

ЗУБКОВА Л.І., ІГНАТЕНКО І.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

## ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ГРАДАЦІЇ ЛЕКАЛ ВИРОБІВ РІЗНИХ РОЗМІРНИХ ГРУП В УМОВАХ МАЛОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Мета.** Дослідження можливості використання сучасного програмного забезпечення для підвищення якості та скорочення процесу градації лекал для виробів різних розмірних груп в умовах малого підприємства.

**Методика.** Дослідження базується на використанні загальнонаукових методів порівняльного, візуально-аналітичного, системно-інформаційного та структурно-функціонального аналізу.

**Результати.** Для досягнення поставленої мети в роботі проаналізовані можливості графічних та параметричних САПР одягу для отримання якісних остаточних лекал в процесі їх технічного розмноження на різні розмірні групи виробів. Розкрито особливості їх використання та функціональні можливості. Визначені переваги використання параметричних автоматизованих програм на прикладі САПР «Грація» для задач конструкторської підготовки виробництва. Запропонована удосконалена схема послідовності побудови та градації лекал у порівнянні з існуючою, що дозволяє заощаджувати час та ресурси підприємства. Визначено основний набір інструментів та додаткові засоби для процесу градації. На прикладі жіночої спідниці виконана апробація запропонованої послідовності процесу та розроблені остаточні лекала, якість яких була перевірена за рахунок використання віртуальних примірок на цифрових манекенах відповідних розмірів та підтверджена в процесі виготовлення тестових зразків.

**Наукова новизна.** Запропоновано підхід, що узагальнює та спрощує процес адаптації існуючих інструментів автоматизованої градації лекал для виробів різних розмірних груп. Запропоновано алгоритм удосконаленої послідовності побудови та градації остаточних лекал у порівнянні з існуючою з метою скорочення витрат часу на конструкторську підготовку виробництва.

**Практична значимість.** Виконана апробація запропонованого алгоритму побудови та градації лекал, результатом чого стали комплекти остаточних лекал жіночих спідниць на різні групи розмірів. Підтверджена необхідність проведення віртуальної примірки лекал на цифрових манекенах для кожного розміро-зросту або для групи розмірів (малі, середні, великі) з метою контролю якості посадки виробів на типових або індивідуальних фігурах. З метою гармонізації сприйняття виробу на фігурі людини та пропорційного взаємозв'язку деталей розроблені пропозиції щодо величин конструктивних елементів спідниць жіночих для різних розмірних груп, таких як глибини складок, ширини планок, габаритні розміри кишень, ширини оздоблюваних строчок тощо.

**Ключові слова:** система автоматизованого проектування (САПР) одягу, конструкторська підготовка виробництва, градація (технічне розмноження) лекал, конструктивний елемент, остаточні лекала.

## RESEARCH OF AUTOMATED PATTERN GRADING PROCESS FOR PRODUCTS OF DIFFERENT SIZE GROUPS IN SMALL ENTERPRISE

ZUBKOVA L.I., IHNATENKO I.V.

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

**Purpose.** *The objective is to investigate the possibility of utilizing modern software to enhance the quality and streamline the pattern grading process for products of various size groups within the context of a small-scale enterprise.*

**Methodology.** *The research is based on the utilization of interdisciplinary methods, including comparative, visual-analytical, systemic-informational, and structural-functional analyses.*

**Results.** *To achieve the set goal, this work analyzed the capabilities of graphic and parametric Computer-Aided Design (CAD) software for obtaining high-quality final patterns during the process of technical reproduction for various size groups of garments. The usage and functional capabilities of these software tools were explored. The advantages of utilizing parametric automated programs, exemplified by the "Grazia" CAD system, for production design tasks were identified. An improved sequence of pattern construction and grading was proposed, comparing it with the existing method, which results in time and resource savings for the enterprise. The main set of tools and additional means for the grading process were determined. Using a women's skirt as an example, the proposed process sequence was validated, and final patterns were developed. Their quality was verified through the use of virtual fittings on digital mannequins of appropriate sizes and confirmed during the production of test samples.*

**Scientific novelty.** *A proposed approach has been presented that generalizes and simplifies the process of adapting existing automated pattern grading tools for products of various size groups. An algorithm for an improved sequence of pattern construction and grading has been suggested in comparison to the existing method, aiming to reduce the time spent on production design preparation.*

**Practical value.** *The proposed algorithm for pattern construction and grading was validated, resulting in sets of final patterns for women's skirts in various size groups. The necessity of conducting virtual fittings of patterns on digital mannequins for each size-height combination or size groups (small, medium, large) was confirmed to ensure the fit quality of garments on typical or individual body shapes. In order to harmonize the perception of the garment on the human figure and establish proportional relationships between garment components, suggestions were made regarding the dimensions of structural elements for women's skirts in different size groups, such as pleat depths, waistband widths, pocket dimensions, decorative seam widths, and so on.*

**Keywords:** *Computer-Aided Design (CAD) system for clothing, production design, pattern grading (technical reproduction), structural element, final patterns.*

