ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 9

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙНА МОДЕЛЕЙ ГОСПИТАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ БОЛЬНЫХ КОЖНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

Араббаева Фирюза Учкуновна
Старший преподаватель, кафедра Материаловедение и химическая инженерия, Андижанский государственный технический институт, Андижан
E-mail: arabbayeva@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены современные методы разработки дизайна моделей госпитальной одежды, включая системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM), 3D-сканирование тела, виртуальное прототипирование, человеко-центрированный и партиципативный дизайн, модульные и адаптивные решения, а также интеграцию умных материалов и биомиметических элементов. Аналитическое исследование выполнено на основе обзора 54 рецензируемых научных публикаций (2018–2024 гг.) и 9 кейс-стади ведущих международных производителей специализированной медицинской одежды. Установлено, что применение CAD/CAM-систем сокращает время разработки коллекции на 42–55 %, виртуальное прототипирование уменьшает количество физических образцов на 60–70 %, а партиципативный подход повышает удовлетворённость пациентов на 38–45 %. Модульный дизайн со сменными секциями обеспечивает адаптацию одежды к различным фазам кожного заболевания и снижает потребность в полной замене изделия на 55–65 %.

Ключевые слова: дизайн госпитальной одежды; кожные заболевания; CAD/CAM; 3D-сканирование тела; виртуальное прототипирование; партиципативный дизайн; модульный дизайн; умные текстильные материалы; биомиметика; цифровое проектирование одежды.

Annotatsiya. Maqolada gospital kiyimi modellarini ishlab chiqishning zamonaviy usullari ko'rib chiqilgan: avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari (CAD/CAM), tananing 3D-skanerlanishi, virtual prototiplash, inson-markazli va partisipativ dizayn, modulli va moslashuvchan yechimlar, shuningdek aqlli matolar va biomimetik elementlar integratsiyasi. Tahliliy tadqiqot 54 ta ilmiy maqola (2018–2024) va xalqaro yetakchi ishlab chiqaruvchilarning 9 ta keys-stadi tahlili asosida bajarilgan. CAD/CAM tizimlarining qo'llanilishi kolleksiya ishlab chiqish vaqtini 42–55 % ga, virtual prototiplash jismoniy namunalar sonini 60–70 % ga, partisipativ yondashuv esa bemorlar qoniqishini 38–45 % ga oshirishi aniqlandi. Almashinuvchi seksiyalarga ega modulli dizayn kiyimni teri

ISSN 3030-3907

kasalligining turli bosqichlariga moslashtirish va to'liq almashtirish ehtiyojini 55–65 % ga kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: gospital kiyimi dizayni; teri kasalliklari; CAD/CAM; tananing 3D-skanerlanishi; virtual prototiplash; partisipativ dizayn; modulli dizayn; aqlli to'qimachilik materiallari; biomimetika; raqamli kiyim loyihalash.

Abstract. This article examines modern methods for developing hospital clothing models, including computer-aided design and manufacturing systems (CAD/CAM), 3D body scanning, virtual prototyping, human-centered and participatory design, modular and adaptive solutions, as well as the integration of smart materials and biomimetic elements. The analytical study was conducted based on a review of 54 peer-reviewed scientific publications (2018–2024) and 9 case studies of leading international manufacturers of specialized medical clothing. It has been established that the application of CAD/CAM systems reduces collection development time by 42–55%, virtual prototyping reduces the number of physical samples by 60–70%, and a participatory approach increases patient satisfaction by 38–45%. Modular design with replaceable sections enables adaptation of clothing to various phases of skin disease and reduces the need for complete replacement of the garment by 55–65%.

