

УДК 677.025
DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_218

**КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
УСТОЙЧИВОГО ДИЗАЙНА ТРИКОТАЖА В РЕАЛИЯХ ИНДУСТРИИ 4.0**

**KEY DIRECTIONS OF DEVELOPMENT
OF SUSTAINABLE KNITWEAR DESIGN IN THE REALITIES OF INDUSTRY 4.0**

Е.М. ЕРМОЛАЕВА, Н.Ю. МИТРОФАНОВА

E.M. ERMOLAEVA, N.YU. MITROFANOVA

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail: Trik@sutd.ru

В работе выявлены актуальные тенденции развития трикотажной отрасли в реалиях Индустрии 4.0. Обозначены основные направления движения устойчивого дизайна трикотажа, необходимые для реализации дизайн-проектов в условиях новой научно-технической революции: "интеллектуальное вязание" (вязание по контуру, бесшовный способ изготовления изделий и цифровое проектирование); цифровая мода (3D-визуализация трикотажа, "вязание по требованию" и онлайн кастомизация). Рассмотрены вопросы сырьевого состава пряжи. Приведены примеры применения информа-

ционных и технологических инноваций в различных аспектах рассматриваемой темы. Сделаны следующие выводы: Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) направлена на преобразование традиционных отраслей в интеллектуальные за счет внедрения инновационных технологий и цифровизации. Это приводит к развитию технологической составляющей в трикотажном производстве и отражается на деятельности дизайнера-проектировщика. Возможности "интеллектуального вязания" позволяют сокращать временные и материальные ресурсы на изготовление продукта при наименьшем уроне экологии. Цифровая мода помогает создавать новые устойчивые концепции разного уровня значимости. Ускоренные процессы производства трикотажа должны быть сбалансированы с точки зрения ответственного потребления. Выделены два основных актуальных направления в сырьевой области трикотажного производства: поиск новых природных источников и рециклинг отходов.

The paper identifies current trends in the development of the knitting industry in the realities of Industry 4.0. The main directions of the movement of sustainable knitwear design necessary for the implementation of design projects in the conditions of a new scientific and technical revolution are identified: "intelligent knitting" (knitting along the contour, seamless method of manufacturing products and digital design); digital fashion (3D visualization of knitwear, "knitting on demand" and online customization). The issues of the raw material composition of yarn are considered. Examples of the application of information and technological innovations in various aspects of the topic under consideration are given. The following conclusions are made: The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) is aimed at transforming traditional industries into intellectual ones through the introduction of innovative technologies and digitalization. This leads to the development of the technological component in knitting production and affects the activities of the designer-designer. The possibilities of "intelligent knitting" allow you to reduce the time and material resources for the manufacture of a product with the least damage to the environment. Digital fashion helps to create new sustainable concepts of different levels of significance. Accelerated knitwear production processes must be balanced in terms of responsible consumption. Two main topical directions in the raw materials field of knitting production are identified: the search for new natural sources and waste recycling.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, устойчивое развитие, дизайн трикотажа, 3D-вязание, цифровая мода, мода по требованию, вязание по требованию, медленная мода, кастомизация, инновационная пряжа.

Keywords: Industry 4.0, sustainable development, knitwear design, 3D knitting, digital fashion, fashion on demand, knitting on demand, slow fashion, customization, innovative yarn.

Введение

Современный дизайн трикотажа, как и другие сферы промышленного мира, переживает трансформацию и адаптируется к условиям Индустрии 4.0. Четвертая промышленная революция, идея которой была сформулирована лишь десятилетие назад,

уверенно наступает и вносит коррективы в разные области человеческой деятельности, суть которых нарастает смыслами в настоящее время. Очевидным является формирование некоторых принципиально важных тенденций новой промышленной революции. Одна из них – устойчивое

развитие (УР), в которой отражена концепция экологической стабильности [1...**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Текстильная промышленность и трикотажная отрасль, как ее составная часть, оказывают значительное негативное воздействие на экологическую ситуацию в мире. Современные производства, отвечающие требованиям УР, ориентированы на сокращение энергозатрат и водопотребления, применение материалов с минимальным углеродным следом, повторное использование и переработку одежды в рамках "циркулярной экономики", улучшение условий труда рабочих на предприятиях и др. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Современная трикотажная отрасль имеет свои особенности. Сам процесс создания продукта здесь отвечает идее экономичности и рациональности: изделие и полотно на трикотажном производстве создаются параллельно, что позволяет сократить количество отходов при их разработке. Однако существуют проблемы, которые требуют внимания.

Важная роль в контексте концепции УР отводится дизайнеру. Художник-трикотажник на современном производстве задействован во всех стадиях процесса создания вязаного продукта. Сегодня решение вопросов оптимизации производственных, логистических и маркетинговых процессов невозможно без совершенствования дизайн-проектирования. На всех стадиях работы специалиста внедрены системы новейших информационных технологий. От степени профессиональной компетентности дизайнера, точного понимания цели и умения системно решать задачи в реалиях Индустрии 4.0 во многом зависит успешность развития отрасли. В связи с новыми требованиями времени имеет смысл проанализировать ситуацию в трикотажной отрасли и определиться с главными тенденциями ее развития в контексте концепции УР. Наиболее актуальным вопросом является выявление основных сфер трикотажной индустрии, к которым уже приложены усилия художников-дизайнеров, и тех областей, которые будут занимать их в ближайшем будущем. Результаты исследова-

ния позволят объективно оценить потенциал современных специалистов и помогут скорректировать программы обучения в вузах.

Для выполнения поставленной задачи необходимо было проанализировать современное положение дел в отрасли на основании работы ведущих форумов текстильной и модной индустрии. Проанализировать основные тенденции в контексте концепции УР стало возможным благодаря группе интернет-источников, официальных сайтов выставочных проектов и ведущих предприятий отрасли. Многие форумы выпускают собственные журналы трендов, руководства, предвосхищающие тенденции предстоящего сезона, связанные не только с эстетикой, но и технологическими новшествами. Отдельные форумы имеют собственные исследовательские научные лаборатории и подробно освещают их деятельность на сайтах. Важна также информация о концептуальных коллаборациях предприятий с производителями одежды и целях их взаимодействия. Пласт источников раскрывает вопросы главной темы Индустрии 4.0. Это исследовательские статьи последних лет изданий экономистов, политологов, социологов, экологов, дающих общую оценку ситуации в мире в условиях Индустрии 4.0 [1...7]. Многие исследователи концентрируются на важнейших проблемах устойчивого развития в текстильной отрасли и уделяют внимание взаимодействию моды с современной индустрией [8...22]. Для нас принципиально важно, что за рамками интересов специалистов остаются вопросы эволюции трикотажной отрасли и дизайн-проектирования, в то время как их значимость не подлежит сомнению. Настоящее исследование представляет собой попытку ликвидировать существующую лагуну. Авторы проанализировали и обобщили современный срез ситуации в отрасли и предложили главные направления для развития дизайн-проектирования трикотажных изделий в условиях Индустрии 4.0.

