

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.31.19>
УДК 7.012:687

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОННИХ МАНЕКЕНІВ І БОДІСКАНЕРІВ ДЛЯ ДИЗАЙНУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ОДЯГУ

Процик Богдан Олександрович¹, Герасименко Олена Дмитрівна²,
Пашкевич Калина Лівіанівна³, Люклян Надія Романівна⁴,
Касс Богдан Вікторович⁵

¹аспірант кафедри мистецтва та дизайну костюма
Київського національного університету технологій та дизайну,
Київ, Україна,

e-mail: bprtsk@gmail.com, orcid: 0000-0002-3882-5951

²докторка філософії, доцентка кафедри мистецтва та дизайну костюма
Київського національного університету технологій та дизайну,
Київ, Україна,

e-mail: gerasymenko.od@knutd.edu.ua, orcid: 0000-0001-8566-7215,
Scopus Author ID: 57474366800

³докторка технічних наук, професорка, деканка факультету дизайну
Київського національного університету технологій та дизайну,
Київ, Україна,

e-mail: kalina.pashkevich@gmail.com, orcid: 0000-0001-6760-3728,
Scopus Author ID: 57191851112

⁴аспірантка, асистентка кафедри мистецтва та дизайну костюма
Київського національного університету технологій та дизайну,
Київ, Україна,

e-mail: n.r.lyuklyan@gmail.com, orcid: 0000-0001-9598-8119

⁵аспірант кафедри мистецтва та дизайну костюма
Київського національного університету технологій та дизайну,
Київ, Україна,

e-mail: kass@kass.ua, orcid: 0000-0001-7348-4788

Анотація. Мета – проаналізувати особливості застосування електронних манекенів і бодісканерів у процесах проектування та візуалізації одягу; надати характеристику їхніх функціональних і технічних можливостей на прикладі програмних продуктів провідних світових фірм; визначити взаємозв'язок між електронними манекенами та бодісканерами в контексті їхнього впливу на якість і ефективність процесів створення одягу. **Методологія** дослідження зумовлена комплексним вивченням тематики й охоплює методи аналізу, синтезу, індукції, метод структурно-системного аналізу джерел. **Результати.** Проведено аналіз літературних джерел за тематикою тривимірної візуалізації та проектування одягу. Надано характеристики сучасних електронних манекенів і бодісканерів, а також розглянуто, як ці технології взаємодіють і доповнюють одна одну у створенні високоякісних дизайнів і візуалізації одягу. Визначено, що 3D-сканери дозволяють виконувати сканування анатомічних характеристик людського тіла з метою створення віртуального електронного манекена. У цьому процесі використовується відповідне програмне забезпечення для візуалізації, як-от Clo3D, Optitex – 3D Runway Design, Assyst – 3D Vidya та BROWZWEAR – VStitcher. Дані аспекти свідчать про перспективність і важливість упровадження сучасних технологій

у сферу дизайну та виробництва одягу. **Наукова новизна.** На основі аналізу сформульовано характеристику функціональних і технічних аспектів електронних манекенів і бодісканерів, що дозволяє визначити їхню специфіку в контексті виробництва та дизайну одягу. **Практична значущість.** Результати дослідження мають практичну цінність, слугують основою для вдосконалення сучасних технологій у галузі дизайну одягу, а також визначають перспективи їх використання в індустрії моди.

Ключові слова: електронний манекен, бодісканер, візуалізація, автоматизована система, дизайн одягу, 3D-технології, САПР, проектування одягу, віртуальний одяг, 3D-одяг, сенсори, датчики.

ВСТУП

В умовах сучасного ринку до швейних підприємств висуваються вимоги прискорення темпів виробництва, високої динаміки змінюваності моделей одягу, розширення асортименту виробів, скорочення часу на розроблення нових моделей одягу. Процеси проектування швейних виробів, що нині існують, не забезпечують потрібної гнучкості виробництва. Цикл робіт від створення нової моделі до запуску в технологічний потік залишається тривалим. Зростання обсягу проектних робіт в умовах частішої змінюваності моделей особливо гостро ставить завдання скорочення термінів і підвищення якості процесу проектування. Одним із засобів вирішення проблеми є комплексна комп'ютеризація й автоматизація процесів підготовки виробництва та впровадження систем автоматизованого проектування (далі – САПР) [3].

