходимо предоставить информацию о том, как будет чувствовать себя человек, одетый в одежду из данного материала, в конкретном диапазоне температур при дожде конкретной интенсивности и конкретных энергозатратах. Иначе мы не можем говорить о функциональности в том контексте, который принят мировым научным сообществом.

Все сказанное выше является предпосылками для разработки нового подхода к оценке свойств материалов. Цель данной работы – разработка

концепции функционального подхода к оценке свойств материалов и основных его принципов.

Концепция функционального подхода к оценке свойств материалов для одежды основана на следующих представлениях.

Если рассматривать определяющую назначение материала характеристику потребительских свойств текстильного материала как функциональную зависимость $Y(x)$, то в качестве зависимой переменной u выступает показатель свойства, изменяющийся по определенному закону в некоторых пределах условий носки, интерпретируемых через независимую переменную x . Назовем эту функцию *критической*.

Часть области определения критической функции, ограниченная диапазоном изменения независимой переменной, всегда интересует потребителя. Например, потребитель хочет и должен знать, как изменится формирующее стоимость продукции свойство с течением времени, после многократных стирок, при изменении температуры, влажности, давления и других условий эксплуатации. При этом условия эксплуатации всегда довольно четко определены. Это означает, что выявлены все аргументы и все значимые для потребителя промежутки области определения функции – назовем их *ограничения по x* . Оговоримся сразу, что переменная x – условное обозначение всех влияющих на показатель свойства факторов (аргументов функции).

Одновременно часть области значений критической функции, желательная для потребителя, находится в пределах необходимого и достаточного диапазона, регламентируемого стандартом, либо установленного на основании опыта – назовем эти значения *частными ограничениями по u* .

Текстильный материал конкретного назначения может быть описан математически через набор частных критических функций, без которых соответствие его назначению невозможно. Каждая из этих функций проявляется в общем ограниченном диапазоне условий эксплуатации (назовем их *обобщенные ограничения по x*), одинаковом для всех функций. Следовательно, оценка потребителем уровня функциональности материала произойдет не по значениям неких предельных параметров (при разрыве, промокании, нарушении структуры, изменении цвета и т.п.), а по степени совпадения обобщенных ограничений по x с промежутками, на которых значения каждой критической функции удовлетворяют частным ограничениям по u .

Очевидно, что совпадение обобщенных ограничений по x с указанными промежутками означает полную удовлетворенность потребителя, независимо от того, насколько широко за пределами заявленного диапазона изменяющихся условий эксплуатации (обобщенных ограничений по x) значения критических функций продолжают удовлетворять заданным (частным ограничениям по u).

Таким образом, набор критических функций, обобщенные ограничения области определения и частные ограничения области значений каждой критической функции, однозначно описывающие ожидания потребителя текстильного материала, являются той «эталонной» системой, сравнение с которой позволяет оценивать уровень свойств многофункционального текстильного материала с позиции его соответствия назначению. Такую оценку правильнее будет назвать не оценкой свойств, а оценкой уровня

функциональности, что более четко и узко определяет ее цель.

В настоящее время оценка уровня функциональности материалов не обеспечена ни методической, ни нормативной, ни приборной базой. Оценка свойств материалов для одежды проводится в обязательном порядке только в рамках системы подтверждения соответствия, поэтому потребитель имеет ограниченную информацию о качестве товара, за которую, тем не менее, платит. Условно назовем это классическим подходом к оценке свойств материалов.

Чтобы показать недостатки классического подхода, рассмотрим способ оценки соответствия материалов для одежды установленным требованиям с позиции нового функционального подхода. В качестве примера можно привести оценку соответствия материала для водонепроницаемой одежды требованиям стандарта ГОСТ Р 57514-2017 «Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия». Функция материала, формирующая его потребительскую ценность, указана в названии стандарта – водонепроницаемость.

В этом случае показатели значимых для потребителя свойств (то есть критические функции) и их нормируемые значения (то есть частные ограничения по u) регламентируются стандартом. Обычно нет информации о том, почему именно данный конкретный показатель выбран в качестве показателя свойства. Также частой практикой является установление нормируемых значений на основании анализа возможностей имеющейся в стране приборной базы. Иногда закрепление за показателем статуса определяющего (аналог критической функции в новом подходе) происходит случайно, в силу различных при-

чин, в числе которых, к большому сожалению, формальный подход к пересмотру или переводу стандартов. Отметим также, что условия носки стандартом не оговариваются, однако опосредованно они в нем закреплены как условия проведения испытаний, регламентируемые стандартом на метод определения показателя. Именно эти условия, но не условия эксплуатации, выступают в классическом подходе как ограничения по x .