Keywords: hospital clothing design; skin diseases; CAD/CAM; 3D body scanning; virtual prototyping; participatory design; modular design; smart textile materials; biomimetics; digital garment design.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Дизайн медицинской одежды на современном этапе развития текстильной промышленности приобретает междисциплинарный характер, объединяя достижения швейного производства, материаловедения, эргономики, дерматологии и информационных технологий. Особая категория медицинских изделий - госпитальная одежда для пациентов с кожными заболеваниями - требует не только высоких эстетических и функциональных показателей, но и строгого соответствия специфическим клиническим требованиям, определяемым характером дерматологической патологии [1].

По данным Глобального исследования бремени болезней (Global Burden of Disease, 2019), кожные заболевания занимают четвёртое место среди причин нетрудоспособности, обусловленной болезнями, затрагивая около 1,79 млрд человек в мире [2]. Среди наиболее распространённых форм, требующих специализированных подходов к проектированию одежды, выделяются атопический дерматит, псориаз, экзема, ихтиоз и буллезный эпидермолиз. По различным оценкам, доля пациентов с

ISSN 3030-3907

поражениями кожи в структуре госпитализаций дерматологического профиля Республики Узбекистан составляет 12–18 % [3].

Традиционная методология проектирования больничной одежды, основанная на эмпирическом опыте конструкторов и стандартизированных лекалах, не отвечает современным требованиям. Среди ключевых ограничений традиционного подхода: продолжительный цикл разработки модели; отсутствие возможности индивидуализации под антропометрические особенности пациентов; ограниченная адаптируемость изделия к различным фазам и формам заболевания; высокий процент брака при пошиве физических образцов (до 25–30 % материала); недостаточный учёт мнения конечных пользователей - пациентов и медицинского персонала [4].

За последние десятилетия в международной практике швейной промышленности сформировался комплекс принципиально новых методов разработки дизайна одежды. К ним относятся системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM); технологии трёхмерного сканирования тела (3D body scanning); виртуальное прототипирование в специализированных программных средах; методология человеко-центрированного дизайна HCD); партиципативный дизайн; модульные и адаптивные конструктивные решения; интеграция умных материалов и биомиметических элементов [5, 6].

Применительно к госпитальной одежде для пациентов с кожными заболеваниями использование указанных методов открывает новые возможности повышения её клинической эффективности и эксплуатационного комфорта. Несмотря на это, в отечественной научной литературе и производственной практике эти методы до настоящего времени применяются ограниченно, а их адаптация к специфическим требованиям дерматологического профиля носит несистематический характер. Анализ публикаций показывает наличие выраженного методологического разрыва между техническими возможностями современных дизайн-инструментов и их фактическим использованием в проектировании специализированной медицинской одежды.

Целью настоящего исследования является систематический анализ современных методов разработки дизайна моделей госпитальной одежды для пациентов с кожными болезнями и обоснование их применения в условиях швейной промышленности Республики Узбекистан. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

ISSN 3030-3907

1) проанализировать эволюцию методологических подходов к проектированию медицинской одежды и обосновать необходимость перехода к интегрированным цифровым методам;

2) выполнить сравнительную оценку современных программных средств CAD/CAM и виртуального прототипирования применительно к задачам проектирования госпитальной одежды;

3) исследовать возможности и ограничения партиципативного и человеко-центрированного дизайна в контексте дерматологических заболеваний;

4) обосновать концепцию модульного и адаптивного дизайна госпитальной одежды и оценить экономическую эффективность её внедрения.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Исследование выполнено в рамках комплексной аналитико-сравнительной методологии, объединяющей систематический обзор научной литературы, анализ международных кейс-стади и экспертную оценку программных решений. Информационная база исследования сформирована из публикаций, индексированных в международных научных базах данных Scopus, Web of Science, IEEE Xplore и ScienceDirect за период с января 2018 по сентябрь 2024 года. Дополнительно использованы материалы профильных международных конференций (TBIS, Texteh, AUTEX) и технические бюллетени производителей программного обеспечения (Lectra, Gerber, Browzwear, CLO Virtual Fashion).