**Вступ.** Сучасні системи автоматизованого проєктування (САПР) одягу пропонують великий набір функцій і можливостей та забезпечують автоматизоване виконання всіх етапів проєктування швейного виробу, починаючи зі створення ескізу за допомогою графічних редакторів і закінчуючи одяганням віртуального виробу на цифровий манекен. Послідовність розробки нової моделі одягу в автоматизованому режимі дещо відрізняється від традиційного "ручного" проєктування. На сучасному етапі розвитку автоматизації швейної галузі САПР поділяються на дві групи: системи 2-CAD/CAM, які виконують двовимірне конструювання, та системи 3-CAD/CAM, які виконують просторове конструювання одягу. Перший вид систем базується на використанні дискретної інформації про розмірні ознаки фігури

людини та спрямовані на створення плаского креслення конструкції деталей одягу. Другий вид систем базується на використанні вихідної інформації у вигляді тривимірного зображення фігури людини та інженерних методах конструювання. Вони спрямовані безпосередньо на об'ємно-просторову форму виробу, де конструкція будується як розгортка об'ємної поверхні моделі на площині [ 1,2,3,14,15 ].

На ринку України представлено близько 20 САПР, розробниками яких є закордонні та вітчизняні фірми. Найбільш відомими є: Lectra systems (Франція), Investronica systems (Іспанія), Gerber Garment Technology (США), Grafis (Німеччина), Novo Cut systems (Німеччина), Pad systems (Канада), Optitex (Ізраїль), Consult (Болгарія), Gemini CAD (Туреччина), JULIVI

(ф. САПР-Легпром, м. Луганськ), Грація (ф. Інфоком, м. Харків). Ці системи дозволяють виконувати в автоматизованому режимі більшість видів робіт конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, включаючи градацію лекал. Відомо, що розробка моделей одягу для промислового виробництва здійснюється на базовий розмір і зрост у рекомендованій розмірній і повнотній групах. Процес розробки комплекту лекал деталей одягу різних розмірів і зросту на основі лекал-оригіналів деталей виробу середнього розміро-зросту здійснюється методами градації лекал.

Удосконалення градації лекал здійснюється в двох напрямках: удосконалення принципів (теоретичних основ) градації лекал та техніки (практичних прийомів) градації. Раціональний метод градації лекал повинен забезпечувати отримання виробів однакової посадки і об'ємно-пластичного образу на фігурах як середнього, так і крайнього розміро-зросту. Мінливість розмірних ознак фігур визначає величини змінювання деталей на опорних ділянках виробу. На неопорних ділянках змінювання деталей за розмірами і зростом залежить ще й від силуетного рішення виробу. При цьому слід враховувати, що прибавки на динаміку рухів, повітряний прошарок, композицію для виробів середніх і крайніх розмірів також різні [4].

Розмноження лекал деталей є одним із найбільш трудомістких та складних технічних завдань конструкторської підготовки виробництва одягу та включає в себе отримання комплектів лекал потрібних розмірів, зростів та повнот на основі лекал базового розміро-зросту шляхом збільшення або зменшення відповідних деталей вихідного розміру. Градація дозволяє адаптувати деталі одягу до різних розмірів тіла, забезпечуючи

при цьому збереження форми та стилістики моделі.

Існує два способи розмножити лекала: способом постійних приростів (за схемами) у конструктивних точках та шляхом перебудови алгоритму.

В першому випадку лекала інших розмірів отримують шляхом пропорційного збільшення або зменшення лекал базового розміру. Цей спосіб є наближеним, використання його може привести до невідповідності довжини та конфігурації з'єднаних зрізів, спряженості лекал, а також до порушення посадки та балансових характеристик, погіршення якості виробу. Що далі розмір знаходиться від базового, то значнішим може бути невідповідність. І хоча градація через величини приростів не займає багато часу на розмноження лекал, потім можна витратити години на перевірку та коригування. [6].

Альтернативою вищезазначеному методу є перебудова лекал у кожному розмірі та зрості з використанням відповідних значень розмірних ознак. Тобто для кожного нового розміру необхідно повторити ті ж дії, які були виконані при побудові лекал у базовому розмірі. Цей спосіб дозволяє забезпечити високу якість лекал у всіх розмірах та зростах, але потребує значно більше часу.

Обидва способи градації давно автоматизовано в спеціалізованих комп'ютерних програмах (системи автоматизованого проектування або САПР), що значно спрощують, прискорюють сам процес і покращують точність отриманих результатів. Загалом, САПР вирішують широкий спектр задач конструкторсько-технологічної підготовки і організації швейного виробництва [8] (рис.1).



Рис.1. **Задачі, які вирішують САПР одягу**

Всі САПР одягу можна умовно поділити на дві великі групи: графічні та параметричні (за способом отримання креслення). Останні, в

свою чергу, можуть бути закритими або відкритими (за можливістю редагування алгоритма побудови).

Велика кількість САПР, які сьогодні присутні на ринку, є графічними. На перший погляд, робота в них може здатися простішою, ніж в параметричних програмах, але при внесенні змін у процес побудови одного лекала відповідні зміни не враховуються в інших, взаємопов'язаних з ним лекалах. Наприклад, якщо конструктор відредагував довжину пройми, довжину оката рукава доведеться перевіряти і редагувати додатково [11]. Тобто, в результаті отримуємо лекала, градувати які можна тільки способом постійних приростів у конструктивних точках, а цей спосіб дає досить наблизений результат, особливо на широких розмірних рядах.

