

УДК 62.493+687.1

О. Ю. МУРАХІВСКА-ПЕЧЕНЕЖСЬКА, аспірант, УПА, Харків

УДОСКОНАЛЕННЯ СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ПІДСТАВІ ТРЬОХВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Розв'язана важлива задача з розроблення методики створення заданої форми одягу для жінок на основі дослідження форми тіла, розробки методики побудови розгортки, тривимірного проектування форми. Досліджені методи визначення і забезпечення розмірів і форм одягу на людині. Визначені методи проведення експериментальних досліджень, планування та обстеження антропометричних показників, визначення тривимірних характеристик тіла людини.

Ключові слова: тривимірне проектування форми, антропометричні показники, тривимірне сканування, розгортка.

Вступ. На сучасному етапі розвитку людського суспільства активно розвивається процес розробки і впровадження в усі сфери життя людини інформаційних технологій, які дозволяють замість жорсткого механічного контролю впровадити гнучке інтелектуальне управління, підвищити продуктивність праці, збільшити обсяги виробництва, знизити собівартість виготовлення виробів. Одним з випадків подібного процесу є розвиваються програмні продукти та наукові напрямки в області проектування одягу в 3D просторі, який дає можливість використовувати віртуальне середовище для створення не тільки поверхні тіла людини, але і об'ємних моделей одягу. Такий спосіб створення конструкції виробу є засобом формалізації макетного методу і візуалізації уяв проектувальника про зовнішній вигляд майбутнього зразка, що дозволяє отримувати модель без попередньої примірки, а також виконувати примірку без виготовлення зразка.

Шляхи розвитку сучасних 3D САПР одягу дуже різноманітні. Проте ні в одну з існуючих САПР не вбудований: модуль повноцінної роботи над ескізом, тобто модуль проектування і творчої обробки майбутнього образу створюваного виробу. Даний модуль повинен забезпечувати отримання об'єктивної конструкторської інформації і спростити роботу конструктора в процесі проектування нових моделей складних форм.

При традиційному проектуванні конструкцій одягу проект моделі одягу задається ескізом або технічним малюнком, які не несуть інформації про просторової форми виробу. Тому конструктор часто працює в суперечності з художником. Відсутність повноцінного вирішення проблеми пошуку просторової форми виробу і засобів її відображення призводить до іншої проблеми - як зафіксувати знайдену просторову форму і передати цю інформацію конструктору. Існує необхідність розробки тривимірного модуля паралельної роботи над ескізом (графічної тривимірною моделлю виробу) та конструкцією (розгорткою модельної

поверхні). Рішення даної задачі ґрунтується на розробці методів інформаційного параметричного зв'язку початкових етапів проектування: тривимірного ескізу й інтерактивно пов'язаної з ним конструкції, а також розробці ескізної - конструкторського модуля інтегрованої САПР. У рамках концептуально нової системи проектування одягу будуть вирішені не тільки вузько промислові завдання, а й складні завдання з точки зору візуалізації об'єкту і побудови конструкцій. Нова система дозволить модельєрові - конструктору вийти за рамки жорстких умов традиційних кроїв, дозволить створювати творчий продукт, моделювати нові силуети, проектувати вироби складних об'ємних форм.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Сучасні методи вимірювання пов'язуються, насамперед, з впровадженням методів комп'ютерної графіки [1]. Впровадження цих методів найбільш актуальне до складних поверхонь, до яких відноситься, зокрема, тіло людини. Його вимірювання безпосередньо пов'язане з технологією виготовлення продукції легкої промисловості і забезпечується антропологічними стандартами.