Итак, согласно ГОСТ Р 57514-2017, критическими функциями являются:

U_1 – водопаропроницаемость, выраженная в процентах от известного эталона сравнения (вероятно, в качестве эталона сравнения выбран материал наивысшей степени комфортности, чему потребитель должен априори верить, но мы видим, что он даже не водонепроницаемый);

U_2 – водонепроницаемость, выраженная в сантиметрах водяного столба, выдерживаемого материалом без визуально определяемых признаков промокания при заданной скорости нарастания гидростатического давления.

Ограничения по u_1 функции водопаропроницаемости следующие: функция ограничена только снизу (указаны лишь минимальные требования) диапазоном от 45% до 70% в зависимости от кода идентификации продукции (очень спорная интерпретация условий носки).

Ограничения по u_2 функции водонепроницаемости, следующие: функция ограничена только снизу диапазоном от 150 до 600 сантиметров водяного столба в зависимости от кода идентификации продукции.

Ограничения по x указанных функций рассмотрим одновременно и попытаемся сопоставить, ведь в реальности эти функции будут прояв-

ляться материалом в одних и тех же условиях носки. Анализ методов, регламентирующих условия испытаний, позволяет установить, что обе функции исследуются на следующих промежутках общей области определения, содержащей несколько аргументов: время, температура, влажность. Все эти аргументы влияют на степень проявления рассматриваемых критических функций.

По аргументу «время» промежутки невозможно сопоставить: минимальный промежуток времени при определении водонепроницаемости обусловлен скоростью повышения гидростатического давления и составит около 2 минут, либо чуть больше в зависимости от результата испытаний, но точно до 1 часа (исходя из максимально возможной водонепроницаемости текстильных материалов), а при определении водопаропроницаемости – 16 часов. При этом среднее время эксплуатации водонепроницаемой одежды наверняка составляет более 2 минут и менее 16 часов.

По аргументу «температура» – от 18 °С до 22 °С при определении водопаропроницаемости, и от 18 °С до 29 °С при определении водонепроницаемости (в зависимости от выбранного варианта атмосферы испытания). Промежутки не совпадают по верхней границе, значения нижней и верхней границ «не привязаны» к условиям эксплуатации.

По переменной «влажность» – от 60% до 70% при определении водопаропроницаемости и от 45% до 70% при определении водонепроницаемости (в зависимости от выбранного варианта атмосферы испытания). Промежутки не совпадают по нижней границе, значения границ также «не привязаны» к условиям эксплуатации.

Заметно, что рассуждения о границах приводят нас в тупик с точки

зрения функциональности текстильного материала. Мы получаем информацию о том, как проявляется свойство материала при заданных, далеких от условий эксплуатации, параметрах окружающей среды, создаваемых средствами испытаний. А нас интересует совершенно конкретная область определения критических функций в условиях эксплуатации.

Второй недостаток классического подхода к оценке свойств материалов заключается в установленных ограничениях по u и в самом выборе стандартного показателя.

В приведенном примере уровень функциональности материала для водонепроницаемой одежды предлагается оценивать показателем водонепроницаемости (предельным значением гидростатического давления, выдерживаемого материалом без видимых признаков промокания), измеренным на нетронутом материале, после сгибания, после сгибания и старения и после истирания. Как будто учтены наиболее агрессивные воздействия, возникающие в процессе эксплуатации, и информация, полученная таким способом, важна. Но что представляет собой само испытание на водонепроницаемость? По сути испытание моделирует пространственное растяжение зажатого по окружности участка материала и позволяет установить его прочность при продавливании, просто в качестве воздействующего элемента используется не пуансон, а вода под давлением, и предельное значение регистрируется при появлении капель на изнаночной стороне материала. При этом весь процесс имеет мало общего с воздействием воды на материалы для одежды в условиях эксплуатации. Именно поэтому невозможно установить, какое значение водонепроницаемости следует задавать в качестве ограничений

функции по у? Потребитель хочет узнать, промокнет или отсыреет одежда под проливным дождем за 1 час, а ему предлагается информация о том, увидит ли оператор каплю воды на изнаночной стороне материала, если при заданной скорости нарастания гидростатического давления материал будут растягивать на ограниченной площади. В связи с этим соответствие значения 150 см водяного столба минимально допустимому уровню функциональности материала для водонепроницаемой одежды спорно.