На відміну від графічних програм, параметричні програми дозволяють забезпечити взаємозв'язок деталей та їх окремих ділянок під час побудови лекал. При внесенні змін в одну деталь відповідні зміни автоматично вносяться у пов'язані з нею лекала. В параметричних програмах градація реалізована шляхом перебудови алгоритму для кожного розміру, що забезпечує найвищу якість розмноження лекал. Крім того, наявність необмеженої параметризації побудови конструкцій дозволяє враховувати не тільки уніфіковані або нормалізовані конструктивні характеристики (наприклад, величини припусків, розміри конструктивних елементів тощо), але й показники властивостей матеріалів, наприклад, ступінь усадки по

довжині та ширині тканини, величину розтяжності матеріалу тощо [12].

Закриті параметричні САПР дають можливість отримувати нові модельні конструкції шляхом перетворення готових базових конструкцій, що є в програмі. В якійсь мірі, такий підхід обмежує кількість помилок, яких може припуститися конструктор, але, разом з тим, це обмежує самого конструктора в реалізації нестандартних творчих задумів. До прикладу, побудувати конструкцію за авторським, напрацьованим за багато років практики, методом в такому середовищі важко або неможливо. Градація в такій програмі відбувається автоматично, але впливу на неї конструктор не має або має мінімальний [1,13].

Найбільше свободи і інструментів фахівець отримує в параметричній САПР відкритого типу. Наявність алгоритмів послідовного запису побудови креслень та оформлення лекал дозволяють вносити зміни в конструкцію на будь-якому етапі побудови. Конструктор може творити, будувати за будь-якою, в тому числі і власною методикою, а налаштувавши градацію за допомогою існуючих параметрів, гарантувати якість виробів у всіх розмірах і зростах, а також отримувати лекала не тільки на типові, але і на індивідуальні фігури [10,11] (табл.1).

Таблиця 1.

**Порівняння графічних та параметричних САПР одягу**

САПР одягу			
ГРАФІЧНІ		ПАРАМЕТРИЧНІ	
Недоліки	Переваги	Недоліки	Переваги
Відсутній взаємозв'язок між деталями після побудови конструкції	Легша і простіша побудова конструкції, можливість її візуального редагування	Складніше опанувати процес створення ефективних алгоритмів	Повний взаємозв'язок між відповідними ділянками деталей
Кожну деталь потрібно редагувати окремо	Потрібно менше часу для освоєння програми	Потрібно більше часу для освоєння програми	Автоматична перебудова всіх пов'язаних деталей після редагування вихідної деталі
Градація по нормам, що задає конструктор. Відсутня гарантія спряження зрізів	Підходить для градації оцифрованих паперових лекал	Обмежені можливості для візуального редагування конструкції	Градація шляхом перебудови конструкції в кожному розмірі. Гарантія спряження відповідних зрізів
Зниження якості градації при віддаленні від базового розміру		Градація оцифрованих паперових лекал можлива, але дуже трудомістка	Якісна градація в будь-якому розмірі ряду

Постановка завдання. З метою забезпечення якості отримання після градації остаточних лекал на різні групи розмірів, було поставлене завдання вивчення можливостей сучасних

САПР та їх інструментів щодо удосконалення техніки розмноження лекал в умовах малого підприємства.

**Результати дослідження.** Виходячи з вищезазначеного, на прикладі малого підприємства, що працює за замовленнями іноземних фірм, була запропонована та апробована послідовність виконання градації лекал, що дозволяє забезпечити високу якість виробу при зменшенні витрат часу. Розробка та градація лекал здійснювалась в відкритій параметричній САПР «Грація», яка має необхідний і достатній інструментарій для вирішення поставлених задач. В САПР

«Грація» етапи конструювання, моделювання виробів та градації лекал реалізовані в одній підсистемі, оскільки побудова креслення виробу та отримання лекал нерозривно пов'язана з градацією.

При виконанні процесу розмноження лекал, як в ручному, так і в автоматизованому режимі, зазвичай використовується послідовність дій, що наведена на рис. 2.



Рис.2. Схема існуючої послідовності дій при розробці та градації лекал

Маючи на меті підвищення якості отриманих остаточних лекал на різні групи розмірів та заощадження ресурсів підприємства, була запропонована удосконалена схема послідовності дій отримання градованих лекал, яка була апробована на прикладі

розробки моделей спідниць жіночих. Технічні рисунки виробів, що спроектовані на одній конструктивній основі та відрізняються довжиною виробу та деталями поясу, представлені на рис.3.



Рис. 3. Технічні рисунки спідниць жіночих

Лекала були розроблені на розміри стандарту ALVANON (США), відповідно до затвердженої замовником розмірної сітки.

Побудова та градація лекал здійснювалась на 12 розмірів (розм. 2-24 для обхвату грудей 85-130 см) для зросту 170 см (табл.2).