В існуючих антропометричних стандартах [2, 3] наведені десятки розмірних ознак. Можна виділити лінійні ознаки (зростання), широтні (ширина спини, ширина грудей), обхоплювальної (обхват стегон, обхват талії). Досі їх рекомендують визначати за допомогою механічних вимірювальних засобів (вимірювальна стрічка, ростомір, вимірювальні циркулі) [4, 5]. Дані методи є дуже часовитратними, вимагають високої кваліфікації персоналу, відрізняються невисокою точністю. У деяких публікаціях [6, 7] розробляються методи фотограмметрії для визначення розмірних ознак. Проте варто відзначити реальність застосування таких методів для визначення широтних розмірів. При визначенні обхоплювальної характеристики вводиться ряд припущень, які, безсумнівно, значно знижують точність вимірювань.

Однією з актуальних задач при дизайні одягу є автоматизація процесу отримання інформації про параметри тіла людини на етапі розробки креслень конструкцій. [8, 9] Об'єднання системи автоматизованого проектування (САПР) одягу з системою автоматичного сканування (САС) фігур і одягу в єдиний вимірювально-проектний комплекс дозволяє включити всі етапи проектування одягу в єдину проектну середу. Дані можливості реалізуються в системі, яка являє собою 3-х мірний бодісканерах [10]. Дані системи поки ще досить дорого коштують. Як правило в 3D сканерах виходить поле точок, які показують загальну поверхню фігури людини. Отримання стандартних розмірних ознак на підставі поверхні точок реальної фігури залишається окремим завданням.

Мета дослідження: розробити методіку створення заданої форми одягу на основі дослідження форми тіла, розробки методіки побудови розгортки, тривимірного проектування форми.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: дослідити методи визначення і забезпечення розмірів і форм одягу на людині; визначити методи проведення експериментальних досліджень, планування та обстеження антропометричних показників, визначення тривимірних характеристик тіла людини; розглянути технологію тривимірного проектування одягу; дослідити методи формування поверхні за допомогою розгортки; розробити автоматизовану систему параметричного зображення одягу.

Методи визначення і забезпечення розмірів і форм складних поверхонь.

Антропометрію проводять за допомогою ретельно перевірених і відрегульованих вимірювальних приладів: ростоміра, сантиметрової стрічки, динамометра і так далі. Всі виміри бажано виробляти в першій половині дня, людина що обмірюється має бути одягнений в легкий трикотажний одяг. Для об'єктивності подальшої оцінки необхідно дотримувати вимоги до правил виміру. Аналіз антропометричних показників - найважливіший елемент дослідження відповідності фізичного розвитку віковим нормативам. Виявлені відхилення можуть представлятися чинниками для виготовлення одягу для людей з відхиленнями від норми фізичних показників. Тому уміння правильно оцінити отримані результати вимірів, може сприяти правильному підбору одягу.

Перший крок побудова діаграми (гістограма) розподілення частот, з якими зустрічаються різні розміри. Для цього вибираємо мінімальний визначений розмір.

Після побудови діаграм (гістограм) по всім або деяким розмірним ознакам треба з'ясувати закон розподілення випадкової величини, якою виступає розмірна ознака в інтервалі розмірів, що досліджуються.

Більшість подальших дій засновано на положенні про нормальне розподілення випадкових величин (рис. 2).

З тривимірними характеристиками у теперішній час пов'язують як правило, тривимірне бодисканування.

Основні властивості системи 3-мірного бодисканування: цифрова проекція структурованого білого світу; автоматизоване вимірювання тіла людини без контакту; незалежність точності вимірювання; час зняття розмірних ознак в межах 30 секунд; автоматичний аналіз тіла

клієнта і знаходження розмірних ознак; легке і швидке калібрування з управлінням щодо вимірюючої області; стаціонарність пристрою (ніякі частини не переміщуються) для кращої послідовності зняття вимірювань, легкого і дешевого обслуговування; програмне забезпечення, що дозволяє використовувати вимірювання в більшості систем САПР. Сканер ідентифікує десять ключових точок на тілі людини, а потім генерує розмірні ознаки. Сканер