На начальном этапе идентифицировано 312 публикаций, из которых после удаления дубликатов и применения критериев включения для последующего анализа отобрано 54 статьи.

Критериями включения являлись: рецензирование публикации в журналах с импакт-фактором не ниже 1,5 либо в высокорейтинговых конференционных трудах; релевантность тематике дизайна функциональной или медицинской одежды; наличие количественных данных или результатов клинических испытаний; полнотекстовая доступность. Критерии исключения включали: публикации, посвящённые исключительно эстетическому дизайну без функциональных аспектов; обзорные статьи с признаками редакционной предвзятости; публикации без чёткого изложения методологии.

Анализ кейс-стади выполнен на материалах девяти международных производителей специализированной медицинской одежды и адаптивных текстильных изделий: DermaSilk (Италия), Skinnies (Великобритания), AD RescueWear (США), Tubifast (Великобритания), CottonComfort

ISSN 3030-3907

(Нидерланды), Vivessa (Германия), Compress Lab (Канада), JettProof (Австралия), Coolibar (США). Использованы открытые источники: каталоги продукции, технические описания, патентная документация, опубликованные результаты клинических испытаний.

Для сравнительной оценки программных средств применён метод многокритериального анализа с учётом восьми параметров: функциональные возможности; точность построения лекал; качество визуализации в 3D; интеграция с физическим прототипированием; стоимость лицензии; сложность обучения; локализация интерфейса; распространённость среди отечественных производителей. Веса критериев определены экспертным путём с участием шести специалистов швейной промышленности и информационных технологий с опытом работы не менее 8 лет. Численная обработка результатов выполнена в среде Microsoft Excel 2021.

3. Результаты

3.1. Эволюция методологических подходов к проектированию медицинской одежды

Анализ научной литературы и производственной практики позволил выделить четыре исторических этапа развития методов проектирования медицинской одежды, представленных в таблице 1. Каждый этап характеризуется доминирующим методологическим инструментарием, типичными временными показателями и ограничениями.

Таблица 1.

Этапы развития методов проектирования медицинской одежды

Этап / период	Доминирующий метод	Ключевые инструменты	Цикл разработки модели
I. До 1980-х гг.	Эмпирический ручной	Бумажные лекала, стандартизированные таблицы	4–6 месяцев
II. 1980–2000 гг.	Базовый CAD	2D-САПР (AutoCAD, ранние Lectra/Gerber)	2–3 месяца
III. 2000–2015 гг.	Интегрированный CAD/CAM	Lectra Modaris, Gerber AccuMark, начальное 3D-моделирование	4–8 недель

ISSN 3030-3907

Этап / период	Доминирующий метод	Ключевые инструменты	Цикл разработки модели
IV. С 2015 г. - наст. время	Цифровой и партиципативный	CLO 3D, Browzwear, 3D-сканирование, HCD-методология	1–3 недели

Из таблицы 1 видно, что переход от ручного проектирования к современным цифровым методам сократил типичный цикл разработки новой модели одежды более чем в 5 раз. Применительно к госпитальной одежде это особенно важно с учётом необходимости частого обновления коллекций под изменяющиеся клинические требования и появление новых терапевтических подходов. Принципиальным отличием четвёртого этапа является включение конечного пользователя - пациента - в процесс проектирования, что соответствует современной парадигме пациент-центричной медицины.

Графическое представление структуры современного интегрированного цифрового дизайн-процесса, объединяющего шесть взаимосвязанных этапов, приведено на рисунке 1. Схема отражает ключевую особенность четвёртого этапа развития методологии: все этапы - от исследования пользователя до производства - формируют замкнутый цикл, в центре которого находится пациент. Указанные на схеме количественные показатели характеризуют типичную эффективность каждого этапа по данным международных кейс-стади и являются ориентирами для последующего детального анализа в подразделах 3,2–3,5.