Сучасні розробки САПР можуть виконувати побудову лекал у 2D- і 3D-технологіях. Здебільшого роботу виконують у 2D-технологіях, оскільки у проектуванні одягу із плоского матеріалу це оптимальний спосіб отримання креслень деталей. Тривимірне проектування в сучасних САПР тільки розвивається, дозволяє візуалізувати на віртуальній фігурі людини одяг різних форм. Актуальність даної теми полягає в тому, щоб простежити та проаналізувати, яким чином 3D-технології впливають на процес розроблення та проектування одягу.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У напрямі тривимірної візуалізації та проектування одягу різного асортименту активно працюють розробники програм для проектування одягу, зарубіжні дослідники N. Magnenat-Thalmann, P. Volino, F. Cordier, J. Wang [20], а також вітчизняні – К.Л. Пашкевич, О.В. Єжова, Т.В. Струмінська й інші [6].

У статті І.О. Ручки [4] наведено класифікацію основних видів 3D-сканувального

обладнання, що використовується для цілей швейної промисловості відповідно до особливостей експлуатації. Зазначено, що наявний механізм отримання й експорту розмірних ознак фігури людини характеризується складністю, високою вартістю, необхідністю застосування спеціального програмного забезпечення та потребує вдосконалення рішень щодо розрахунків, зберігання та вилучення розмірних ознак для подальшого його застосування сервісами з візуалізації одягу.

У роботі I. Špelić [17] досліджено 3D-сканування та реверс-інжиніринг САПР як єдиний можливий метод отримання точного геометричного розрахунку тіла одягненої людини.

Науковцями D. Campaniolo, G. Vignali, D. Ryding [7] проведено аналіз технологій 3D-сканування тіла для підвищення показників покупок одягу. Результати дослідження показали позитивне ставлення респондентів до використання технології 3D-сканування, що свідчить про сприятливе майбутнє застосування технології в контексті роздрібно́ї торгівлі.

Авторами L. Sheng-Fuu, Ch. Shih-Che [16] запропоновано метод визначення основних антропометричних ознак на основі аналізу двовимірних зображень. Згідно з дослідженнями, такий метод запобігає виникненню недоліків 3D-сканування фігури людини та, на думку дослідників, удосконалив 3D-манекени, завдяки автоматичним розрахункам радіусів деформацій зрізів тривимірної моделі, які прискорять процеси обробки інформації та зроблять реалістичними відображення фігури людини. Проте такий метод потребує точних математичних розрахунків, спеціальних приладів і програмного забезпечення.

Нині існують програми комп'ютерного моделювання тіла людини [13], сервіс яких дозволяє створювати електронний манекен на основі запропонованої типової моделі за допомогою меню, у якому можна змінювати параметри тіла людини з подальшим його редагуванням. Науковцем R. Michalski [8] було

розроблено програмне забезпечення Apolinetx, яке застосовується для цифрового моделювання на основі фігури людини. Побудова віртуального манекена відбувається завдяки встановленому параметру, що пов'язаний зі зростом людини. Програма має базу даних, де формуються відповідні моделі-манекени на основі типових даних про морфологію тіла людини, проте такі манекени є наближеними, оскільки мають лише умовні варіанти особливостей і пропорцій фігур людей.

Дослідники J. Tong, J. Zhou, L. Liu, Z. Pan, H. Yan [18] вивчали властивості глибинної камери сенсора руху Microsoft Kinect за допомогою зображення RGB спільно з інформацією про піксельну глибину, щоб побудувати якісні 3D-фігури людини. Порівняно зі стандартними 3D-сканерами, Kinect Microsoft може отримувати глибинні й образні дані за поганого освітлення.

МЕТА

Проаналізувати особливості використання електронних манекенів і бодісканерів, надати характеристику їхніх можливостей через програмні продукти провідних фірм у сфері індустрії моди, визначити взаємозв'язок між цими технологіями для досягнення оптимальної якості й ефективності у процесах.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

САПР одягу широко використовуються на швейних підприємствах масового виробництва. Використання в роботі програм для візуалізації дозволяє позбутися експериментального виготовлення одягу та перевірити правильність розробленої конструкції лекал. Програма візуалізації показує кінцевий результат із досить високим ступенем реалістичності, а також те, як одяг буде виглядати в готовому вигляді. Сучасні програми дають можливість перевірити розроблені лекала одягу на тривимірних електронних манекенах, що дозволяє значно підвищити гнучкість і оперативність роботи підготовчого виробництва підприємства [2].