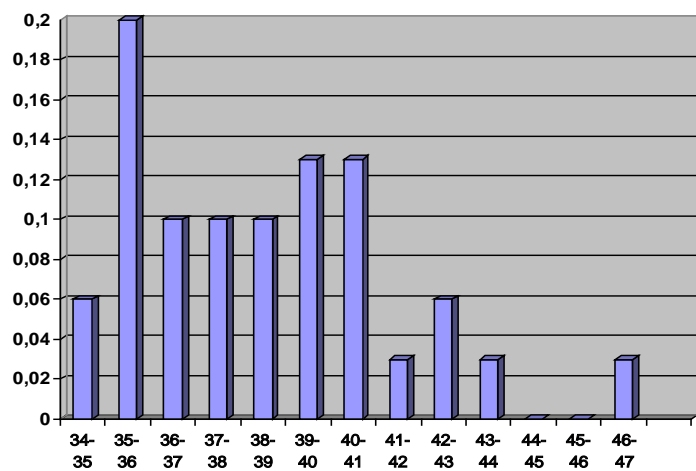


Рис. 1 – Діаграма (гістограма) залежності густини від розміру

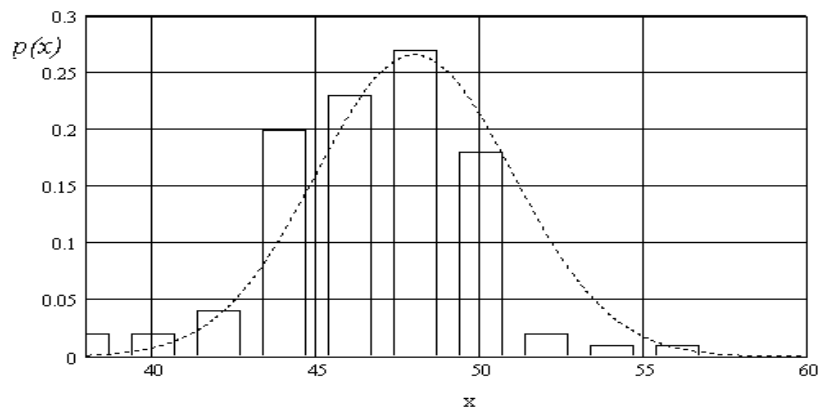


Рис. 2 – Порівняння теоретичних і експериментальних даних

дозволяє проводити повністю автоматичні вимірювання параметрів тіла і визначати розміри фігури.

Після зйомки на екрані комп'ютера з'являється 3-мірне зображення, з якого «знімаються» автоматично від 35-ти і більш розмірних ознак. Нами були проведені процедури сканування манекенів, які підтвердили досить високу точність визначення розмірів. При необхідності користувач в ручному режимі може зняти будь-яку кількість розмірних ознак додатково.

В Українській інженерно педагогічній академії функціонує порівняно недорогий 3D сканер. Процес проведення досліджень за допомогою нього полягає в обведенні вимірюваного об'єкта приладом. Точки досліджуваного об'єкта фіксуються комп'ютером і відображається на екрані у вигляді поверхні (рис. 3). На жаль, безпосередньо використовувати отримані дані важко. Насправді поверхню (рис. 3) являє собою безліч незв'язаних з собою точок, кількість яких становить близько двох мільйонів. Навіть сучасні комп'ютери насилу справляються з такою кількістю інформації.

У зв'язку з цим можна поставити ряд завдань щодо використання даного пристрою. Перша полягає в побудові реальної поверхні фігури або одягу для використання з метою дизайну або подальшого отримання розгорток. Друге завдання - визначення реальних розмірних ознак для реального конструювання. Займемося поки другим завданням і зосередимося на найбільш складній частині - визначенні охоплювальної розмірів.

З'ясуємо спочатку, яку інформацію можна витягти з отриманих даних. При збереженні даних з 3D сканера у вигляді DXF файлу, останній можна відкрити за допомогою текстових програм. Кожна точка в ньому виділяється визначником POINT, після чого слід ряд даних (номер, колір і т.д.). Нас найбільше цікавлять координати точок. Так, після визначника 10 у файлі розташовується число абсциса точки, після визначника 20 - ордината точки, після визначника 30 - аппликата точки.