В связи с этим главной целью исследования стало: в общеотраслевом контексте определить основные тенденции развития трикотажной отрасли с выявлением новых

задач, возникающих перед ней. В рамках поставленной цели были рассмотрены следующие вопросы:

- проанализирована деятельность ведущих отраслевых форумов с точки зрения выявления и обозначения главных современных тенденций трикотажной отрасли в условиях УР;

- определены основные направления развития отрасли в контексте концепции УР;

- сделана попытка сформулировать новые понятия, помогающие раскрыть суть процессов на пути развития устойчивого дизайна трикотажа;

- проведена аналитическая работа с привлечением примеров современных творческих коллабораций по раскрытию идей рассматриваемых аспектов УР.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является проблема трансформации и адаптации трикотажной отрасли в условиях Индустрии 4.0. В процессе ее изучения использовались теоретические и эмпирические методы исследования. Они базировались на анализе современных данных, включающих научные статьи, посвященные проблематике Индустрии 4.0 и актуальную информацию с официальных сайтов трикотажных предприятий и крупных международных текстильных форумов.

Основные тенденции развития отрасли находят отражение в работе современных текстильных выставок. Наиболее значимыми специализированными проектами с сильной трикотажной составляющей являются Pitti Imagine (Италия, существуют с 1940г.) [13], Premiere Vision (Франция, существует с 1973 г.) [14], Spinexpo (Китай, США с 2000-х гг.) [15], Milano Unica (Италия. Существует с 2005г) [16]. Работа форумов дает представление об общей ситуации в отрасли, обозначает основную проблематику и предлагает решения разного уровня: от оптимизации производства вязального и сопутствующего оборудования до разработки нового экологического сырья для пряжи. На выставках традиционно заостряется внимание на проблемах сохранения окружающей среды и природных ресурсов, обсуждаются вопросы сбалансированного

гармоничного развития отрасли. Каждый форум организует и проводит проекты, посвященные устойчивому развитию и многогранным аспектам этого процесса: обсуждается экологичность продуктов, прослеживается цепочка поставок органического сырья, затрагиваются вопросы утилизации отходов и т.д. Так, в 2019 г. Pitti Imagine Filati запустили проект Sustainable, полностью посвященный этой проблеме [17], [18]. А в 2021 г. Pitti Imagine Uomo провели очередную выставку "зеленой" мужской моды [19].

Устойчивое развитие и новые технологии – часть стратегии Premiere Vision. Эти два вопроса уже несколько лет являются ключевыми для форума. В 2015 г. здесь была запущена исследовательская и информационная платформа Smart Creation, созданная для продвижения экологически ответственных подходов экспонентов Premiere Vision. В 2017 г. появилась лаборатория Wearable Lab, которая ориентирована на инновации, вызванные появлением новых технологий и цифровизацией для создания интеллектуальной моды. Таким образом, Premiere Vision отвечает не только на вопросы экологической ответственности моды сегодняшнего дня, но и на технологические инновации моды завтрашнего [14].

Активно и системно занимается проблемами экологии и Milano Unica. С 2020 г. на выставке впервые Проект устойчивого развития MU Sustainability интегрирован в креативную зону Tendenze, что акцентировало взаимосвязь творческой составляющей форума с центром инновационных исследований.

Кроме общих индустриальных тенденций, работа форумов отражает изменения в области стратегии коммуникаций, где большую роль играет цифровизация. События последних лет привели к изменению потребительских привычек общества, что стало своеобразным триггером для выстраивания новых векторов развития компаний и создания новых коммуникационных стратегий, которые бы вызвали доверие клиентов и улавливали их потребности. Организаторы проектов пошли на создание цифровых платформ и дополнительных каналов электронной коммерции, что расширило

возможности бизнеса и предложило новые инструменты для работы. Так, например, одно из главных нововведений Milano Unica – "...возможность экспонентам использовать виртуальный выставочный зал с разным уровнем доступа. Покупатели могут запрашивать у экспонентов доступ к резервированному разделу их каталога, просматривать продукты, сохранять те, которые им интересны, и запрашивать образцы, тем самым укрепляя международный бизнес" [21].

Другой особенностью форумов является их быстрая реакция на социальный запрос, что отражается, например, в варьировании событийной программы. Так, Premiere Vision в 2020 г. в дополнение к ведущему событию ввела мероприятия по оказанию профессиональной помощи в разработке продукта представителям отрасли, в выставочном проекте соединила тех, кто занят в джинсовой моде, поспособствовала продвижению региональных производителей Франции, уделила внимание предприятиям, специализирующимся на спортивных материалах и спортивной одежде, наконец, провела первый показ Première Vision Shenzhen в центре Азии (г. Шэньчжень). Это новое мероприятие впервые в рамках Première Vision объединило азиатских и европейских поставщиков. Похожая задача стояла перед организаторами проекта Spinexpo в 2002 г. Их первая выставка была организована как партнерский проект (США и Китай), который оправдал себя и продолжает вовлекать новых участников текстильной отрасли [20].

Таким образом, текстильные форумы, демонстрируя срез современного положения дел в отрасли, отражают спектр специфических тенденций: быстрая реакция на социальный запрос, изменение потребительских привычек, интерес к ответственному и сознательному потреблению, укоренившиеся тенденции устойчивого развития, создание новых коммуникационных стратегий, популярность цифровых технологий и их дальнейшее развитие. Знаковой стала позиция Milano Unica относительно связи дизайна и концепции УР: "Milano Unica создала проект устойчивого развития

именно для того, чтобы продвигать и повышать ценность компаний, следующих по этому пути, и, прежде всего, для конкретной демонстрации того, что ценности устойчивого развития больше не должны рассматриваться отдельно от творчества и стиля, а являются одним и тем же... Видение, опережающее свое время, которое оказалось пророческим для направления, в котором движутся индустрия моды и требования рынка" [22].

Новые тенденции в отрасли влекут за собой изменения в дизайнерской сфере [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Современное дизайн-проектирование, отвечая контексту времени, ставит перед собой новые задачи. На рис. 1 представлена схема основных направлений развития устойчивого дизайна трикотажа, выявленных и предлагаемых для обсуждения. С целью максимального устранения негативного воздействия на окружающую среду предлагается рассмотреть четыре основных тенденции устойчивого дизайна. Каждое представляет собой содержательную инновацию, способную выстроить длительный динамичный баланс между экономикой и экологией, производством и потребителем, пользователем и объектом. Прежде чем их рассматривать, определим ключевые понятия, в рамках данного исследования.



Рис. 1

Интеллектуальное вязание

Этот термин заимствован у одного из лидеров в области производства вязального оборудования и программных продуктов для трикотажного производства – Stoll [23].