Для якісного отримання тривимірного манекена тіла людини використовують бодісканер, або 3D-сканер, – пристрій, призначений для обмірювання фігури людини з метою одержання величин розмірних ознак. Більшість із 3D-методів, що використовуються для сканування фігур людей, запозичені із промислових галузей, як-от автомобільна та машинобудівна. Ці методи мають високу точність для статичних об'єктів, але не підходять для зйомки людини як суб'єкта, оскільки людина не може бути абсолютно нерухомою.

За допомогою систем бодісканування проводять безконтактні обмірювання великої кількості людей, наприклад для формування національних антропометричних стандартів фігур, як це вже зроблено у США, Великобританії, Мексиці й інших країнах. Значний інтерес має досвід зарубіжних країн, які пропонують пристрої для безконтактного виміру фігури: Cyberwear (США), Clothing Technology Corporation [TC]² (США), Hamamatsu (Японія), Hamano (Японія), TELMAT Industrie (Франція), Vitronic (Німеччина) тощо. Дані, отримані під час сканування, можна використати для отримання електронної копії фігури людини або манекена у вигляді обрису, каркаса з набором горизонтальних і вертикальних перерізів [5].

Тривимірний сканер – це невеликий майданчик із чотирма вертикальними стовпами по кутах, на який стає людина. На кожному стовпі розташовано дві відеокамери й один лазерний пристрій (рис. 1). Процес сканування за допомогою лазера триває 15 с, потім дані передаються в комп'ютер, на екрані якого з'являється зображення фігури людини, яке складається з безлічі точок – даних сканування. Оператор обробляє дані та за допомогою спеціальної програми вимірює потрібні розмірні ознаки з отриманого «електронного двійника» фігури людини. Можна вимірювати розміри вручну, позначаючи лінії на екрані, а можна виміряти величини розмірних ознак автоматично. Повний цикл виміру однієї фігури триває 10 с, а точність вимірів становить до 0,01 см.



Рис. 1. Приклад тривимірного сканера тіла SYMCAD (Telmat, Франція)

Завдяки спеціальному програмному забезпеченню бодісканери можна комбінувати з будь-якою відомою САПР одягу. Це стало можливим, оскільки нині практично всі провідні світові фірми у сфері розроблення програмних продуктів для індустрії моди визначили для

себе один із пріоритетів – оснащення швейних САПР модулем одягання на тривимірний манекен. Наприклад, у САПР Lectra використовується бодісканер фірми "SYMCAD" (Франція) (табл. 1). Однією з найбільш відомих і перспективних САПР одягу є розробка ізраїльської

Таблиця 1

Характеристика 3D-сканерів тіла людини для отримання електронного манекена для візуалізації одягу

Назва 3D-сканера	Зображення 3D-сканерів для тіла	Можливості 3D-сканерів	Швидкість сканування, с	Принцип дії
1	2	3	4	5
SYMCAD – Telmat (Франція)		3D-сканер для бодісканування. Дані від сканера тіла Telmat можна інтегрувати в системи CAD для одягу.	0,5	Лампи денного світла
VITUS Bodyscanner (Німеччина)		3D-сканер тіла, розроблений для реалізації точних тривимірних кольорових зображень людського тіла.	12	Лазерний сканер
Assyst – Anthroscan (Німеччина)		3D-сканери тіла та програмне забезпечення для збору даних, їх оцінки та статистичного аналізу. Усі отримані дані автоматично обробляються за короткий проміжок часу.	15	Лазерний сканер
Artec Shapify Booth		3D-сканер тіла людини для створення тривимірних манекенів. У його основі технологія 3D-сканування Artec і автоматизована програма для 3D-моделей, яка передає геометричні особливості тіла.	12	Лазерний сканер

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
Microsoft, Kinect (США)		Сканер тіла людини для віртуальної реальності, анімації, ігор. Програмне забезпечення здійснює повне тривимірне розпізнавання рухів тіла, міміки особи та голосу.	15-60	Інфрачервоний оптичний сканер

компанії "Optitex" – програма "Runway Designer". Окрім того, деякі фірми, наприклад Reflection Fabrix Inc., Digi Scents, що не є розробниками повноцінних швейних САПР, пропонують лише пакети тривимірної візуалізації одягу для використання під час купівлі одягу через інтернет або замість примірювальних кабін у магазинах одягу.