Таблиця 2.

**Відповідність розмірів стандарту ALVANON абсолютним значенням обхватам грудей, талії та стегон жіночої фігури**

Розмір	Розмір											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Обхват грудей, см	85,1	87,6	90,2	92,7	95,9	100,3	104,8	109,2	114,3	119,4	124,5	129,5
Обхват талії см	68,6	71,1	73,7	76,2	80,0	84,5	88,9	93,3	98,4	104,1	109,9	115,5
Обхват стегон, см	93,3	95,9	98,4	101,0	104,1	108,0	111,8	115,6	120,7	125,7	130,8	135,9

На рисунку 4 показано, як працює розроблений алгоритм для проектування спідниць у двох варіантах. Для отримання первинних лекал в САПР «Грація» був використаний умовний оператор «якщо..., то ..., інакше...». За його допомогою можна записати будь-які умовні логічні ситуації та перевести їх в автоматичний режим виконання [10]. Якщо ввести параметр «Варіант» (назва може бути довільною) і надати йому два значення, а саме 1 і 2 відповідно до видів спідниці, то можна записувати в алгоритм різні

кроки побудови в залежності від того, який варіант активний в даний момент часу.

Як результат, в одному файлі програма записує дії, що відображають побудову обох спідниць паралельно.

Таким чином, використання умовного оператора відкриває широкі можливості для організації інтелектуальних (в тому числі циклічних) процесів, коли система з сумлінного виконавця команд проєктувальника перетворюється на його інтелектуального помічника [5,7,10].

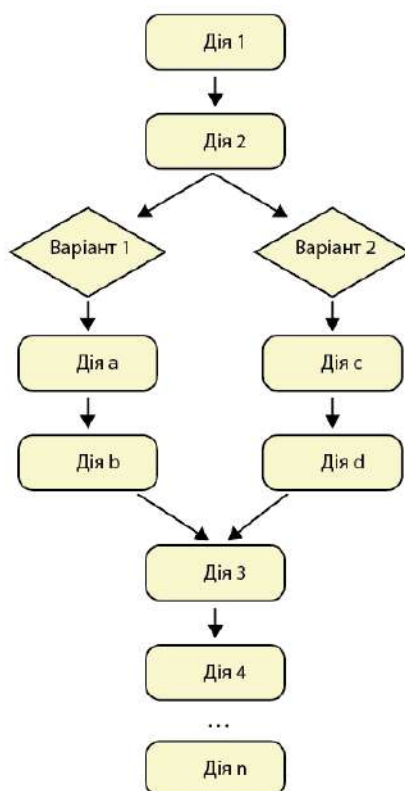


Рис 4. Принцип функціонування умовного оператора

Враховуючи широкий розмірний ряд, доцільно розробляти лекала у всіх розмірах ряду одночасно, візуально контролюючи результат. Як показує практика, після розробки лекал на малий або середній базовий розмір, може виявитися, що в великому розмірі деталі не проходять в ширину тканини. І хоча в програмі зміни можна вносити в будь-яку частину алгоритму і на будь-якому етапі, виявити і виправити це легше на етапі проєктування.

Запропонована послідовність також дозволяє враховувати можливі відмінності в довжинах та конфігураціях ліній лекал різних розмірів. Наприклад, коли є потреба задати різну конфігурацію лінії низу або лінії талії спідниці для певних розмірів чи груп розмірів, в нагоді знову стане умовний оператор (рис.5).

Враховати певні конструктивні особливості і тим самим забезпечити якість градації лекал виробів широкого

524	Если	Размер<9
525	Корекція Без'є	л100304 -1 к122636фффх О 2 1.000000 0.000000 11(0;0.000000;0.000000) 1.330350 -0.000000
526	Если	Размер>9 &Размер<17
527	Корекція Без'є	л100304 -1 к122636фффх О 2 1.000000 0.000000 10(0;0.000000;0.000000) 1.279121 0.000000
528	Если	Размер>17
529	Корекція Без'є	л100304 -1 к122636фффх О 2 1.000000 0.000000 11(0;0.000000;0.000000) 1.158356 0.000000

рис. 5 Задання бажаної конфігурації лінії талії для різних груп розмірів

розмірного ряду дає можливість використання «Табличної формули» [10]. Вона дає змогу задати для окремих розмірів або груп розмірів різні величини конструктивних параметрів. Для досліджуваних спідниць це глибина складки, розміри кишень, ширина планки, ширина оздоблювальної строчки. Оскільки задавати різне значення конструктивних параметрів для кожного розміру ряду буває недоцільно, виробу Таблиця 3.

**Значення глибини складок для різних груп розмірів**

Розмір	2-8	10-16	18-24
Глибина складки	8	9	10

Таблиця 4.

**Значення ширини кишені для різних груп розмірів**

Розмір	2-8	10-16	18-24
Ширина кишені	16	17	18

за розмірами було поділено на 3 групи: малу - (розм.2-8), середню - (розм.10-16) та велику (розм.18-24) і для кожної групи визначене своє значення параметра (табл. 3,4).

Під час градації лекал програма братиме відповідне для розміру значення глибини складки або ширини кишені і підставлятиме його в алгоритм побудови конструкції.