Так компания называет свой подход к комплексной разработке бизнес-процесса в трикотажной отрасли. В данной работе под понятием "интеллектуальное вязание" мы имеем в виду совокупность современных цифровых разработок для этичного производства трикотажа. Мы выделили следующие технологии: регулярное вязание, 3D-вязание и цифровое проектирование. В контексте Индустрии 4.0 все они предполагают использование специализированного программного обеспечения (ПО).

Регулярное вязание – получение деталей трикотажной модели с заданным контуром, не требующие дополнительного кроя. Этот способ предполагает использование только того количества пряжи, которое необходимо для выпуска одного экземпляра. При этом все детали изделия вывязываются отдельно и затем собираются в единое целое на другом специальном оборудовании. Таким образом можно обеспечить нулевые отходы производства.

3D-вязание – технология изготовления трикотажного изделия без швов. Использование цифровой производственной технологии бесшовного вязания обеспечивает значительное преимущество в области устойчивого развития. С позиции производства данный метод сокращает отходы материалов (поскольку так же, как и в предыдущем случае, для одного изделия расходуется нужное количество пряжи) и не требует дополнительных швейных операций. При этом возможности дизайнера здесь практически не ограничены [24], [25].

Цифровое проектирование – программные продукты, разработанные для оптимизации производственных процессов вязания. Они позволяют системно вести художественно-техническую разработку: создавать контур изделия, выбирать и программировать различные способы вязания, осуществлять виртуальную проверку наличия ошибок в программе вязания, получать визуальное трехмерное изображение структуры полотна и изделия. В настоящее время существуют различные подходы к дизайну проектированию трикотажа [27], [28], однако в контексте УР актуальнее способ с использованием цифровых продуктов,

потому что он в большей степени экономит сырьевые ресурсы на этапе моделирования изделий.

Цифровая мода (ЦМ)

Это визуальное представление одежды, созданное с использованием компьютерных технологий и 3D-программного обеспечения.

- ЦМ также подразумевает взаимодействие между цифровыми технологиями и модой. Информационно - коммуникационные технологии (ИКТ) глубоко интегрированы как в индустрию моды, так и в среду общения с клиентами [10]. Такое взаимодействие происходит на трех основных уровнях:

- ИКТ используются для разработки и производства модной продукции. В трикотажной отрасли это реализуется с помощью 3D визуализации;

- ИКТ влияют на маркетинг, дистрибуцию и продажи. В рассматриваемом случае это нашло воплощение в "вязании по требованию";

- ИКТ широко используются в коммуникационной деятельности со всеми соответствующими заинтересованными сторонами и способствуют совместному созданию мира моды – онлайн кастомизация.

Рассмотрим отдельно каждый из уровней:

3D-визуализация трикотажа – процесс создания трехмерного изображения структуры полотна и/или модели. В ПО, предлагаемых Stoll by Karl Mayer и Shima Seiki [23], [26], результатом работы является получение реалистичного образа будущего изделия, лекал и готового для вязания программного решения. Цифровая модель дает возможность оценить все компоненты успешной художественно-технологической реализации идеи до ее воплощения в материале. Кроме этого, прототипы изделий могут быть представлены в виртуальном демонстрационном зале в киберпространстве, заменяя каталоги с фотосессией.

Понятие "вязание по требованию" появилось в начале 2000-х гг. Так обозначался исследовательский проект в шведской школе текстиля, направленный на сокращение отходов сырья и остатков изделий на складах, повышение коэффициента про-

даж, а также уровня обслуживания [11]. В настоящее время термин широко используется во всем мире, характеризуя стратегию производства трикотажа и взаимодействия с клиентом. Основная идея "вязания по требованию" в том, что производитель ориентируется в большей степени на потребности заказчика, адаптируя под это свои ресурсы. Клиент может заказать одежду с индивидуальным стилем, цветом, размером и другими личными предпочтениями [12]. Современное программное обеспечение (ПО) для вязальных машин позволяет без особых усилий вносить изменения в разработанные программы. Эта особенность привела к новому виду взаимодействия между производителем и потребителем. Концепция "вязания по требованию" интересна с позиции минимизации запасов на складах и быстрого реагирования на запросы клиентов. При этом создается единое дизайнерское решение, которое адаптируется под заказчика.

Онлайн кастомизация – новая виртуальная реальность, воплощающая идею "примерки онлайн" с возможностью внесения изменений в модель. Такая опция появилась благодаря 3D-моделированию в сочетании с "вязанием по требованию". Данный подход позволяет значительно сокращать материальные потери из-за неудачных прототипов, одновременно открывая двери для новых устойчивых концепций.

Медленная мода (ММ)

Выражение ММ было предложено в 2007 г. Кэйт Флетчер [29] в статье, опубликованной в журнале "Эколог", где она сравнила индустрию эко/устойчивой/этичной моды с движением за медленную еду. За последние десятилетия термин ММ прочно вошел в модную индустрию, обозначая широкий спектр этичных или экологических практик, способствующих экономическому росту и ориентированных на обеспечение потребителей необходимой продукцией [29].

Умное сырье

В легкой промышленности важное место занимает производство новых устойчивых материалов и пряжи для вязания. Текстильные компании создают интеллекту-

альные нити на натуральной основе и/или переработанном сырье, которые составляют новый свод экологических ценностей. Биоразлагаемость, замкнутое производство, устойчивые полиэфиры, органическое сельское хозяйство, сертифицированные красители, шумовое загрязнение и углеродный след – основные вопросы, которые тревожат ответственных производителей.

Результаты и обсуждение

Интеллектуальное вязание

Многие крупные текстильные компании успешно используют технологии интеллектуального вязания. Ответственные производители строят маркетинговые кампании, основываясь на этой идее [30].

В сегменте одежды изделия, вывязанные по контуру и без швов, стали обыденным явлением. Компании вкладывают ресурсы для создания коллекций на базе данных технологий. Японский бренд Uniclo, прославившийся производством базовых моделей одежды, выполненных из качественного и инновационного материала, продвигает не только трикотаж, вывязанный по контуру, но и линейку 3D-изделий (рис. 2-а). Изготавливается одежда на оборудовании одного из ведущих производителей плосковязальных автоматов Shima Seiki [31].

Всемирно известный бренд спортивной одежды Nike в 2011 г. представил новую технологию изготовления кроссовок – Flyknit (рис. 2-б), благодаря которой в процессе производства на 60% сокращаются отходы по сравнению с традиционными методами кроя и шитья. С 2012 - 2016 гг. этот подход позволил сократить отходы почти на 1500 тонн [32].