VITUS bodyscanner (Німеччина) (табл. 1) – 3D-сканер тіла, розроблений для реалізації точних тривимірних кольорових зображень людського тіла, які відповідають міжнародному стандарту DIN EN ISO 20685. Саме тому надійна система калібрування, модернізовані апаратні складники забезпечують отримання найбільш реалістичної інформації, а розширені габарити сканера дають більше свободи у виборі пози для сканування [19].

У САПР Assyst використовується Anthroscan (Німеччина) (табл. 1) – система, яка містить 3D-сканери тіла та програмне забезпечення для збору даних, їх оцінки та статистичного аналізу. Усі отримані дані автоматично обробляються за короткий проміжок часу [11]. Тому завдяки 3D-сканеру тіла Anthroscan можна створити базу клієнтів, яка буде доступна в електронному вигляді. Це означає, що будь-якої миті можна виконати вимірювання й отримати необхідні дані для перевірки коректності готових лекал і відразу ж обробити їх у конструкторі САПР. А на основі вимірів створюються 3D-прототипи людини, які можна застосовувати для віртуальної примірки у 3D-візуалізаторі Vidya.

Artec Shapify Booth (Люксембург) (табл. 1) – 3D-сканер тіла людини для створення тримірних манекенів. У його основі технологія 3D-сканування Artec і автоматизована програма для створення 3D-моделей, яка відображає геометричні особливості тіла з високим ступенем точності [15].

Kinect Microsoft (США) (табл. 1) – це сенсорний ігровий контролер, для консолі Xbox 360 [9]. Пізніше була створена версія цього пристрою для персональних комп'ютерів з операційною системою Windows. Сенсор Kinect – це горизонтально розташована коробочка на невеликій круглій підставці (табл. 1). Програмне забезпечення сенсора дозволяє здійснювати тривимірне розпізнавання рухів тіла та міміки обличчя. Датчик глибини – інфрачервоний проєктор, об'єднаний із світлочутливою матрицею. Це дає можливість сенсора Kinect отримувати тривимірне зображення рухомого користувача за природного та штучного освітлення приміщення.

PreSize (Німеччина) – програмне забезпечення з технологією тривимірного сканування тіла для максимально точного зняття розмірних ознак із використанням камери смартфона. На відміну від інших аналогічних рішень, PreSize створює відео із зображенням замовника для оцінки особливостей його тіла, забезпечує високу точність вимірювань [14].

Сучасні програми для візуалізації одягу, які мають електронний манекен, надають можливість визначити такі параметри: візуальну оцінку виробу; розподіл напружень

у тканини; підбір малюнка; оцінка балансу виробу; перегляд прибавок на вільне облягання виробу тощо.

Виріб одягається на манекен аналогічно тому, як це відбувається в реальності: лекала зшиваються у програмі по швах, процес зшивання задає сам конструктор.

За допомогою САПР з функцією візуалізації можна [1]:

- зробити оцінку балансу конструкції, тобто перевірити правильність розташування вертикальних, бічних і плечових швів щодо параметрів людського тіла;

- виміряти відстань між виробом і тілом людини (для перевірки й уточнення величин прибавки на вільне облягання у виробі);

- визначити ділянки, на яких одяг тисне на електронний манекен. За допомогою режиму показу тиску можна визначити, наскільки вільно та комфортно людина буде відчувати себе в цьому виробі. Ця інформація аналогічна тій, яку можна отримати в результаті примірки.

За допомогою використання переваг 3D-технологій, а саме візуалізації одягу на електронному манекені, САПР напрацьовують бази даних 3D-манекенів і моделей одягу, а також установлюють оптимальні величини коригування базових конструкцій одягу з урахуванням властивостей матеріалу. Віртуальна система одягання стає справжнім винаходом не тільки для швейної промисловості, а й для ритейлерів. Це важливий етап у створенні технологічних сервісів, які утворюють структуру онлайн-продажів.