Для контролю якості посадки виробу в різних групах розмірів доцільно використовувати засоби 3D візуалізації або віртуальної примірки лекал. Візуалізація є заміною виготовлення первинного тестового зразка та дозволяє, тим самим, заощадити час та ресурси. Так, віртуальну примірку можна здійснити в програмах CLO 3D, Brozewear, Style3D [9]. В даному випадку були використані ресурси програми CLO 3D.

Необхідність візуалізації пов'язана ще й з тим, що деякі моменти під час побудови конструкції важко передбачити аналітично. Практичний досвід конструктора, звісно, дає багато переваг і може робити процес проєктування більш прогнозованим. Але деякі моменти

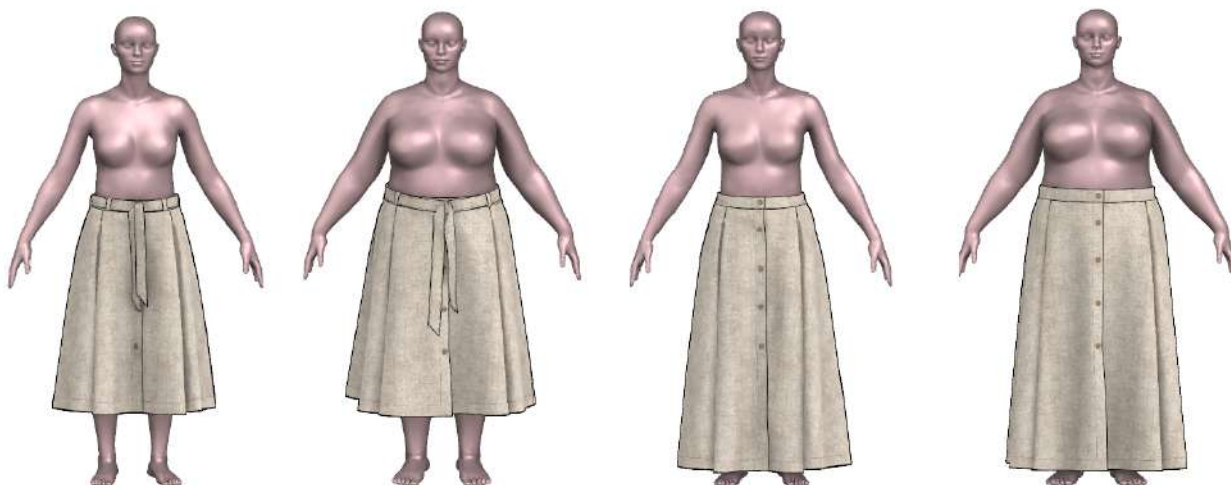
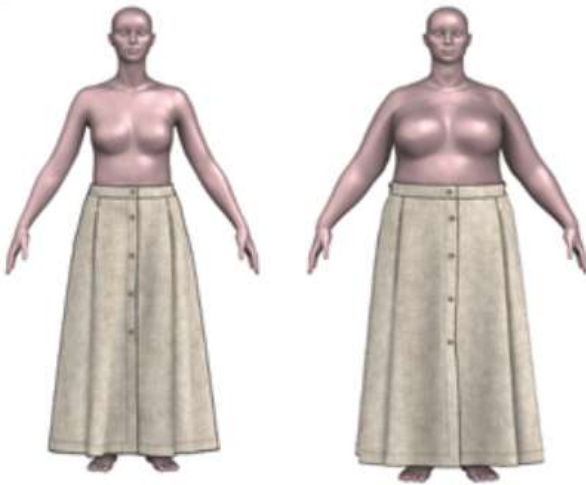


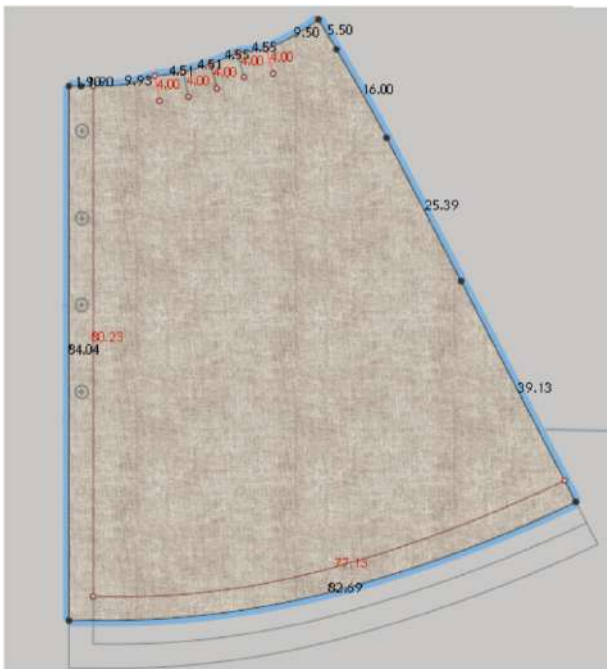
Рис.6. Візуалізація спідниці в різних розмірах на цифровому манекені



**Рис. 7. Оцінка візуального сприйняття ширини планки в різних розмірах**

простіше оцінити візуально і, за необхідності, відразу внести в конструкцію необхідні коригування.