Рис. 2

Цифровая мода (ЦМ)

В условиях пандемии COVID-19 мода вошла в число отраслей, которые были вынуждены адаптировать свои коммерческие и творческие стратегии под меры социального дистанцирования [33]. Вследствие этого использование цифрового канала взаимодействия с потребителем возросло и в некоторые периоды стало единственным способом преодоления физических барьеров [35]. По мнению одного из крупнейших мировых трендовых агентств – WGSN, тенденция использования цифрового пространства в моде будет преобладать в ближайшие годы [35].

"Диджитал" костюм уверенно завоевывает киберпространство. Сетевые игры стали повседневным вариантом досуга для молодых пользователей. VR/AR-технологии становятся все популярнее. Их разработчики не оставляют попыток усилить эффект присутствия. В отдельное направление выделились игры, главная идея которых – получение новых элементов внешнего вида для героя. Популярность социальных сетей и развитие технологий обработки изображений и видео привели к распространению ЦМ за пределами игрового сообщества. Так, крупные мировые марки одежды предлагают свои коллекции посредством виртуальных онлайн-показов. Versace, Louis Vuitton, Balenciaga, Gucci и Burberry используют этот прием для представления своей продукции и распространения цифровых модных товаров. Фонд Sarabande, созданный Alexander McQueen, представил Auoroboros – линию одежды откупор только в виртуальном исполнении [36], [3].



Рис. 3

Помимо этого появляются онлайн платформы, предлагающие примерить разные образы. Так, на сайтах Replicant [37] и Tribute-brand [38] встречаются в том числе изделия из трикотажа (рис. 3 – примеры цифровой одежды из трикотажа: а) – свитер сайта Replicant; б) – костюм в спортивном стиле, представленный на Tribute-brand).

3D-визуализация. Текстильная промышленность и индустрия моды процветают благодаря свежим, творческим идеям и их быстрой реализации. Короткие рабочие процессы от проектирования до выхода на рынок обеспечивают быструю разработку продукта и могут быть дополнительно сокращены за счет возможностей оцифровки [39].

В настоящее время уделяется большое внимание разработкам в области визуализации изделий из различных материалов. В данном исследовании делаем акцент на ПО K.innovation CREATE [23] и APEX Fiz [26], предлагаемых двумя производителями-конкурентами плосковязального оборудования Stoll by Karl Mayer и Shima Seyki. Представленные цифровые продукты создают качественную визуализацию, при этом выходные данные проекта содержат необходимую техническую информацию и могут быть использованы в качестве основы для программирования. Рис. 4 – 3D-моделирование: а) – пример визуализации Stoll by Karl Mayer; б) – пример визуализации Shima Seyki. Надо отметить, что существует достаточное количество цифровых платформ, позволяющих получить виртуальное изображение изделия, но без возможности ее дальнейшей автоматизированной реализации в материале [18], [40...43].



Рис. 4

Данные разработки перестраивают цепочку поставок от планирования и проектирования до получения виртуального

образца, связи с производством и электронной коммерцией.

"Вязание по требованию". Вязальная технология в период Индустрии 4.0 адаптирована для проектирования уникальных изделий. Трикотажная технология является оптимальной для быстрого реагирования на изменение потребительских запросов. Многие производители вязаной продукции за последнее десятилетие осознали значимость индивидуального предложения и смогли перейти от массового продукта к штучному. При этом в некоторых случаях было достаточно понять необходимость индивидуализации моделей и перестроить алгоритмы работы, а современное оборудование для вязания уже позволяло это сделать [44], [11]. Так, например, машины ведущих производителей плосковязальных автоматов Stoll и Shima Seyki еще в начале 2000-х гг. предоставляли возможность вносить изменения в программу вязания.

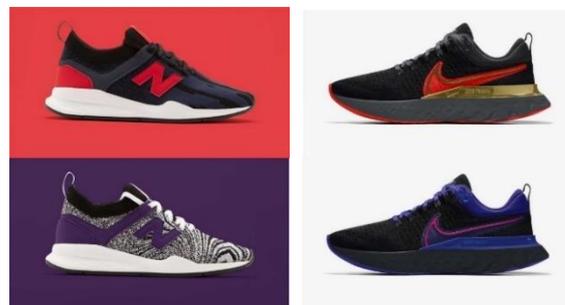
В настоящий момент различные отечественные и зарубежные производства предлагают гибкие условия заказа вязаных изделий (рис. 5 – "вязание по требованию": а) – Morozov.Atelier, Россия; б) – WORTH Partnership Project, Нидерланды) [30], [45], [46]. Клиент может указывать свои индивидуальные размерные данные, выбирать цвет, а в некоторых случаях менять рисунок [47], [44].



а) б)
Рис. 5

Онлайн кастомизация. Возможности 3D-визуализации открыли путь для новых устойчивых решений, например, индивидуализации продукта. Бренд спортивной одежды New Balance и ведущая компания по разработке ПО для модной индустрии

Unmade объединили свои ресурсы, чтобы сформировать новое предложение потребителю: проектировать свое собственное трикотажное верхнее покрытие обуви с возможностью выбора графики, цвета и текста в киберпространстве (рис. 6-а) [49]. Такую же опцию реализовала на своем сайте компания Nike (рис. 6-б) [32].



а) б)

Рис. 6

По мнению разработчиков, кастомизация в большой степени пролонгирует жизненный цикл изделий.

Медленная мода

Технологические новации в отрасли ускоряют все процессы, начиная от поиска идеи до получения готового продукта заказчиком, и стимулирует производителей выпускать больше изделий. Цифровые копии моделей экономят сырье для образцов, но при этом ускоренные темпы выпуска продукции ведут к перепроизводству и огромным остаткам одежды на складах.

Вопросы этичного производства становятся, как никогда ранее, актуальны. Так, Филипп Старк совместно с шотландской компанией Ballantyne, известной своей работой в области кашемирового трикотажа, создали проект "S + TARCK WITH BALLANTYNE" (2009 г.). Результатом объединенных усилий стала коллекция "умного кашемира". Она возникла в противовес "быстрой моде" и основана на эргономике, универсальности и долговечности материала. Авторы подчеркивают многофункциональность этой одежды и одновременно ее актуальность и вневременность (рис.7-а) [50]. Ответственные компании, например, 22 Factor (рис. 7-б), KNITWEAR LAB (рис. 7-в), смещают акцент в презентациях своих

коллекций на их всесезонность и отсутствие различий по полу и возрасту [51], [52]. Рис. 7 – модели брендов, работающих в сегменте ММ: а) – Филипп Старк, Франция; б) – 22 Factor, Гонконг; в) – KNITWEAR LAB, Нидерланды



Рис. 7

Умное сырье

Различные типы натуральных волокон (хлопок, шерсть и лен) и синтетические волокна (полиамид и полиэфир) перерабатываются в пряжу. Производство нитей включает механические процессы, требующие большого количества энергии, при этом образуются твердые отходы, пыль и шум [53]. В число своих главных преимуществ трикотажные компании выводят на передний план использование "умного сырья".