Враховуючи наше прагнення визначати охоплювальні ознаки, які розташовуються на певній висоті, спробуємо позбутися однієї координати.

Для цього розіб'ємо загальну поверхню точок поперечними перетинами з відстанями між ними Δz на ряд областей, кожна з яких близька до плоскої фігури (рис. 4)



Рис. 3 – Поверхня, одержана за допомогою 3D сканеру



Рис. 4 – Розбиття поверхні поперечними перетинами

Методи формування поверхні за допомогою розгортки. Контрольні вимірювання можуть проводитися за допомогою 3D сканеру або механічними засобами. Експериментальна установка з вимірювання поверхні тіла людини наведена на рис. 5. На ньому означено – 1 – тіло, поверхню якого досліджується, 2 – стійка дослідної установки, 3 – кільце, 4 – спиці.

Вимірюючи довжину спиць, можна знайти параметри поверхні на різній висоті. За допомогою тривимірних методів побудований віртуальний манекен (рис. 6)

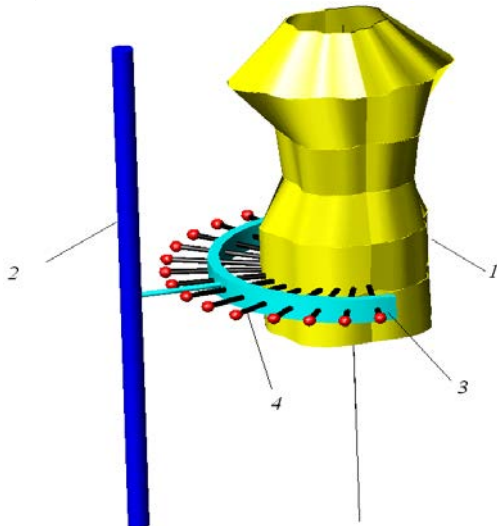


Рис. 5 – Експериментальна установка

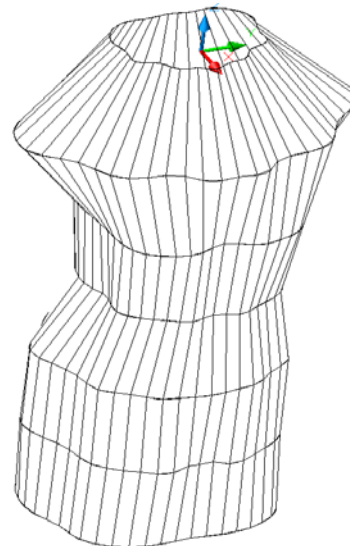


Рис. 6 – Віртуальний манекен

Спробуємо виконати розгортку плечової області даного манекену.

Для цього виділимо ділянки так, як показано на рис. 7.