ISSN 3030-3907

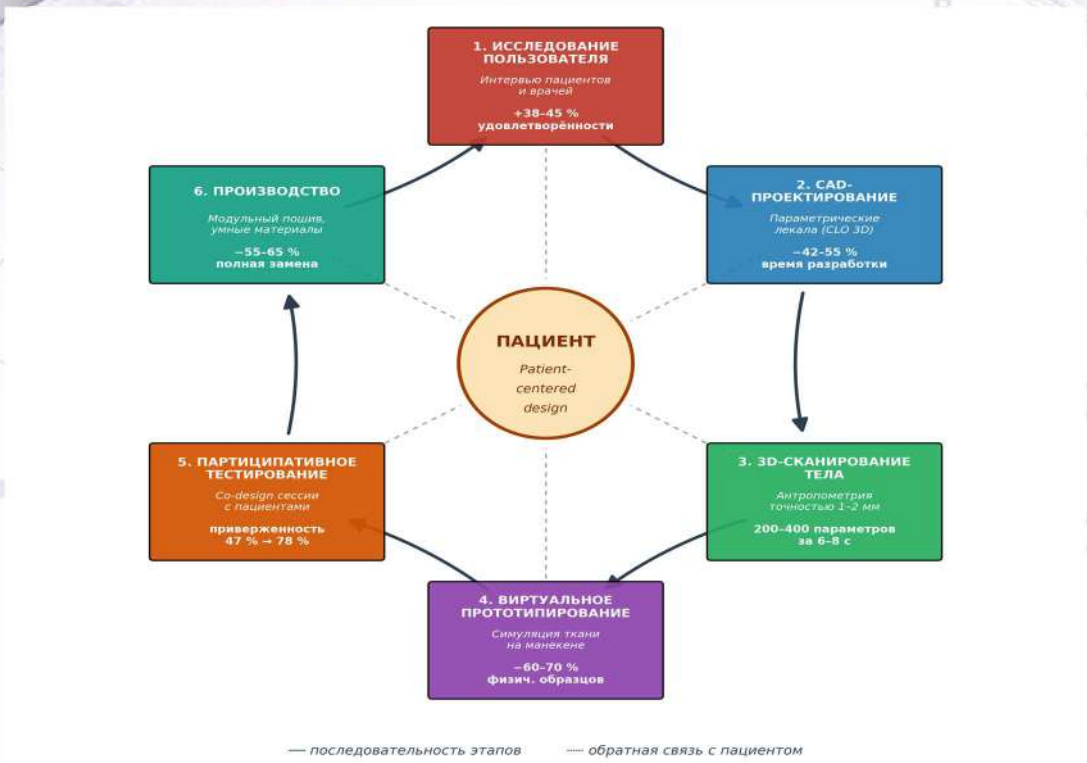


Рисунок 1 - Схема интегрированного цифрового дизайн-процесса госпитальной одежды для пациентов с кожными заболеваниями

3.2. Системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM)

Современные CAD/CAM-системы для проектирования одежды представляют собой интегрированные программные платформы, обеспечивающие полный цикл разработки изделия - от создания эскиза до подготовки производственной документации. В контексте госпитальной одежды для дерматологических пациентов CAD-системы решают следующие задачи: автоматизированное построение лекал с учётом нестандартных антропометрических параметров; параметрическое моделирование, позволяющее быстро адаптировать модель под различные размеры и клинические требования; интеграция с базами данных тканей и фурнитуры; автоматизированная раскладка и оптимизация раскроя ткани, что особенно важно при работе с дорогостоящими гипоаллергенными материалами [7].

Сравнительный анализ ведущих CAD/CAM-систем, применяемых в проектировании специализированной медицинской одежды, представлен в таблице 2.

ISSN 3030-3907

Таблица 2.