Потребители все больше осознают негативное воздействие моды на окружающую среду и чаще демонстрируют склонность приобретать продукцию без пластика, приносящую наименьший урон экологии при ее производстве. Этот запрос привел к тому, что индустрия моды и текстильная промышленность приступили к поиску решений, предлагающих жизнеспособные альтернативы материалам, изготовленным из невозобновляемых ископаемых видов топлива. "Если ранее текстиль и индустрия моды опирались на инновации из нефтехимической области, то сегодня ткани создаются из органических волокон..." отмечает в своей работе [8, стр. 205] искусствовед Митрофанова Н.Ю. В анонсах текстильных компаний и научных статьях появляются сведения о нитях на основе водорослей,

микроволокна из синтезированного белка (рис. 8 – проект Spiber и Gold Wing – свитер, произведенный из пряжи "Brewed Protein™", волокна которой получены из сваренного растительного белка), хлопкового линтера (является отходом, образующимся в процессе производства хлопка), циркуляционной целлюлозы (на 100% использует текстильные отходы, такие как изношенные джинсы и обрезки производства), шерсти померанской собаки и другие разработки [51], [54], [55], [56].



Рис. 8

В то же время идет непрерывная работа в области переработки материалов. Так, например, вышеупомянутая фирма Nike для переработанной пряжи из полиэфира Flyknit использует отходы пластика. В среднем, на одну вывязанную верхнюю часть обуви расходуется 6...7 полиэфирных бутылок [32].

ВЫВОДЫ

Устойчивое развитие – одна из важных тенденций Индустрии 4.0, помогающая достигать баланса в вопросах ускорения темпов производства и сохранения природного наследия планеты. Текстильная промышленность, в частности трикотажная отрасль, находит новые пути в решении данной проблемы.

Новый социальный запрос мотивирует развитие технологии, что в свою очередь приводит к трансформации отрасли. Основные направления эволюции и совершенствования трикотажного производства отражают современные форумы текстильной и модной индустрии. Одними из главных

повесток специализированных мероприятий являются вопросы экологически ответственных подходов к культуре производства изделий. Важную роль в этом контексте отводят получению сырья для нитей и созданию экологически чистой пряжи. Отмечается важность оперативной реакции на социальный запрос, что приводит к новым стратегиям взаимодействия с помощью цифровых технологий. Очевидно, изменение потребительских привычек, выражающееся в интересе к ответственному и сознательному потреблению, а также в укоренившихся тенденциях УР. Одно из главных направлений в развитии текстильной отрасли – переход от серийного к индивидуальному продукту. Этот процесс требует не только технологической подготовленности производства и его цифровизации, но и совершенствования способов проектирования изделий, что повышает роль и значение дизайнера.

Таким образом, были выявлены некоторые основные направления развития современного дизайна трикотажа: интеллектуальное вязание, подразумевающее вязание по контуру, бесшовный способ изготовления изделий и цифровое моделирование; цифровая мода, включающая процессы визуализации изделий и взаимодействия с потребителем на разных уровнях; медленная мода, а также умное сырье.

Возможности интеллектуального вязания широко используются во всем мире производителями разного уровня. Современные трикотажные комбинаты выстраивают художественно-технологический процесс таким образом, чтобы сокращались временные и материальные ресурсы на изготовление продукта, при наименьшем уровне экологии. Устаревший подход в индустрии ориентирован на массовое производство одежды. Значительная часть продукции из трикотажа остается неиспользуемой в виде экспериментальных образцов. С помощью возможностей цифрового проектирования ситуация может измениться [13]. Высвободившиеся временные и материальные ресурсы на создание и примерку изделия можно тратить на изучение жизненных циклов продукции, пролонгации

периода эксплуатации изделий и ухода за ними на всем пути их службы.

Цифровая мода уверенно входит в современную жизнь и меняет реальность. Зародившись в цифровой игровой среде, она проникает в модную индустрию и помогает создавать новые устойчивые концепции разного уровня значимости. Процесс виртуальной подгонки еще широко не доступен в режиме реального времени, но он дает представление о возможностях будущего. В нем также показаны преимущества включения цифровых вязанных копий в процесс разработки трикотажа. "Вязание по требованию" отвечает одной из главных тенденций отрасли – создание уникального продукта. Растет сообщество дизайнеров, инженеров, художников и предпринимателей, которые вносят свой вклад в переход к "моде по требованию". Налаживаются новые способы взаимодействия с потребителем, в котором последний становится активным участником дизайн-процесса. Меняется парадигма модной индустрии "дизайн-производство-заказ" на "дизайн-заказ-производство". В конечном счете, это может привести к созданию новой здоровой промышленной системы, производящей необходимое количество изделий.

Замедление моды – важный фактор в условиях новой технической революции. Ускоренные процессы производства трикотажа должны быть сбалансированы ответственным потреблением. Работа специализированных площадок, выставок и форумов, а также средств массовой коммуникации нацелена на изменение потребительских запросов. Социум постепенно адаптируется к новым модным стандартам.

Новые установки моды в сочетании с умным сырьем открывают пути для актуальных устойчивых дизайн-концепций. Происходит переосмысление способов получения сырья для пряжи. Очевидны два основных инновационных направления: поиск новых природных источников для создания нитей и рециклинг отходов.

Таким образом, в условиях стремительно развивающегося глобализированного рынка промышленные компании несут на себе большую ответственность. Их