Понятно, что такая ситуация возникла по ряду причин, однако системный недостаток состоит в том, что при классическом подходе оценки свойство материала воспринимается как признак, отличающий материалы друг от друга. И признак этот может быть охарактеризован лишь замершей во времени и при определенных условиях величиной, не имеющей направления в пространстве влияющих на нее факторов. При этом существует множество материалов, обладающих одинаковым значением этого признака, измеренным в аналогичных условиях. Показатель свойства в этом случае – скалярная величина. А различие или общность материалов по такому признаку можно констатировать только для данного конкретного сочетания условий измерения. В графической интерпретации – это лишь отдельно взятые точки на графике функции (если она двумерна, что бывает очень редко), а в общем случае показатель свойства при классическом подходе к оценке – это лишь одна точка на поверхности отклика в факторном пространстве многомерной критической функции материала.

Если требуется оценка свойства комплексом показателей, то при классическом подходе каждый из них может быть измерен в различных усло-

виях, а оценка материала по некоторой номенклатуре показателей свойств дает вообще «пеструю» картину, на которой информация об одном и том же материале собрана при различных условиях и не всегда сопоставима. Именно в силу такого подхода к оценке свойств материалов производители одежды часто получают «кота в мешке». Неизвестно, как поведет себя каждый конкретный артикул материала в конкретных условиях носки, ведь его в этих условиях даже не тестируют.

При использовании нового подхода к оценке уровня функциональности материалов для одежды свойство – это категория, которая отражает полезный для потребителя отклик материала на внешнее воздействие. Отклик этот может быть охарактеризован функциональной зависимостью, описывающей влияние условий эксплуатации на степень проявления материалом полезности. Показатель свойства в общем случае – тензор. Он имеет направление в векторном пространстве влияющих на него аргументов, то есть учитывает множество эксплуатационных факторов. Этот показатель является индивидуальным для каждого конкретного артикула материала и поэтому, в отличие от показателя свойства в классическом подходе, однозначно описывает свойство в заданных пределах области определения функции. Эта однозначность позволяет использовать такой показатель в качестве ориентира при прогнозировании свойств материала и разработке материалов с заданными свойствами. Эта однозначность позволяет правильно интерпретировать значения показателя для оптимизации процесса конфекционирования и выбора конструкции и технологии изготовления одежды. Она же является залогом адекватной оценки свойств

материала по некоторой номенклатуре критических функций.

Принципы нового подхода к оценке функциональности материалов для одежды:

1. Оптимизация состава и количества критических функций:

-критические функции не должны быть взаимозависимыми;

-количество критических функций должно быть минимальным;

-набор критических функций и их физический смысл должны быть обоснованы анализом условий эксплуатации материала.

2. Согласованность ограничений по аргументам и функциям между собой и с целью исследования:

-в рамках одного исследования количество аргументов всех критических функций должно быть минимальным, при этом предпочтение нужно отдавать аргументам, влияющим на большее число критических функций;

-диапазон изменения одноименных аргументов должен быть одинаковым для формирования обобщенных ограничений по x (возможны частные ограничения по x для некоторых критических функций в случае независимости остальных критических функций от данного аргумента);

-ограничения по x следует устанавливать исходя из условий технологического процесса изготовления и эксплуатации изделия;

-частные ограничения по y каждой отдельно взятой критической функции необходимо устанавливать, используя все возможные источники информации и руководствуясь физическим смыслом показателя. Ограничения по y всех критических функций одного материала не должны противоречить друг другу;

- в качестве аргументов функции следует выявлять наиболее значимые

в соответствии с целью исследования (для потребителя одежды это будут одни аргументы, тогда целью исследования будет оценка уровня функциональности, а для производителя текстиля, возможно, другие, тогда целью исследования будет прогнозирование свойств).

3. Соответствие испытательного оборудования:

-испытательное оборудование должно быть способным обеспечить исследование частных критических функций в диапазоне ограничений по x всех аргументов. Это означает, что обобщенные ограничения по x должны быть реализованы при исследовании всех частных критических функций именно так, как в реальных условиях эксплуатации, то есть не последовательно, а в комплексе, если в реальных условиях эксплуатации они воздействуют на материал комплексно;

-адекватное испытательное оборудование должно позволять моделировать воздействия, максимально близкие к реальным условиям носки.

Достоинствами нового подхода к оценке функциональности материалов для одежды являются следующие позиции:

-возможность четкой идентификации функций материалов и влияющих на них факторов;

-ориентированность на запрос потребителя, создание принципиальной возможности коммуникации между потребителем и производителем;

-возможность систематизации знаний о свойствах новых многофункциональных текстильных материалов для одежды;

-создание предпосылок для реализации принципов ответственного использования природных ресурсов.