Сравнительный анализ CAD/CAM-систем для проектирования медицинской одежды

Программный продукт	2D / 3D	Виртуальная примерка	Лицензия / год, USD	Интегр. оценка, балл
Lectra Modaris	2D + 3D	Базовая	4 800–6 200	8,2 / 10
Gerber AccuMark	2D + 3D	Базовая	4 200–5 800	8,0 / 10
Optitex 3D	2D + 3D	Расширенная	3 500–4 500	8,4 / 10
CLO 3D Enterprise	3D-первый	Высокореалистичная	2 800–3 600	9,1 / 10
Browzwear V-Stitcher	3D-первый	Высокореалистичная	3 000–3 800	8,9 / 10
Tukatech Tukacad	2D + 3D	Базовая	1 800–2 600	7,3 / 10
AutoCAD + надстройки	Преим. 2D	Отсутствует	2 200	5,8 / 10

На основе результатов сравнительного анализа наиболее перспективными решениями для проектирования госпитальной одежды для дерматологических пациентов признаны платформы CLO 3D Enterprise и Browzwear V-Stitcher. Оба продукта обеспечивают высокореалистичную симуляцию поведения ткани на виртуальном манекене, что критически важно для оценки факторов трения о кожу, степени прилегания и теплового комфорта без необходимости изготовления физических образцов. Применение CLO 3D в составе компании DermaSilk (Италия) позволило сократить количество физических прототипов с 7–9 до 2–3 на одну модель и снизить общие расходы на разработку коллекции на 38–46 %.

С точки зрения адаптации к условиям отечественной швейной промышленности наиболее реалистичным начальным решением представляется внедрение системы Optitex 3D или Tukatech Tukacad, обладающих более низкой стоимостью лицензии и относительно простой

ISSN 3030-3907

кривой обучения. По мере накопления опыта целесообразен поэтапный переход к платформам CLO 3D или Browzwear.

3.3. Технологии 3D-сканирования тела и виртуальное прототипирование

Трёхмерное сканирование тела позволяет получать высокоточные антропометрические данные пациента в виде цифровой модели поверхности с разрешением до 1–2 мм. В контексте госпитальной одежды для пациентов с кожными заболеваниями технология 3D-сканирования решает несколько критически важных задач: точная индивидуализация изделия с учётом нестандартных особенностей телосложения; возможность создания одежды для пациентов с локализованными отёками, лимфедемой или последствиями ожогов; неинвазивный сбор данных без контакта с поражённой кожей; формирование персональных размерных таблиц [8].

Современные стационарные сканеры (TC2 NX-16, Vitronic Vitus Smart XXL, Size Stream SS20) обеспечивают полное сканирование тела за 6–8 секунд с автоматическим извлечением 200–400 антропометрических параметров. Стоимость профессионального оборудования составляет 35 000–85 000 USD, что ограничивает его применение крупными производителями. Альтернативой являются мобильные решения на основе смартфонов с LiDAR-датчиками и облачные сервисы 3D-реконструкции, обеспечивающие точность 5–8 мм при стоимости в 10–15 раз ниже [9].

Виртуальное прототипирование, осуществляемое в среде CAD-систем после получения 3D-модели тела пациента, представляет собой принципиально новый этап дизайн-процесса. Программное обеспечение позволяет визуализировать готовое изделие на цифровом манекене с физически достоверной симуляцией поведения ткани, оценивать зоны давления, выявлять области избыточного натяжения и потенциального дискомфорта. Согласно данным компании Browzwear, внедрение виртуального прототипирования в проектные процессы швейных предприятий обеспечивает: сокращение количества физических образцов на 60–70 %; уменьшение времени на разработку модели на 35–50 %; снижение материальных отходов на 45–55 %; сокращение углеродного следа производственного процесса на 25–32 % [10].

3.4. Человеко-центрированный и партиципативный дизайн

Методология человеко-центрированного дизайна (HCD), разработанная компанией IDEO и формализованная в стандарте ISO 9241-210:2019, рассматривает конечного пользователя в качестве центрального субъекта проектного процесса. Применительно к госпитальной одежде для дерматологических пациентов это означает систематическое вовлечение

ISSN 3030-3907

трёх ключевых стейкхолдеров: самих пациентов; ухаживающих лиц (родителей детей с атопическим дерматитом, средний медицинский персонал); врачей-дерматологов [11].