эволюция согласуется с концепцией УР и базируется на новом подходе к производству, основанном на массовом внедрении информационных технологий, масштабной автоматизации бизнес-процессов, распространении искусственного интеллекта, внедрении 3D-визуализации. Эти концептуальные тенденции на глазах становятся частью нашего повседневного существования. Современный дизайн трикотажа – многосоставная сфера, отражающая веяния времени и способная внести свой скромный вклад в развитие общих эволюционных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Содействие устойчивому развитию // Организация Объединенных Наций URL: <https://www.un.org/ru/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action> (дата обращения: 30.10.2021).
2. Бекбергенева Д.Е. Ключевые направления развития Индустрии 4.0 в современных условиях цифровизации экономики // Экономические науки. – 2020, №185. С. 61...65.
3. Конец моды. Одежда и костюм в эпоху глобализации / Под ред. Адама Гечи и Вики Караминас; пер. с англ. Т. Пирусской. – М.: Новое литературное обозрение, 2020.
4. Asadollahi-Yazdi E., Couzon P., Nguyen N., Ouazene Y. and Yalaoui F. Industry 4.0: Revolution or Evolution? // American Journal of Operations Research. – 2020, № 10. С. 241...268.
5. Yunos S. and Din R. The Generation Z Readiness for Industrial Revolution 4.0. // Creative Education . – 2019, № 10. С. 2993...3002.
6. Smit J., Kreuzer S., Moeller C., Carlberg M. Industry 4.0. - European Union: Policy Department A: Economic and Scientific Policy. – 2016.
7. Wu Y. and Duan Y. "Made in China": Building Chinese Smart Manufacturing Image. // Journal of Service Science and Management. – 2018, № 11. С.590...608 .
8. Митрофанова Н.Ю. Основные аспекты "эко реабилитации" текстиля в современном мире // Мат. XXIII Междунар.научн. конф.: Мода и дизайн: Исторический опыт. Новые технологии". 26-29.05.2020. – СПб.: СПГУПТД, 2020. С. 204...208.
9. Флетчер К. Медленная мода: изменить систему // Теория моды: одежда, тело, культура. – М.: Новое литературное обозрение, 2019. С. 9...17.
10. Andò R., Corsini F., Terracciano B., Rossi G. Understanding Fashion Consumption in the Networked Society: A Multidisciplinary Approach. // Fashion Communication in the Digital Age. – FACTUM 2019. P.3...8.
11. Larsson J., Mouwitz P., Peterson J. Knit on Demand - mass customisation of knitted fashion products // Textile Journal. – 2013. P. 109...121.
12. Peterson J. The Co-design Process in Mass Customization of Complete Garment Knitted Fashion Products // Journal of Textile Science & Engineering. – 2016, №6:5. P. 270...278.
13. Организация международных выставок и рекламных мероприятий во всех секторах моды. Pitti Immagine URL: <https://filati.pittimmagine.com/it> (дата обращения: 29.10.2021).
14. Бизнес-акселератор мировой индустрии моды // Première Vision URL: <https://www.premierevision.com/en/> (дата обращения: 29.10.2021).
15. Ведущая международная отраслевая выставка, посвященная инновациям в области пряжи, волокон и трикотажа. // SPINEXPO URL: <http://www.spinexpo.com/new-york/> (дата обращения: 29.10.2021). (дата обращения: 29.10.2021).
16. Milano Unica Events // Milano Unica <https://www.milanounica.it/mosaic/en/about-us-milano-unica-corporate-info>
17. PITTI FILATI 85 // Pittimmagine URL: https://media.pittimmagine.com/image/upload/v1618715725/EPITTI/FILATI/2019_85/PRESS/ita/Comunicato-Apertura_Pitti-Filati-85_ITA.pdf (дата обращения: 07.11.2021).
18. Pitti Studios новый сервис 3D визуализации // Pitti immagine URL: <https://filati.pittimmagine.com/it/pittimmagine/archive/filati89/news/pitti-studios> (дата обращения: 31.10.2021).
19. Sustainable Style #3 // Pittimmagine URL: https://media.pittimmagine.com/image/upload/v1633602722/EPITTI/UOMO/2021_100/PRESS/per%20caricamento/8%20comunicato%20Sustainable%20Style/8_Comunicato_Sustainable_Style.pdf (дата обращения: 07.11.2021).
20. Exhibitions Shows Conferences // Knitting Industry URL: <https://www.knittingindustry.com/interview-karine-van-tassel-founder-and-organizer-spin-expo/> (дата обращения: 07.11.2021).
21. 33rd Edition of Milano Unica // MILANO UNICA - EXHIBITION URL: <https://www.milanounica.it/en/mu-33-opening-press-release> (дата обращения: 22.11.2021).
22. The Sustainability Project of the 33rd edition of Milano Unica // MILANO UNICA - EXHIBITION URL: <https://www.milanounica.it/en/the-sustainability-project-of-the-33rd-edition-of-milano-unica> (дата обращения: 22.11.2021).
23. k.innovation CREATE // KARL MAYER STOLL URL: <https://www.stoll.com/en/software/kinnovation-create/> (дата обращения: 28.10.2021).
24. Чарковский А.В., Гончаров В.А. Разработка высокообъемного трикотажа с использованием мультифиламентных нитей // Вестник ВГТУ. – 2018, №1 (34). С. 79...86.
25. Хамматова Э.А. Формообразование тектонических систем материалов на основе полимерных волокон // Вестник Казанского технологического университета. – 2011, №8. С. 335...336.
26. APEXFiz // Shima Seiki URL: <https://www.shimaseiki.com/product/design/software/> (дата обращения: 28.10.2021).