Компанія "Alvanon" (Гонконг, Китай) раніше виготовляла фізичні манекени, проте зараз сканує та збирає дані про фігуру

людини. На сайті представлена база даних розмірних ознак, а після реєстрації надаються в користування стандартні аватари [10]. Компанія робить віртуальні манекени для програм CLO3D, Gerber. Browzwear, Optitex, Vidia тощо. На рис. 2 зображений манекен компанії "Alvanon", завантажений у програму для візуалізації одягу "CLO3D".

Компанія "VStitcher" спеціалізується на відображенні в режимі реального часу 3D-виробів одягу на основі персоналізованого аватара (віртуального манекена) [12]. Це реалістичне зображення людського тіла з можливістю налаштування різних параметрів. Віртуальний манекен можна модифікувати для різноманітних форм людського тіла: змінити колір волосся, фактуру шкіри, а також нахил і поставу плечей тощо. Програма пропонує чоловічі, жіночі та дитячі аватари, що відповідають таблицям розмірів обраної компанії або персоналізованим розмірам тіла, уведеним уручну або за допомогою сканера тіла.

Аватари можна точно відтворити відповідно до заданого розміру. Кути огляду й освітлення зображень визначаються користувачем, а горизонтальні, вертикальні та поперечні перерізи манекена можна переглядати.

Віртуальні електронні манекени дозволяють споживачеві уявити запропоновану модель одягу, перевірити посадку та побачити драпірування тканини. Характеристика електронних манекенів для візуалізації одягу наведена в табл. 2.

Отже, використання 3D-сканерів у поєднанні із програмами для візуалізації визначається як важливий крок у напрямі оптимізації

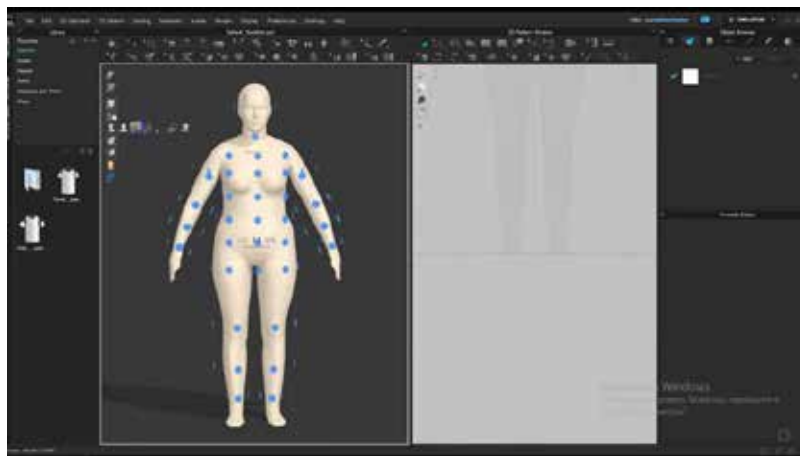








Рис. 2. Електронний манекен Alvanon (Китай), завантажений у CLO3D

Таблиця 2

Характеристика електронних манекенів

Назва САПР, 3D-модуль	Зображення електронного манекена	Можливості електронного манекена
1	2	3
JULIVI – електронний манекен		<ul style="list-style-type: none"> – запропоновано стандартні аватари та стандартні постави; – режим показу тиску тканини на манекен; – аватар статичний.
CIO3D		<ul style="list-style-type: none"> – аватар, наблизений до реальної людини; – параметри та зовнішність аватара редагуються; – за допомогою функції скелета редагується постава; – режим показу тиску тканини на манекен; – візуалізація одягу без манекена; – аватар рухомий, може дефілювати по подіуму.
Optitex – 3D Runway Design		<ul style="list-style-type: none"> – параметри манекена, зовнішність та постава редагуються; – режим показу тиску тканини на манекен; – візуалізація одягу без манекена; – аватар статичний.
Assyst – 3D Vidya		<ul style="list-style-type: none"> – деталізація аватара, наблизена до реальної людини; – створення аватара за бажаними параметрами; – режим показу тиску тканини на манекен; – візуалізація одягу без манекена; – аватар рухомий.

Закінчення табл. 2

1	2	3
Gerber – AccuMark 3D		<ul style="list-style-type: none"> – стандартні аватари з незмінною поставою; – режим показу тиску тканини на манекен; – аватар статичний.
BROWZWEAR – VStitcher		<ul style="list-style-type: none"> – параметри та зовнішність аватара редагуються; – за допомогою функції скелету редагується постава; – режим показу тиску тканини на манекен; – візуалізація одягу без манекена; – аватар рухомий.