Введемо означення, показані на рис. 8

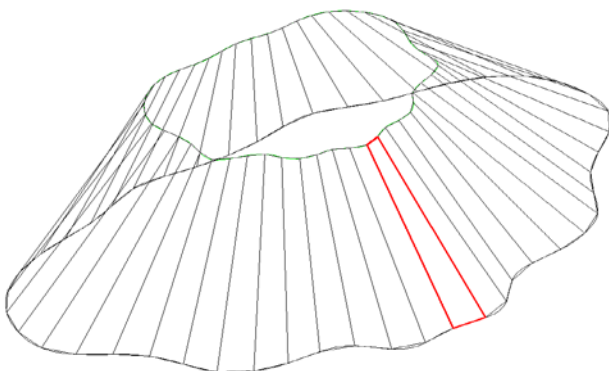


Рис. 7 – Виділення елемента

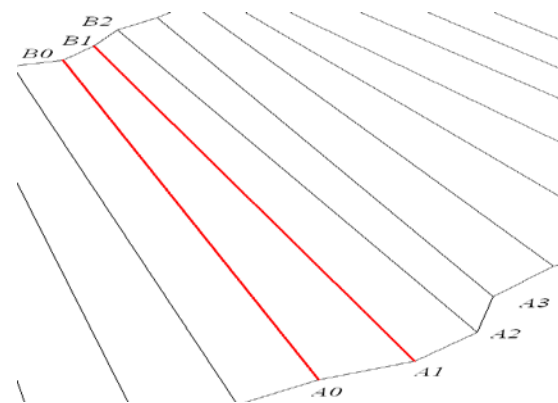


Рис. 8 – Визначення координат елемента манекену

Шукаємо координати наведених точок

Довжини нижніх горизонтальних ділянок будемо шукати за формулами

$$L_0 = \sqrt{(xA_{i+1} - xA_i)^2 + (yA_{i+1} - yA_i)^2 + (zA_{i+1} - zA_i)^2} .$$

Довжини верхніх горизонтальних ділянок будемо шукати за формулами

$$L_1 = \sqrt{(xB_{i+1} - xB_i)^2 + (yB_{i+1} - yB_i)^2 + (zB_{i+1} - zB_i)^2} .$$

Довжини вертикальних ділянок знаходимо за формулами

$$L_2 = \sqrt{(xB_i - xA_i)^2 + (yB_i - yA_i)^2 + (zB_i - zA_i)^2}.$$

Довжини діагоналей знаходимо за формулами

$$L_3 = \sqrt{(xB_{i+1} - xA_i)^2 + (yB_{i+1} - yA_i)^2 + (zB_{i+1} - zA_i)^2}$$

За допомогою сучасних програмних засобів можна виконати розгортку плечової зони манекену (рис. 9)

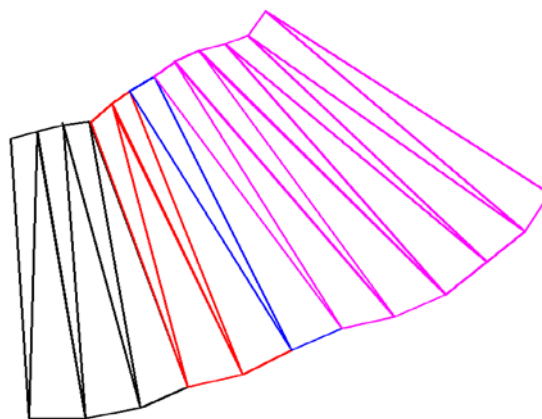


Рис. 9 – Розгортка плечової зони манекену

Висновки. В результаті виконання роботи розв’язана важлива задача з розроблення методики створення заданої форми одягу для жінок на основі дослідження форми тіла, розробки методики побудови розгорток, тривимірного проектування форми.

1. Досліджені методи визначення і забезпечення розмірів і форм одягу на людині.
2. Визначені методи проведення експериментальних досліджень, планування та обстеження антропометричних показників, визначення тривимірних характеристик тіла людини.
3. Розглянута технологія тривимірного проектування одягу для жінок.
4. Досліджені методи формування поверхні за допомогою розгортки.