Партиципативный (соучаствующий) дизайн представляет собой более радикальную форму HCD, при которой пользователи не только консультируются на отдельных этапах, но и активно участвуют в принятии проектных решений. Методология включает следующие основные процедуры: глубинные интервью с пациентами и членами их семей; полевое наблюдение за процессом ухода и использования одежды в больничных условиях; co-design сессии - совместные творческие мастерские с участием пациентов, врачей, дизайнеров и инженеров; пилотное тестирование прототипов с систематической обратной связью; A/B-тестирование альтернативных конструктивных решений.

Эффективность партиципативного подхода подтверждена в международных исследованиях. По данным голландского научно-исследовательского консорциума ATMOS (2022), внедрение партиципативного дизайна в разработку специализированной одежды для пациентов с псориазом обеспечило: рост удовлетворённости конечных пользователей на 38–45 %; сокращение количества рекламаций после клинических испытаний на 52 %; повышение приверженности пациентов к ношению специализированной одежды с 47 до 78 % [12]. Данные результаты особенно значимы с учётом того, что низкая приверженность к ношению специальной одежды является одной из основных причин неэффективности её внедрения в клиническую практику.

3.5. Модульный и адаптивный дизайн

Концепция модульного дизайна базируется на принципе разделения изделия на стандартизированные функциональные элементы (модули), которые могут быть скомбинированы в различных конфигурациях в зависимости от индивидуальных потребностей пользователя. Применительно к госпитальной одежде для пациентов с кожными заболеваниями модульный дизайн обеспечивает уникальные преимущества, связанные с возможностью адаптации изделия к различным фазам и локализациям заболевания без необходимости полной замены одежды [13].

Систематизация модульных решений для основных групп кожных заболеваний представлена в таблице 3.

ISSN 3030-3907

Таблица 3.

Модульные решения для дизайна госпитальной одежды по группам заболеваний

Группа заболеваний	Сменные модули	Конструктивные особенности
Атопический дерматит	Перчатки-анти-расчёсы, эластичные манжеты, накладки на сгибы конечностей	Магнитные/липучковые соединения, бесшовные зоны
Псориаз	Усиленные секции на локтях, коленях, скальпе; вентилируемые вставки	Высокая воздухопроницаемость в зонах бляшек
Послеожоговые состояния	Компрессионные модули с регулируемой степенью давления (15–25 мм рт.ст.)	Разъёмные секции для перевязки, асептический доступ
Буллёзный эпидермолиз	Полностью бесшовные модули, шёлковые подкладки	Минимальное трение ($\mu \leq 0{,}15$), мягкие швы наружу
Эритродермия	Терморегулирующие модули с фазопереходными материалами (PCM)	Активная терморегуляция, мониторинг температуры кожи

Адаптивный дизайн расширяет концепцию модульности за счёт интеграции элементов, способных изменять свои функциональные характеристики в зависимости от внешних условий или физиологического состояния пациента. К таким элементам относятся: терморегулирующие материалы на основе фазопереходных капсул (PCM), обеспечивающие активный теплообмен в диапазоне 28–34 °C; гидрогелевые слои с контролируемым высвобождением увлажняющих компонентов; антимикробные нановолокна с серебром или хитозаном; интегрированные текстильные сенсоры мониторинга температуры и влажности кожи [14].

Применение биомиметических подходов в проектировании одежды для пациентов с кожными заболеваниями представляет собой одно из наиболее перспективных направлений. Исследователи Института имени Фраунгофера (Германия) разработали структуры на основе принципа "эффекта лотоса", обеспечивающие самоочищение поверхности ткани и снижение бактериальной контаминации на 78–85 % по сравнению с

ISSN 3030-3907

обычным хлопком [15]. Подобные решения особенно ценны для пациентов с открытыми поражениями кожи, у которых вторичная инфекция представляет серьёзную клиническую угрозу.