й удосконалення промисловості модного виробництва, що в результаті приводить до покращення конкурентоспроможності продукції та задоволення високих стандартів споживачів.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз надав можливість виявити ключові аспекти, технології вдосконалення та потенційні напрями розвитку в галузі тривимірної візуалізації та проектування одягу. Отримані дані вказують на те, що сучасні електронні манекени відіграють важливу роль у процесах створення високоякісних дизайнів і візуалізації модних виробів, забезпечують високий рівень задоволення від кінцевого продукту. Особливо важливим є внесок 3D-сканерів, які дозволяють відсканувати тіло людини для створення віртуального електронного манекена за допомогою програм візуалізації, як-от Clo3D, Optitex – 3D Runway Design, Assyst – 3D Vidya та BROWZWEAR – VStitcher. Усе це свідчить про перспективи і важливість використання сучасних технологій у галузі дизайну та виробництва одягу.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Сучасний напрям в індустрії моди: віртуальний одяг / А.М. Векліч та ін. *Tendances scientifiques de la recherche fondamentale et appliquée. Plateforme scientifique européenne*. 2020. P. 113–115. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/16364/1/%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8_%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3.pdf (дата звернення: 07.01.2024)
- [2] Залкінд. В.В. Проектування одягу засобами інформаційних технологій : монографія. Харків : Технологічний центр, 2014. 152 с.
- [3] Комп'ютерне проектування одягу : навчальний посібник / М.В. Колосніченко та ін. Київ : Освіта України, 2010. 183 с.
- [4] Сучасні інформаційні технології дизайну одягу. Дизайн одягу в полікультурному просторі : монографія / К.Л. Пашкевич та ін. Київ : КНУТД, 2020. С. 254–264. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16290> (дата звернення: 02.01.2024).
- [5] Перспективи розвитку автоматизованого проектування одягу. *Um* : вебсайт. URL: <http://um.co.ua/4/4-6/4-62060.html> (дата звернення: 06.01.2024).
- [6] Ручка І.О. Використання сучасних 3D-сканерів для підвищення рівня якості вимірювань.

Якість технологій та освіти. 2013. № 4. С. 56–61. https://doi.org/10.32347/2221-9293.2019.15.97-108_

[7] Enhancing female clothing shopping experience by the use of the 3D body scanning technology / D. Campaniolo et al. *The Garment Economy: Understanding History, Developing Business Models, and Leveraging Digital Technologies*. Cham : Springer International Publishing, 2023. P. 321–345. URL: https://www.researchgate.net/publication/372748406_Enhancing_Female_Clothing_Shopping_Experience_by_the_Use_of_the_3D_Body_Scanning_Technology (дата звернення: 02.01.2024).

[8] Digital Human Modeling: Apolinux software. *Rafal Michalski* : webpage. URL: <http://rafalmichalski.com/software--apolinux-description.php> (дата звернення: 06.01.2024).

[9] Kinect with spatial data. *Azure* : webpage. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/products/kinect-dk> (дата звернення: 06.01.2024).

[10] Official site Alvanon. URL: <https://alvanon.com/> (дата звернення: 07.01.2024).

[11] Official site ASSYST. URL: <https://assyst-cis.com/3dscanirovanie/anthroscan/> (дата звернення: 06.01.2024).

[12] Official site Browzwear. URL: <https://browzwear.com/products/v-stitcher> (дата звернення: 07.01.2024)

[13] Official site MakeHuman. URL: <http://www.makehumancommunity.org> (дата звернення: 06.01.2024).

[14] Official site Presize. URL: <https://www.presize.ai/technology> (дата звернення: 06.01.2024).

[15] Official site Shapify. URL: <https://www.shapify.me/partner/booth> (дата звернення: 06.01.2024).

[16] Sheng-Fuu L., Shih-Che Ch. Create a Virtual Mannequin Through the 2-D. Image-based Anthropometric Measurement and Radius. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2011. Vol. 2 (4). URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=53e1124092240ea57f25d3bd71adf65406351140#page=71> (дата звернення: 02.01.2024).

[17] Spelic I. Applying 3D scanning and CAD reverse engineering for clothing thermal analysis. *Cogent Engineering*. 2021. Vol. 8(1). P. 1–22. URL: https://www.researchgate.net/publication/356888457_Applying_3D_scanning_and_CAD_reverse_engineering_for_clothing_thermal_analysis (дата звернення: 02.01.2024).