Список літератури: 1. [Sumanta, Guha](#). Computer Graphics Through OpenGL: From Theory to Experiments Hardcover [Текст] NW CRC press. Taylor and Francis book– August 6, 2014 - 350 p. 2. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды ГОСТ 17522-72 Межгосударственный стандарт [Текст] М.: Стандартинформ -1987. -91с. 3. Типовые фигуры мужчин. Размерные признаки для проектирования одежды ГОСТ 17521-72 Межгосударственный стандарт [Текст] МКС 61.020 М.: Стандартинформ- 2005. 25 с. 4. Коблякова, Е. Б. Конструирование одежды с элементами САПР: Учебник для вузов [Текст] / Коблякова, Е. Б., Ивлева, Г. С., Романов, В. Е и др. – М.: Легпромбытиздат, 1988 5. Залкінд, В. В. Удосконалення процесу проектування жіночого плечового одягу з урахуванням вікових груп українського споживача [Текст]/. Дис.канд.техн.наук. Хмельницький національний університет. – 2009. – 194 с. 6. Система для автоматического трехмерного измерения тела человека и автоматического расстояния между размерными точками [Текст]/СПб: ЛабДепо, 2013,- 2 с. 7. Иванов, А. Ю. Технологические методы обеспечения качества изделий [Текст] / А. Ю. Иванов, Д. Б. Леонов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. — Санкт-Петербург, 2011. — № 5 (75). — С. 111—114. 8. Шершнева, Л. П. Прогнозирование перспективной потребности на швейные изделия [Текст] / Л. П. Шершнева, С. Г. Сунаева // Швейная промышленность. — Москва, 2010. — № 5. — С. 42—44. 9. Яковлева, С. В. Методика группирования сборочных единиц изделия : [швейное предприятие] [Текст] / С. В. Яковлева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. — Ростов-на-Дону, 2011. — № 1 (159). — С. 145—148. 10. Яковлева, С. В. Совершенствование технической подготовки швейного производства на основе групповой технологии [Текст] / С. В. Яковлева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. — Ростов-на-Дону, 2010. — № 6 (158). — С. 120—122.

Bibliography (transliterated): 1. Sumanta, Guha (2014). Computer Graphics Through OpenGL: From Theory to Experiments Hardcover. NW CRC press. Tailor and Francis book, August 6, 350. 2. GOST 17522-72 Tipovyye figuryi zhenshin. Razmernyye priznaki dlya proektirovaniya odezhdyi Mezhgosudarstvennyiy standart, M.: Standartinform, 1987, 91. 3. GOST 17521-72 Tipovyye figuryi muzhchin. Razmernyye priznaki dlya proektirovaniya odezhdyi Mezhgosudarstvennyiy standart, MKS 61.020 M.: Standartinform, 2005, 25. 4. Koblyakova, E. B. (1988). Konstruirovaniye odezhdyi s elementami SAPR, Uchebnik dlya vuzov , M.: Legprombytizdat, 355, 96. 5. ZalkInd, V. V. (2009) Udoskonalennyya protsesu proektuvannya zhInochogo plechovogo odyagu z urahuvannyam vIkovih grup ukraYinskogo spozhivacha. Dis.kand.tehn.nauk. Hmelnitskiy natsIonalniy unIversitet, 194. 6. Sistema dlya avtomaticheskogo trehmernogo izmereniya tela cheloveka i avtomaticheskogo rasstoyaniya mezhdru razmernyimi tochkami (2013). SPb: LabDepo, 2. 7. Ivanov, A. Yu. (2011). Tehnologicheskie metodyi obespecheniya kachestva izde-lyiy. Nauchno-tehnicheskiiy vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta informatsionnyih tehnologiy, mehaniki i optiki. Sankt-Peterburg, 5 (75), 111—114. 8. Shershneva, L. P. (2010). Prognozirovaniye perspektivnoy potrebnosti na shveynyie izdeliya. Shveynaya promyshlennost. Moskva, 5, 42—44. 9. Yakovleva, S. V.(2011). Metodika gruppировaniya sborochnyyih edinits izde-lyiya: shveynoe predpriyatie. Izvestiya vyisshih uchebnyih zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tehnicheskiiye nauki Rostov-na-Donu, 1 (159), 145—148. 10. Yakovleva, S. V. (2010). Sovershenstvovaniye tehnicheskoy podgotovki shveynogo proizvodstva na osnove gruppovoy tehnologii. Izvestiya vyisshih uchebnyih zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tehnicheskiiye nauki. — Rostov-na-Donu, 6 (158), 120—122.

Надійшла (received) 28.02.2015