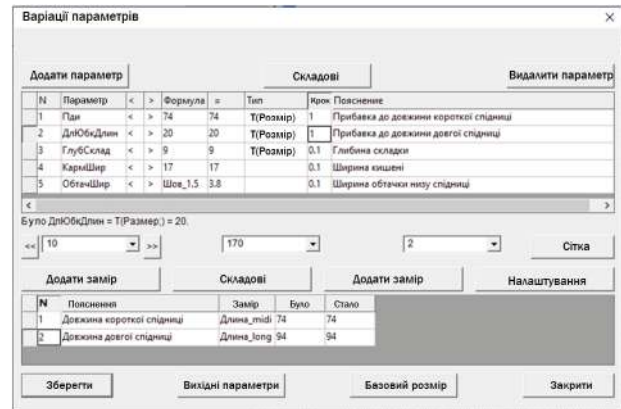
На цифрових манекенах доцільно оцінювати об'ємність, довжину виробу, довжину поясу, конфігурацію конструктивних ліній, пропорційне співвідношення деталей виробу, загальну гармонійність образу в кожному окремому розмірі (рис.6). Необхідні коригування враховуються в лекалах відповідних розмірів.



**Рис.8. Референсні лінії (контури початкових лекал)**

Так, в результаті віртуальної примірки, було прийнято рішення планку під застібку у групі великих розмірів зробити шириною 4 см, в той час як в малих і середніх розмірах залишити її шириною 3,5 см (рис.7).

Після візуалізації і початкового аудиту лекал виробу вносяться зміни в алгоритм



**Рис.9. Налаштування значень параметрів в САПР «Грація»**

побудови моделі (він же алгоритм градації) в САПР.

Це можна зробити, орієнтуючись на сірі референсні лінії в CLO 3D (контури початкових лекал). По ним легко оцінити ситуацію «було-стало» (рис. 8).

Для коригування деталей складних форм або при наявності великої кількості виправлень існує можливість імпортувати в САПР ілюстрацію нових контурів деталі, як підкладки, щоб з її допомогою відтворити нову форму лекала максимально точно.

Всі коригування в параметричних САПР здійснюються за допомогою змін значень параметрів. Для виробів, що проєктуються, приклад таблиці з переліком параметрів наведений на рис.9.

Після внесення виправлень в лекала доцільно ще раз провести віртуальну примірку, щоб оцінити отриманий результат. Особливо це актуально, якщо за результатами візуалізації мали місце значні стилістичні виправлення, коригування пропорцій виробу або зміна розташування і конфігурації конструктивних ліній.

Віртуальна примірка дає можливість





Рис.10. Тестові зразки у базовому та крайніх розмірах

забезпечити якісний результат при розробці і градації лекал приблизно на 80-90%. Решта досягається за рахунок обов'язкового виготовлення тестових зразків (Рис. 10). Після нього, за необхідності, в лекала також можуть бути внесені зміни і проведена ще одна 3D примірка. Зазвичай рекомендується

проводити 2-3 віртуальних примірки та виготовляти 1-2 тестових зразків в кожній групі розмірів.

Класично, процес розробки лекал і їх градації (рис. 2) є не тільки більш ресурсоємним і довшим. Досить часто буває, що розробку і градацію



Рис.11. Запропонована схема процесу розробки та градації лекал

здійснюють різні спеціалісти або навіть різні організації, які не мають між собою контакту [9]. Тобто, звична схема роботи має визначений ряд недоліків, а відтак є більш складною і менш ефективною.

Особливістю запропонованої послідовності (рис. 11) є здійснення градації лекал паралельно з побудовою конструкції, що дозволяє значно заощаджувати час та матеріальні ресурси на розробку лекал. Крім

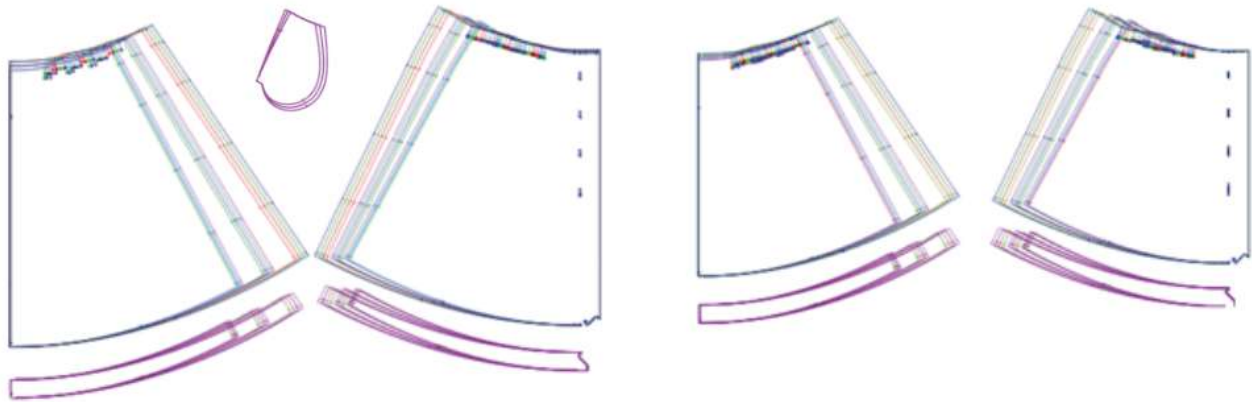


Рис.12. Лекала 12 розмірів довгої та короткої спідниць (варіант1 та варіант2)

Таблиця 5.