[18] Scanning 3D Full Human Bodies Using Kinects / J. Tong et al. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*. 2012. Vol. 18 (4). P. 643–650. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6165146/> (дата звернення: 06.01.2024).

[19] VITUS 3D body Scanner. *Aniwa* : webpage. URL: <https://www.aniwaa.com/product/3d-scanners/vitronic-vitus-3d-body-scanner/> (дата звернення: 06.01.2024).

[20] From early virtual garment simulation to interactive fashion design / P. Volino et al. *Computer-Aided Design Journal*. 2005. Vol. 37 (6). P. 593–608. URL: https://www.academia.edu/27181556/From_early_virtual_garment_simulation_to_interactive_fashion_design (дата звернення: 02.01.2024).

REFERENCES

[1] Veklich, A.M., Pashkevych, K.L., Kolosnichenko, O.V., Kass, B.V., & Yukhymchuk, A.O. (2020). Suchasnyi napriam v industrii mody: virtualnyi odiah [Modern direction in the fashion industry: virtual clothes]. *Tendances scientifiques de la recherche fondamentale et appliquée. Plateforme scientifique européenne*, 113–115. Retrieved from: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/16364/1/%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8_%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3.pdf (Last accessed: 07.01.2024) [in Ukrainian].

[2] Zalkind, V.V. (2014). *Proektuvannia odiahu zasobamy informatsiinykh tekhnolohii [Designing clothes by means of information technologies]*. Kharkiv : Tekhnolohichniy Tsentri [in Ukrainian].

[3] Kolosnichenko, M.V., Shcherban, V.Yu., & Protsyk, K.L. (2010). *Komp'uterne proektuvannia odiahu [Computer design of clothes]*. Kyiv : Osvita Ukrainy [in Ukrainian].

[4] Pashkevych, K.L., Yezhova, O.V., & Struminska, T.V. (2020). *Suchasni informatsiini tekhnolohii dyzainu odiahu [Modern information technologies of clothing design]*. Dyzain odiahu v polikulturnomu prostori. Kyiv : KNUTD, 254–264. Retrieved from: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16290> (Last accessed: 02.01.2024) [in Ukrainian].

[5] Perspektyvy rozvytku avtomatyzovanoho proektuvannia odiahu [Prospects for the development of automated clothing design]. *Um : veb-sait*. Retrieved from: <http://um.co.ua/4/4-6/4-62060.html> (Last accessed: 06.01.2024) [in Ukrainian].

[6] Ruchka, I.O. (2013). Vykorystanniasuchasnykh 3D-skeneriv dlia pidvyshchennia rinvnia yakosti vymiriuvan [Use of modern 3D scanners to increase the quality of measurements]. *Yakist tekhnolohii ta osvity – Quality of technology and education*, 4, 56–61. DOI: <https://doi.org/10.32347/2221-9293.2019.15.97-108> [in Ukrainian].

[7] Campaniolo, D., Vignali, G., & Ryding, D. (2023). Enhancing female clothing shopping experience by the use of the 3D body scanning technology. In: *The Garment Economy: Understanding History, Developing Business Models, and Leveraging Digital Technologies*. Cham: Springer International Publishing, 321–345. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/372748406_Enhancing_Female_Clothing_Shopping_Experience_by_the_Use_of_the_3D_Body_Scanning_Technology (Last accessed: 02.01.2024) [in English].

[8] Digital Human Modeling: Apolinux software. *Rafal Michalski* : webpage. URL: <http://rafalmichalski.com/software--apolinux-description.php> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[9] Kinect with spatial data. *Azure* : webpage. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/products/kinect-dk> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[10] Official site Alvanon. URL: <https://alvanon.com/> (Last accessed: 07.01.2024) [in English].

[11] Official site ASSYST. URL: <https://assyst-cis.com/3dscanirovanie/anthroscan/> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[12] Official site Browzwear. URL: <https://browzwear.com/products/v-stitcher> (Last accessed: 07.01.2024) [in English].