27. Ермолаева Е.М., Вигелина О.А., Труевцев А.В. Актуальные методы художественно-технологического проектирования трикотажа в этническом стиле // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №4. С. 103...109.
28. Ермолаева Е.М., Вигелина О.А. К вопросу о современных методах художественно-технологического проектирования трикотажа // Тез. докл. Всерос. науч. конф. молодых ученых: Инновации молодежной науки. – СПб.: СПбГУПТД, 2021.
29. Slow fashion. Kate Fletcher. 1st June 2007 // Ecologist URL: <https://theecologist.org/2007/jun/01/slow-fashion> (дата обращения: 15.11.2021).
30. 3D вязание по требованию // WORTH Partnership Project URL: <https://worthproject.eu/project/3d-knitwear-on-demand/> (дата обращения: 31.10.2021).
31. Бренд UNIQLO. Официальный сайт // Uniqlo URL: <https://www.uniqlo.com> (дата обращения: 31.10.2021).
32. Портфель эко технологий и продуктов компании Nike. // Nike Fans URL: <https://nikefans.ru/brand/sustainable-technologies/> (дата обращения: 31.10.2021).
33. Virtual Catwalks And Digital Fashion: How COVID-19 Is Changing The Fashion Industry. Brooke Roberts-Islam. Apr 6, 2020 // Ecologist URL: <https://www.forbes.com/sites/brookeroberter-sislam/2020/04/06/virtual-catwalks-and-digital-fashion-how-covid-19-is-changing-the-fashion-industry/?sh=2798d3a6554e> (дата обращения: 15.11.2021).
34. Faria A.P., Providência B., Cunha J. The Foreseeable Future of Digital Fashion Communication After Coronavirus: Designing for Emotions. // In: Kalbaska N., Sádaba T., Cominelli F., Cantoni L. (eds) Fashion Communication in the Digital Age. – 2021, №12. P.510...515.
35. WGSN Insider // WGSN URL: <https://www.wgsn.com/> (дата обращения: 15.11.2021).
36. Bringing digital fashion to life // This Outfit Does Not Exis URL: <https://www.thisoutfitdoesnotexist.com/> (дата обращения: 15.11.2021).
37. Digital fashion store // Replicant URL: <https://replicant.fashion/digitalfashionstore> (дата обращения: 15.11.2021).
38. No waste. No shipping. No size. No gender. Explore exclusive cyber products sampled in various CGI software and existing in the virtual space only. Photo fitted-to-order and digitally delivered to the customer. // TRIBUTE BRAND URL: <https://tribute-brand.com/> (дата обращения: 15.11.2021).
39. Цифровые технологии как движущая сила устойчивых инноваций // Knitting Industry URL: <https://www.knittingindustry.com/creative/webinar-digital-knitwear-development-with-k-innovation-create/> (дата обращения: 01.11.2021).
40. Реалистичное 3D-моделирование одежды // CLO URL: <https://www.clo3d.com/> (дата обращения: 28.10.2021).
41. Новаторские 3D-решения Browzwear для дизайна одежды // Browzwear Solutions Pte URL: <https://browzwear.com/> (дата обращения: 28.10.2021).
42. Программное обеспечение для 3d-дизайна одежды // Tailornova URL: <https://tailornova.com/> (дата обращения: 28.10.2021).
43. Программное обеспечение для проектирования одежды "Все в одном" // C-DESIGN Fashion URL: <https://www.cdesignfashion.com/design-software-en/> (дата обращения: 28.10.2021).
44. Jonas L., Joel P., Heikki M. The knit on demand supply chain // AUTEX Research Journal. – 2012. Vol.12, № 3. P. 67...75.
45. 3D Вязание по требованию // 22factor URL: <https://22factor.com/pages/on-demand-3d-knitting> (дата обращения: 31.10.2021).
46. Трикотаж по вашим меркам // Morozov. Atelier URL: <https://my-suit.ru/jersey/> (дата обращения: 01.11.2021).
47. Вязаный свитер онлайн дизайн // Wildemasche URL: <https://www.wildemasche.com/en/Design-your-knitsweater-online/> (дата обращения: 31.10.2021).
48. ТМ "Элком" // Элком URL: <https://www.elcom-kids.ru> (дата обращения: 31.10.2021).
49. Цифровая инфраструктура для модной и спортивной одежды // Unmade URL: <https://www.unmade.com/> (дата обращения: 01.11.2021).
50. Cashmere Clothes (Ballantyne) // Starck URL: <https://www.starck.com/ballantyne-p2115> (дата обращения: 07.11.2021).
51. Устойчивые стратегии производства трикотажа. // Tintex Официальный сайт URL: <https://store.tintertextiles.com> (дата обращения: 31.10.2021).
52. Трикотажная лаборатория // KNITWEAR LAB URL: / (дата обращения: 01.11.2021).
53. Rajkishore Nayak. Sustainable Technologies for Fashion and Textiles. - Great Britain: Woodhead publishing, 2020.
54. Ramamoorthy S., Ramadoss M., Kandhavadi P., Jagannathan V.V.K. Evaluation of yarn and fabric properties of environmentally friendly and sustainable chiengora fibers from Pomeranian dog breed for textile applications // Journal of Natural Fibers. – 2021.
55. Plastic-free textiles innovation gathers momentum // Knitting Industry URL: <https://www.knittingindustry.com/creative/plastic-free-textiles-innovation-gathers-momentum/> (дата обращения: 03.11.2021).
56. The Sweater Brewed Protein // Spiber URL: <https://www.spiber.inc/thesweater/> (дата обращения: 03.11.2021).

REFERENCES

- Promoting sustainable development // United Nations URL: <https://www.un.org/ru/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action> (accessed 30.10.2021).
- Bekbergeneva D.E. Key directions of development of Industry 4.0 in modern conditions of digitalization of the economy // Economic Sciences. - 2020, No. 185. pp. 61...65.
- End of fashion. Clothing and costume in the era of globalization / Ed. Adam Getcha and Vicki Karami-

us; per. from English. T. Pirusskaya. – M.: New Literary Review, 2020.

4. Asadollahi-Yazdi E., Couzon P., Nguyen N., Ouazene Y. and Yalaoui F. Industry 4.0: Revolution or Evolution? // *American Journal of Operations Research*. – 2020, № 10. S. 241...268.

5. Yunos S. and Din R. The Generation Z Readiness for Industrial Revolution 4.0. // *Creative Education*. – 2019, № 10. S. 2993...3002.

6. Smit J., Kreutzer S., Moeller C., Carlberg M. Industry 4.0. - European Union: Policy Department A: Economic and Scientific Policy. – 2016.

7. Wu Y. and Duan Y. "Made in China": Building Chinese Smart Manufacturing Image. // *Journal of Service Science and Management*. – 2018, № 11. S.590...608.

8. Mitrofanova N.Yu. The main aspects of "eco-rehabilitation" of textiles in the modern world // *Mat. XXIII International Scientific Conf.: Fashion and design: Historical experience. New Technologies*. 26-29.05.2020. - St. Petersburg: SPGUPTD, 2020. P. 204 ... 208.

9. Fletcher K. Slow fashion: change the system // *Theory of fashion: clothing, body, culture*. - M.: New Literary Review, 2019. S. 9 ... 17.

10. Andò R., Corsini F., Terracciano B., Rossi G. Understanding Fashion Consumption in the Networked Society: A Multidisciplinary Approach. // *Fashion Communication in the Digital Age*. – FACTUM 2019. P.3...8.

11. Larsson J., Mouwitz P., Peterson J. Knit on Demand - mass customisation of knitted fashion products // *Textile Journal*. – 2013. P. 109...121.

12. Peterson J. The Co-design Process in Mass Customization of Complete Garment Knitted Fashion Products // *Journal of Textile Science & Engineering*. – 2016, №6:5. P. 270...278.

13. Organization of international exhibitions and promotional events in all fashion sectors. Pitti Immagine URL: <https://filati.pittimmagine.com/it> (accessed 29/10/2021).

14. Business accelerator of the global fashion industry // *Première Vision* URL: <https://www.premierevision.com/en/> (date of access: 29.10.2021).

15. Leading international trade fair dedicated to innovations in the field of yarn, fibers and knitwear. // *SPINEXPO* URL: <http://www.spinexpo.com/new-york/> (accessed 29.10.2021). (date of access: 29.10.2021).

16. Milano Unica Events // *Milano Unica* <https://www.milanounica.it/mosaic/en/about-us-milano-unica-corporate-info>

17. PITTI FILATI 85 // *Pittimmagine* URL: https://media.pittimmagine.com/image/upload/v1618715725/EPITTI/FILATI/2019_85/PRESS/ita/Comunicato-Apertura_Pitti-Filati-85_ITA.pdf (data obrashcheniya: 07.11.2021).

18. Pitti Studios novyy servis 3D vizualizatsii // *Pitti immagine* URL: <https://filati.pittimmagine.com/it/pittimmagine/archive/filati89/news/pitti-studios> (data obrashcheniya: 31.10.2021).

19. Sustainable Style #3 // *Pittimmagine* URL: <https://media.pittimmagine.com/image/upload/v1633602722/>

EPITTI/UOMO/2021_100/PRESS/per%20caricamento/8%20comunicato%20Sustainable%20Style/ 8_Comicato_Sustainable_Style.pdf (data obrashcheniya: 07.11.2021).