**Виміри виробів в готовому вигляді за розмірами для зросту 170 см**

Виміри в готовому вигляді	№	Розмір											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Обхват спідниці по лінії талії	1	71,8	74,3	76,8	79,4	83,8	88,3	92,7	97,2	102,6	108,3	114,0	119,7
Обхват спідниці по лінії стегон	2	106,7	109,2	111,8	114,3	118,4	122,9	127,3	131,8	137,5	143,2	148,9	154,6
Довжина короткої спідниці	3	59,1	59,1	59,1	59,1	60,0	60,0	60,0	60,0	61,0	61,0	61,0	61,0
Довжина довгої спідниці	4	83,5	83,5	83,5	83,5	83,8	83,8	83,8	83,8	84,1	84,1	84,1	84,1

Таблиця 6.

**Різниця значень розмірних ознак суміжних розмірів**

Параметр	№	Різниця між значеннями розмірних ознак в суміжних розмірах											
		4-2	6-4	8-6	10-8	12-10	14-12	16-14	18-16	20-18	22-20	24-22	
Обхват спідниці по лінії талії	1	2,5	2,5	2,5	4,4	4,4	4,4	4,4	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Обхват спідниці по лінії стегон	2	2,5	2,5	2,5	4,4	4,4	4,4	4,4	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7



того, у випадку використання даної схеми, обидва процеси здійснюються одним спеціалістом, що також сприяє підвищенню рівня якості градації.

Таким чином, в результаті виконання проектних робіт відповідно до запропонованої послідовності здійснення градації були виготовлені тестові зразки виробів відповідно до таблицю вимірів у готовому вигляді (табл. 5). Результатом роботи стала можливість одночасно отримувати градовані лекала довгої або

короткої спідниці (рис.12).

Якщо оцінювати отриманий результат градації візуально (рис.12), може здатися, що існують досить великі «стрибки» між групами розмірів (малою, середньою та великою). Але насправді це не так. Різниця між відповідними значеннями контрольних величин суміжних розмірів змінюється рівномірно (табл.6) та корелюється з відповідними даними з затвердженої розмірної сітки (табл. 7). А «стрибки» між групами лекал сталися

Таблиця 7.

**Різниця між значеннями обхвату талії та обхвату стегон згідно затвердженої розмірної сітки**

Параметр	Різниця між значеннями розмірних ознак в суміжних розмірах										
	4-2	6-4	8-6	10-8	12-10	14-12	16-14	18-16	20-18	22-20	24-22
Обхват талії	2,5	2,5	2,5	3,8	4,4	4,4	4,4	5,1	5,7	5,7	5,7
Обхват стегон	2,5	2,5	2,5	3,2	3,8	3,8	3,8	5,1	5,1	5,1	5,1

тому, що для різних груп розмірів були використані різні значення глибини складок.

**Висновки.** Використання параметричних САПР відкритого типу дають широкі можливості для отримання якісних остаточних лекал в процесі градації. Головними перевагами використання таких САПР для задач конструкторської підготовки виробництва є забезпечення взаємозв'язку деталей та їх окремих ділянок під час побудови лекал. Вносячи зміни в одну деталь, конструктор може бути певен, що відповідні зміни автоматично будують внесені до суміжних деталей. Необхідну якість розмноження лекал забезпечує перебудова алгоритму в кожному розмірі. Головним завданням конструктора залишається створення раціонального робочого алгоритму.

Для вирішення поставлених задач була запропонована удосконалена схема послідовності побудови та градації лекал, що дозволило заощадити час та ресурси підприємства на конструкторську підготовку виробництва. Крім того, конструкції різних розміро-зростів можна отримати зі збереженням

естетичних, ергономічних та інших якісних характеристик моделі вихідного розміру. Визначено основний набір інструментів та додаткові засоби для процесу градації. На прикладі жіночої спідниці виконана апробація запропонованої послідовності процесу та розроблені остаточні лекала, якість яких була перевірена за рахунок використання віртуальних примірок на цифрових манекенах відповідних розмірів та підтверджена в процесі виготовлення тестових зразків. Віртуальна примірка відіграє важливу роль для отримання лекал та їх градації і хоч повністю вона не виключає необхідність виготовлення тестових зразків, використання візуалізації значно заощаджує час і ресурси на підготовку проектно-конструкторської документації для запуску моделі у виробництво.

З метою гармонізації сприйняття виробу на фігурі людини та пропорційного взаємозв'язку деталей розроблені пропозиції щодо величин конструктивних елементів спідниць жіночих для різних розмірних груп, таких як глибини складок, ширини планок, габаритні розміри кишень, ширини оздоблюваних строчок тощо.