[13] Official site MakeHuman. URL: <http://www.makehumancommunity.org> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[14] Official site Presize. URL: <https://www.presize.ai/technology> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[15] Official site Shapify. URL: <https://www.shapify.me/partner/booth> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[16] Sheng-Fuu, L., & Shih-Che, Ch. (2011). Create a Virtual Mannequin Through the 2-D. Image-based Anthropometric Measurement and Radius. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2 (4). URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=53e1124092240ea57f25d3bd71adf65406351140#page=71> (Last accessed: 02.01.2024) [in English].

[17] Spelic, I. (2021). Applying 3D scanning and CAD reverse engineering for clothing thermal analysis.

Cogent Engineering, 8(1), 1–22. URL: https://www.researchgate.net/publication/356888457_Applying_3D_scanning_and_CAD_reverse_engineering_for_clothing_thermal_analysis (Last accessed: 02.01.2024) [in English].

[18] Tong, J., Zhou, J., Liu, L., Pan, Z., & Yan, H. (2012). Scanning 3D Full Human Bodies Using Kinects. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18 (4), 643–650. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6165146/> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[19] VITUS 3D body Scanner. AniWaa : webpage. URL: <https://www.aniwaa.com/product/3d-scanners/vitronic-vitus-3d-body-scanner/> (Last accessed: 06.01.2024) [in English].

[20] Volino, P., Cordier, F., & Magnenat-Thalmann, N. (2005). From early virtual garment simulation to interactive fashion design. *Computer-Aided Design Journal*, 37 (6), 593–608. URL: https://www.academia.edu/27181556/From_early_virtual_garment_simulation_to_interactive_fashion_design (Last accessed: 02.01.2024) [in English].

ABSTRACT

Protsyk B., Gerasymenko O., Pashkevych K., Liuklian N., Kass B. Analysis of features of electronic mannequins and body scanners for clothing design and visualization.

Purpose. To analyze the peculiarities of the use of electronic mannequins and body scanners in the processes of design and visualization of clothes; provide a description of their functional and technical capabilities on the example of software products of leading global companies; to determine the relationship between electronic mannequins and body scanners in the context of their influence on the quality and efficiency of clothing creation processes. **Methodology** of research is determined by a comprehensive study of the subject and includes: methods of analysis, synthesis, induction, method of structural and systematic analysis of sources. **Results.** An analysis of literary sources on the subject of three-dimensional visualization and clothing design was carried out. Features of today's electronic mannequins and body scanners are provided, and how these technologies interact and complement each other in creating high-quality designs and visualization of clothing. It was determined that 3D scanners allow scanning of the anatomical characteristics of the human body in order to create a virtual electronic mannequin. This process uses relevant rendering software such as Clo3D, Optitex – 3D Runway Design, Assyst – 3D Vidya and BROWZWEAR – VStitcher. These aspects testify to the perspective and importance of the introduction of modern technologies in the field of clothing design and production. **Scientific novelty.** Based on the analysis, a description of the functional and technical aspects of electronic mannequins and body scanners was formed, which allows us to determine their specifics in the context of clothing production and design. **Practical relevance.** The results of the research provide practical value, serving as a basis for improving modern technologies in the field of clothing design, as well as determining the prospects for their use in the fashion industry.

Key words: electronic mannequin, body scanner, visualization, automated system, clothing design, 3D technologies, CAD, clothing design, virtual clothing, 3D clothing, sensors, sensors.

AUTHOR'S NOTE:

Protsyk Bohdan, Postgraduate Student of the Department of Art and Fashion Design, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine, e-mail: bprtsk@gmail.com, orcid: 0000-0002-3882-5951

Gerasymenko Olena, Doctor of Philosophy, Senior Lecturer at the Department of Art and Fashion Design, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine, e-mail: gerasymenko.od@knutd.edu.ua, orcid: 0000-0001-8566-7215, Scopus Author ID: 57474366800

Pashkevych Kalyna, Doctor of Engineering, Professor, Dean of the Faculty of Design, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine, e-mail: kalina.pashkevich@gmail.com, orcid: 0000-0001-6760-3728, Scopus Author ID: 57191851112

Liuklian Nadiia, Postgraduate Student, Assistant of the Department of Art and Fashion Design, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine, e-mail: n.r.lyuklyan@gmail.com, orcid: 0000-0001-9598-8119

Kass Bohdan, Postgraduate student of the Department of Art and Fashion Design, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine, e-mail: kass@kass.ua, orcid: 0000-0001-7348-4788

Стаття подана до редакції 08.01.2023 р.