20. Exhibitions Shows Conferences // *Knitting Industry* URL: <https://www.knittingindustry.com/interview-karine-van-tassel-founder-and-organizer-spinexpo/> (data obrashcheniya: 07.11.2021).

21. 33rd Edition of Milano Unica // *MILANO UNICA - EXHIBITION* URL: <https://www.milanounica.it/en/mu-33-opening-press-release> (data obrashcheniya: 22.11.2021).

22. The Sustainability Project of the 33rd edition of Milano Unica // *MILANO UNICA - EXHIBITION* URL: <https://www.milanounica.it/en/the-sustainability-project-of-the-33rd-edition-of-milano-unica> (data obrashcheniya: 22.11.2021).

23. k.innovation CREATE // *KARL MAYER STOLL* URL: <https://www.stoll.com/en/software/kinnovation-create/> (data obrashcheniya: 28.10.2021).

24. Charkovsky A.V., Goncharov V.A. Development of high-volume knitwear using multifilament yarns. *Vestnik VGTU*. - 2018, No. 1 (34). pp. 79...86.

25. Hammatova E.A. Shaping of tectonic systems of materials based on polymer fibers // *Bulletin of the Kazan Technological University*. - 2011, No. 8. pp. 335...336.

26. APEXFiz // *Shima Seiki* URL: <https://www.shimaseiki.com/product/design/software/> (accessed 10/28/2021).

27. Ermolaeva E.M., Vigelina O.A., Truetshev A.V. Actual methods of artistic and technological design of knitwear in ethnic style // *Izv. universities. Technology of the textile industry*. - 2021, No. 4. pp. 103...109.

28. Ermolaeva E.M., Vigelina O.A. To the question of modern methods of artistic and technological design of knitwear // *Tez. report Vseros. scientific conf. young scientists: Innovations of youth science*. - St. Petersburg: SPbGUPTD, 2021.

29. Slow fashion. Kate Fletcher. 1st June 2007 // *Ecologist* URL: <https://theecologist.org/2007/jun/01/slow-fashion> (data obrashcheniya: 15.11.2021).

30. 3D knitting on demand // *WORTH Partnership Project* URL: <https://worthproject.eu/project/3d-knitwear-on-demand/> (accessed 31.10.2021).

31. UNIQLO brand. Official site // *Uniqlo* URL: <https://www.uniqlo.com> (Accessed: 31.10.2021).

32. Nike portfolio of eco-friendly technologies and products. // *Nike Fans* URL: <https://nikefans.ru/brand/sustainable-technologies/> (accessed 31.10.2021).

33. Virtual Catwalks And Digital Fashion: How COVID-19 Is Changing The Fashion Industry. Brooke Roberts-Islam. Apr 6, 2020 // *Ecologist* URL: <https://www.forbes.com/sites/brookeroberthislam/2020/04/06/virtual-catwalks-and-digital-fashion-how-covid-19-is-changing-the-fashion-industry/?sh=2798d3a6554e> (data obrashcheniya: 15.11.2021).

34. Faria A.P., Providência B., Cunha J. The Foreseeable Future of Digital Fashion Communication After Coronavirus: Designing for Emotions. // In: Kalbaska N., Sádaba T., Cominelli F., Cantoni L. (eds) *Fashion*

Communication in the Digital Age. – 2021, №12. P.510...515.

35. WGSN Insider // WGSN URL: <https://www.wgsn.com/> (data obrashcheniya: 15.11.2021).

36. Bringing digital fashion to life // This Outfit Does Not Exist URL: <https://www.thisoutfitdoesnotexist.com/> (data obrashcheniya: 15.11.2021).

37. Digital fashion store // Replicant URL: <https://replicant.fashion/digitalfashionstore> (data obrashcheniya: 15.11.2021).

38. No waste. No shipping. No size. No gender. Explore exclusive cyber products sampled in various CGI software and existing in the virtual space only. Photo fitted-to-order and digitally delivered to the customer. // TRIBUTE BRAND URL: <https://tribute-brand.com/> (data obrashcheniya: 15.11.2021).

39. Digital technologies as a driving force for sustainable innovation // Knitting Industry URL: <https://www.knittingindustry.com/creative/webinar-digital-knitwear-development-with-k-innovation-create/> (Accessed: 11/01/2021).

40. Realistic 3D clothing modeling // CLO URL: <https://www.clo3d.com/> (Accessed: 10/28/2021).

41. Innovative 3D Browzwear Solutions for Fashion Design // Browzwear Solutions Pte URL: <https://browzwear.com/> (Accessed: 10/28/2021).

42. Software for 3d clothing design // Tailornova URL: <https://tailornova.com/> (Accessed: 10/28/2021).

43. All-in-one clothing design software // C-DESIGN Fashion URL: <https://www.cdesignfashion.com/design-software-en/> (Accessed: 10/28/2021). 44. Jonas L., Joel P., Heikki M. The knit on demand supply chain // AUTEX Research Journal. – 2012. Vol.12, № 3. P. 67...75.

45. 3D Knitting on Demand // 22factor URL: <https://22factor.com/pages/on-demand-3d-knitting> (accessed 31.10.2021).

46. Knitwear according to your standards // Morozov. Atelier URL: <https://my-suit.ru/jersey/> (date of access: 11/01/2021).

47. Knitted sweater online design // Wildemasche URL: <https://www.wildemasche.com/en/Design-your-knitsweater-online/> (Accessed: 10/31/2021).

48. TM "Elcom" // Elcom URL: <https://www.elcom-kids.ru> (date of access: 31.10.2021).

49. Digital infrastructure for fashion and sportswear // Unmade URL: <https://www.unmade.com/> (Accessed: 11/01/2021).

50. Cashmere Clothes (Ballantyne) // Starck URL: <https://www.starck.com/ballantyne-p2115> (accessed 07.11.2021).

51. Sustainable strategies for the production of knitwear. // Tintex Official website URL: <https://store.tintextextiles.com> (date of access: 10/31/2021).

52. Knitting laboratory // KNITWEAR LAB URL: / (date of access: 01.11.2021).

53. Rajkishore Nayak. Sustainable Technologies for Fashion and Textiles. - Great Britain: Woodhead publishing, 2020.

54. Ramamoorthy S., Ramadoss M., Kandhavadi P., Jagannathan V.V.K. Evaluation of yarn and fabric properties of environmentally friendly and sustainable chiengora fibers from Pomeranian dog breed for textile applications // Journal of Natural Fibers. – 2021.

55. Plastic-free textiles innovation gathers momentum // Knitting Industry URL: <https://www.knittingindustry.com/creative/plastic-free-textiles-innovation-gathers-momentum/> (data obrashcheniya: 03.11.2021).

56. The Sweater Brewed Protein // Spiber URL: <https://www.spiber.inc/thesweater/> (data obrashcheniya: 03.11.2021).

Рекомендована кафедрой технологии и художественного проектирования трикотажа. Поступила 05.04.22.