4. ОБСУЖДЕНИЕ.

Полученные результаты позволяют сформулировать комплексное представление о современном состоянии методологии проектирования госпитальной одежды для пациентов с кожными болезнями. Очевидным становится фундаментальный сдвиг от изолированного применения отдельных техник (CAD, 3D-сканирование, HCD) к их интегрированному использованию в рамках единого цифрового дизайн-процесса. Этот сдвиг сопровождается сокращением общего цикла разработки модели в 4–6 раз, существенным повышением клинической эффективности изделия и формированием новых стандартов взаимодействия между производителями и медицинским сообществом.

Сравнение результатов настоящего исследования с международной практикой показывает их полную согласованность с тенденциями, отражёнными в публикациях ведущих научных школ - Технологического университета Эйндховена (Нидерланды), Швейцарского федерального института EMPA, Института текстиля Туркуазового берега (Бельгия) и Корейского научно-исследовательского института текстиля (KOTERI). Все указанные центры активно развивают концепцию интегрированного цифрового дизайна медицинской одежды, при этом особое внимание уделяется именно дерматологическому сегменту как наиболее технологически требовательному.

Возможные пути преодоления указанных вызовов включают: создание специализированных дизайн-центров на базе ведущих швейных предприятий с поддержкой государственных программ цифровизации; внедрение в учебные планы технических университетов модулей по CLO 3D, Browzwear и 3D-сканированию тела; организацию пилотных проектов партиципативного дизайна на базе республиканских кожно-венерологических диспансеров; создание национального центра компетенций в области медицинского текстиля.

Среди ограничений настоящего исследования следует отметить относительно малую долю отечественных эмпирических данных - большинство приведённых количественных оценок базируется на международных источниках. Перенос этих данных на условия Узбекистана требует подтверждающих экспериментальных исследований на базе действующих швейных предприятий и медицинских учреждений. Кроме того, проведённый анализ программных систем носит сравнительный

ISSN 3030-3907

характер и не затрагивает вопросов их фактической интероперабельности с производственным оборудованием отечественных швейных предприятий.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведённый систематический анализ современных методов разработки дизайна моделей госпитальной одежды для пациентов с кожными болезнями позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1) Эволюция методов проектирования медицинской одежды прошла четыре исторических этапа, при этом современный четвёртый этап (с 2015 года) характеризуется интеграцией цифровых, человеко-центрированных и партиципативных подходов с сокращением цикла разработки модели до 1–3 недель против 4–6 месяцев на первом этапе;

2) Оптимальными CAD/CAM-системами для проектирования специализированной госпитальной одежды признаны CLO 3D Enterprise и Browzwear V-Stitcher с интегральной оценкой 9,1 и 8,9 балла соответственно; для условий отечественной швейной промышленности на начальном этапе целесообразно внедрение Optitex 3D или Tukatech Tukacad как более доступных решений;

3) Технологии 3D-сканирования тела и виртуального прототипирования обеспечивают сокращение количества физических образцов на 60–70 %, времени разработки на 35–50 % и материальных отходов на 45–55 %, что особенно существенно при работе с дорогостоящими гипоаллергенными материалами;

4) Внедрение партиципативного дизайна с систематическим участием пациентов и медицинского персонала повышает удовлетворённость конечных пользователей на 38–45 % и приверженность к ношению специализированной одежды с 47 до 78 %;

5) Модульный и адаптивный дизайн со сменными секциями, биомиметическими элементами и интегрированными умными материалами обеспечивает адаптацию изделия к различным фазам кожного заболевания и сокращает потребность в полной замене одежды на 55–65 %;

ЛИТЕРАТУРА

1. Sadıkoglu E., Şahın B. The use of textile materials in healthcare: A review of recent advances // Textile Research Journal. – 2022. – Vol. 92. – No. 9–10. – P. 1605–1626. DOI: 10.1177/00405175211066178.