**Список літературних джерел**

1. Колосніченко М.В., Щербань В.Ю., Процик К.Л. Комп'ютерне проектування одягу: Навчальний посібник.- К.: «Освіта України», 2010.-236с.
2. Енциклопедія швейного виробництва: Навчальний посібник.-К.: «Самміт-книга», 2010.-968с.
- 3.Процик К.Л. Етапи розробки нових моделей одягу в сучасних САПР//Легка

**References**

- 1.Kolosnichenko M.V., Shcherban V.Yu., Protsyk K.L. Computer-Aided Clothing Design: Educational Manual. - Kyiv: "Education of Ukraine," 2010. - 236 p.
2. Encyclopedia of Sewing Production: Educational Manual. - Kyiv: "Summit-Kniga," 2010. - 968 p.
3. Protsyk K.L. Stages of Developing New Clothing Models in Modern CAD Systems //

промисловість.-2007.- №3.-С.46-47

4. Славінська А.Л. Побудова лекал деталей одягу різного асортименту: Навчальний посібник.- Хмельницький: ХНУ, 2011.-222с.

5.Василюк А.І. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник.-Л.: Львівська політехніка, 2018.- 309с.

6. Залкінд В.В. Застосування методу цифрової фотографії для визначення якості одягу/ Залкінд В.В., Рябчиков М.Л.// Східно-Європейський журнал передових технологій.- 2019.-№4/7.-с.63-65

7. Пічугін М.Ф. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник.-К.:Центр навчальної літератури, 2019.- 346с.

8. Залкінд В.В. Проектування одягу засобами інформаційних технологій: Монографія - Х.: "Технологічний центр", 2014р.-152с.

9. Кулешова С.Г. Розробка методу перетворення інформації на етапах "художній ескіз-технічний ескіз" в САПР одягу/ С.Г. Кулешова//Вісник Хмельницького Національного Університету.-2013.- №2.-с.97-102

10. Комплексна автоматизація проектування і виробництва одягу [Електронний ресурс]/ САПР Грація (2022).-VRI:www.saprgrazia.com

11. Система Julivi [Електронний ресурс]/ Сапрлегрпром-проектування одягу (2021).-VRI:www.julivi.ub.com

12. Компанія Gerber Technology Solutions [Електронний ресурс]/сайт компанії (2022).-Режим доступу:www.gerbertechnology.ua

13. Пашкевич К.Л. Проектування тектонічних форм одягу з урахуванням властивостей тканин: Монографія. - К.: ПП «НВЦ «Профі», 2015.-364с.

14. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу: Навчальний посібник./ М.В. Колосніченко, Л.І.Зубкова, К.Л.Пашкевич та інші / - К.: ПП «НВЦ «Профі», 2014.-386с.

15. Пашкевич К.Л. Вибираємо САПР для швейного виробництва / К.Л.Пашкевич. // Легка промисловість. - 2012. - №4. - С.47-48.

Light Industry. - 2007. - No. 3. - P. 46-47.

4. Slavinska A.L. Construction of Patterns for Various Types of Clothing: Educational Manual. - Khmelnytskyi: KhNU, 2011. - 222 p.

5. Vasyluk A.I. Computer Graphics: Educational Manual. - Lviv: Lviv Polytechnic, 2018. - 309 p.

6. Zalkind V.V. Application of Digital Photography Method for Assessing Clothing Quality / Zalkind V.V., Ryabchikov M.L. // Eastern-European Journal of Advanced Technologies. - 2019. - No. 4/7. - P. 63-65.

7. Pichugin M.F. Computer Graphics: Educational Manual. - Kyiv: Center for Educational Literature, 2019. - 346 p.

8. Zalkind V.V. Clothing Design using Information Technology: Monograph. - Kharkiv: "Technological Center," 2014. - 152 p.

9. Kuleshova S.G. Development of Information Transformation Method in the Stages of "Artistic Sketch-Technical Sketch" in Clothing CAD / S.G. Kuleshova // Bulletin of Khmelnytskyi National University. - 2013. - No. 2. - P. 97-102.

10. Comprehensive Automation of Clothing Design and Production [Electronic resource] / Gracia CAD (2022). - URL: www.saprgrazia.com

11. Julivi System [Electronic resource] / Saprllegprom-Clothing Design (2021). - URL: www.julivi.ub.com

12. Gerber Technology Solutions Company [Electronic resource] / Company website (2022). - URL: www.gerbertechnology.ua

13. Pashkevich K.L. Designing Tectonic Forms of Clothing Considering Fabric Properties: Monograph. - Kyiv: PP "NVC" Profi ", 2015. - 364 p.

14. Ergonomics and Design. Designing Modern Types of Clothing: Educational Manual / M.V. Kolosnychenko, L.I. Zubkova, K.L. Pashkevich, and others. - Kyiv: PP "NVC" Profi ", 2014. - 386 p.

15. Pashkevich K.L. Choosing CAD Systems for Clothing Production / K.L. Pashkevich. // Light Industry. - 2012. - No. 4. - P. 47-48.