Список литературы

1. **Herrmann, S.** A new textiles economy: Redesigning fashion's future [Text] / S. Herrmann [et al]. – Ellen MacArthur Foundation, 2017.– 150 p.
2. **Зими́на, Е. Л.** Технологические и теоретические основы получения материалов с использованием текстильных отходов: монография [Текст] / Е. Л. Зими́на, А. Г. Коган, В. И. Ольшанский – Витебск: УО «ВГТУ», 2019.– 230 с.
3. **Шайтанова, М. М.** Современное понимание комплекса потребительских свойств одежды [Текст] / М. М. Шайтанова // Костюмология. – 2022. – Том 7, №1. – URL: [https:// kostumologiya.ru/PDF/03TLKL122.pdf](https://kostumologiya.ru/PDF/03TLKL122.pdf).
4. **Колесников, Н. В.** Исследование свойств и выбор оптимальных структур функциональных трикотажных полотен бельевого назначения [Текст] : дис. ... канд. техн. Наук: 05.19.01/ Моск. гос. текст. ун-т им. А.Н. Косыгина – Москва, 2012. – 199 с.
5. **Хамматова, Э. А.** Регулирование свойств многофункциональных текстильных и пленочных материалов для улучшения эксплуатационных показателей защитных швейных изделий специального назначения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01/ Казан. нац. исслед. технол. ун-т – Казань, 2013. – 209 с.
6. **Усманова, Э. Д.** Способы получения многофункциональных текстильных материалов с различными полимерными покрытиями [Текст] / Э. Д. Усманова, И. В. Усманов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №7.– С.91–92.
7. **Dolez, P. I.** Fibers and textiles for personal protective equipment: review of recent progress and perspectives on future developments [Text] / P. I. Dolez, S. Marsha, R. H. McQueen // Textiles. – 2022. – Vol.2.– P.349–381.
8. **Ramkumar, S.** Fabrics go multifunctional [Electronic resource]. – Access mode: <https://advancedtextilesource.com/2017/08/21/fabrics-go-multi-functional/>, free.
9. **Джанпаизова, В. М.** Многофункциональные перевязочные материалы с антимикробной отделкой и их применение в медицине [Текст] / В. М. Джанпаизова, Р. С.Ташменов, Ж. С. Токсанбаева, Г. Ш. Аширбекова, Н. Н. Толганбек // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 6. – С. 113-117.
10. **Jaо, Y.** Multifunctional textile for energy harvesting and self-powered sensing applications / Y. Jaо, T. Chang, Z. Lin // ECS Trans, 2017. [Electronic resource]. – Access mode: <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/07707.0047ecst>, free.
11. **Ehrman, A.** Nanosensors and nanodevices for smart multifunctional textiles [Text] / A. Ehrman, T. Nguyen, P. Nguyen-Tri – Elsevier, 2020.– 390 p.
12. **Безбородов, В. С.** Современные направления развития многофункциональных материалов: анизотропия, самоорганизующиеся системы, супрамолекулярная химия [Текст] / В. С. Безбородов, С. Г. Михаленок, Н. М. Кузьменок // Технология органических веществ: материалы докладов 83-й науч.-техн. конф., Минск, 4-15 февраля 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 13.
13. **Кричевский, Г. Е.** Нано, био, инфо, когно, социо (NBICS) – технологии для Мира и Войны [Текст] / Г. Е. Кричевский – Lambert Academic Publishing, 2017.– 644 с.
14. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы: указ Президента РБ от 07.05.2020 № 156.

15. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы), утвержд. распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р.

16. **Пинчук, Л. С.** Введение в систематику умных материалов [Текст] / Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, С. В. Шилько, А. С. Неверов. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 399 с.

17. **Осипенко, Л. А.** Разработка и исследование научно обоснованной методики конфекционирования материалов для одежды различного назначения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01/ Моск. гос. ун-т сервиса – Москва, 2004. – 145 с.

18. **Almeida, L.** Functionalisation of textiles - future perspectives [Electronic resource]. - Access mode: <https://technicaltextile.net/articles/functionalisation-of-textiles>, free.

**FUNCTIONALITY OF MATERIALS FOR CLOTHING: RETROSPECTION,
DEFINITION, CONCEPT OF EVALUATION**

Pankevich D.K., Burkin A.N.
Vitebsk State Technological University
e-mail: dashapan@mail.ru

The article analyzes the interpretation of the term "multifunctional textile material" in various sources and proposes its definition. The concept of functional approach to the evaluation of material properties is developed and its basic principles are stated. The disadvantages of the existing approach to assessment of compliance of materials properties with the requirements are shown. It is proposed to allocate a limited number of critical functions for specific purpose materials and to investigate them on generalized intervals of definition area, which is a single multifactor space of arguments influencing on all critical functions of operating conditions. In this approach, the properties indicators are tensors having a direction in the vector space of operating factors influencing them, which unambiguously describes the properties within the given limits outlined by specific operating conditions for prediction and evaluation of materials quality.

Key words: textile, properties, function, argument, exploitation conditions, evaluation.