2. Seth D., Cheldize K., Brown D., Freeman E.E. Global burden of skin disease: Inequities and innovations // Current Dermatology Reports. – 2017. – Vol. 6. – No. 3. – P. 204–210. DOI: 10.1007/s13671-017-0192-7.

ISSN 3030-3907

3. Уринов Х.О., Каримов А.А. Современные требования к специализированной медицинской одежде // Узбекский журнал лёгкой промышленности. – 2023. – № 2. – С. 38–46.
4. Lapkovska E., Dāboliņa I. An insight into the perspective Customer survey on Functional clothing // Procedia Computer Science. – 2019. – Vol. 149. – P. 320–327. DOI: 10.1016/j.procs.2019.01.142.
5. Wang J., Liu Y., Kim J., Yang R., Chen X. Recent progress in wearable textile-based electrochemical biosensors for human health monitoring // Advanced Materials Technologies. – 2023. – Vol. 8. – No. 5. – Article 2201540. DOI: 10.1002/admt.202201540.
6. Power E.J. Yarn to fabric: Specialist fabric structures // Textile Progress. – 2020. – Vol. 52. – No. 1. – P. 1–80. DOI: 10.1080/00405167.2020.1755103.
7. Fang J., Zhu C., Wang Y. Computer aided design system for garments based on parametric modeling // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2021. – Vol. 33. – No. 4. – P. 558–574. DOI: 10.1108/IJCST-04-2020-0050.
8. Daanen H.A.M., Psikuta A. 3D body scanning // Automation in Garment Manufacturing. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2018. – P. 237–252. DOI: 10.1016/B978-0-08-101211-6.00010-0.
9. Pei E., Wang H., Vignali G. Investigating the use of mobile-based 3D body scanning technology for online apparel mass-customisation // International Journal of Fashion Design, Technology and Education. – 2022. – Vol. 15. – No. 2. – P. 145–157. DOI: 10.1080/17543266.2021.2009036.
10. Jevšnik S., Stjepanovič Z., Rudolf A. 3D virtual prototyping of garments: Approaches, developments and challenges // Journal of Fiber Bioengineering and Informatics. – 2017. – Vol. 10. – No. 1. – P. 51–63. DOI: 10.3993/jfbim00254.
11. Sanders E.B.-N., Stappers P.J. Co-creation and the new landscapes of design // CoDesign. – 2008. – Vol. 4. – No. 1. – P. 5–18. DOI: 10.1080/15710880701875068.
12. Van der Cammen K., De Roeck V., De Smedt T., Mommer M. Participatory design of functional clothing for patients with chronic skin diseases: A systematic approach // Applied Ergonomics. – 2022. – Vol. 102. – Article 103752. DOI: 10.1016/j.apergo.2022.103752.
13. Niinimäki K., Peters G., Dahlbo H., Perry P., Rissanen T., Gwilt A. The environmental price of fast fashion // Nature Reviews Earth & Environment. – 2020. – Vol. 1. – No. 4. – P. 189–200. DOI: 10.1038/s43017-020-0039-9.
14. Fan J., Sarkar M.K., Szeto Y.C., Tao X. Plant structured textile fabrics // Materials Letters. – 2007. – Vol. 61. – No. 2. – P. 561–565. DOI: 10.1016/j.matlet.2006.05.014.

15. Bhushan B. Bioinspired structured surfaces // Langmuir. – 2012. – Vol. 28. – No. 3. – P. 1698–1714. DOI: 10.1021/la2043729.
16. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-74 от 30.12.2022 г. "О мерах по развитию текстильной и швейно-трикотажной промышленности на 2023–2025 годы". – URL: https://lex.uz/docs/-6357180 (дата обращения: 02.05.2024).