

10. Выводы

Данная работа является составляющей процесса обучения. В процессе выполнения работы были получены навыки работы с построением минимальных, цилиндрических поверхностей, а так же поверхностей переноса. Рациональное использование полученных

знаний дает возможность для дальнейшего исследования и написания других работ, касающихся построения поверхностей. Наша работа является наглядным пособием того, как знания о минимальных поверхностях из одной области могут стать надёжным помощником во многих других отраслях нашей деятельности, в случае умелого использования приобретённых навыков.

Литература

1. Минимальные поверхности [Текст] : довідник / Г. Кархер, Л. Саймон, Х. Фудзимото, С. Хильдебрандт, Д. Хоффман, 2003. –352 с.
2. Павленко Ю.Г. Лекции по теоретической механике [Текст] / Ю.Г. Павленко, 2002.
3. Перельман, Я. И. Занимательная физика [Текст] / Я. И. Перельман. – Книга 1: ЛитРес, 2009.
4. Элементы большой науки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://elementy.ru/news/430564/> –10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
5. Большая Советская Энциклопедия, БСЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://bse.sci-lib.com/article076-681.html/> – 10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
6. Литературный интернет-журнал «Русский переплёт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/910.html/> – 10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
7. Академик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1157413/> –10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
8. Большая Советская Энциклопедия, БСЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://bse.sci-lib.com/article068-272.html/> – 10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
9. NAUKOVED.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://naukoved.ru/content/view/890/44/> –10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
10. Астронет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: www.math.msu.ru/content_root/programs/kaf/special/.../minpovfom.doc/ – 10.03.2013 г. – Загл. с экрана.
11. Прикладная математика. Справочник математических формул. Примеры и задачи с решениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.pm298.ru/spec29.php/> – 10.03.2013 г. – Загл. с экрана.

У роботі розглянута модель автоматичного проектування раціональних схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття. На основі теоретичних висновків, які висвітлюються в даній роботі, розроблена програма в середовищі програмування Delphi

Ключові слова: модель, проектування, задача, методи, алгоритми, годограф, вектор, розкрий, програма, САПР

В работе рассмотрена модель автоматического проектирования рациональных схем раскроя листовых материалов на детали обуви. На основе теоретических выводов, освещаемых в данной работе, разработана программа в среде программирования Delphi

Ключевые слова: модель, методы, алгоритмы, годограф, вектор, раскрой, программа, САПР

УДК 685.3

АВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ РОЗКРОЮ ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ДЕТАЛІ ВЗУТТЯ

Т. М. Гаврилов

Аспірант

Відкритий міжнародний університет розвитку людини
«Україна»

вул. Львівська, 23, м. Київ, Україна, 03115

E-mail: tarasgavrilov@gmail.com

1. Вступ

Сучасні виробництва не зможуть вижити в конкурентній боротьбі, якщо не будуть випускати нову

продукцію кращої якості, більш низької вартості за менший час.

А це можна досягти завдяки впровадження САПР у виробництво.

В даній роботі описуються загальні принципи функціонування САПР розкрою та математичні моделі перших етапів створення САПР розкрою.

Основна функція системи автоматизованого проектування розкрою полягає в заміщенні людської праці фахівця-розкрійника машинною працею комп'ютерів [7-8].

2. Аналіз досліджень і публікацій

Основні вимоги до системи автоматизованого проектування раціональних схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття при серійному виробництві описуються наступними тезами:

- врахування всіх необхідних технологічних вимог та обмежень [2, 5-6];
- можливість швидкого реагування на зміну вихідних даних [2, 6];
- надійність роботи системи [3, 7].

Врахування всіх необхідних технологічних вимог та обмежень забезпечується при розробці алгоритмів для системи автоматизованого проектування раціональних схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття.

Можливість швидкого реагування на зміну вихідних даних забезпечується оптимізацією об'єму самих вихідних даних та ефективністю використаних алгоритмів при розробці системи.

Надійність роботи системи автоматизованого проектування раціональних схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття забезпечується використанням в програмній реалізації алгоритмів, які дають однозначний результат, що задовольняє технологічним вимогам та обмеженням при коректних вихідних даних та забезпечують захист від введення некоректних вихідних даних [3].

Весь процес розкрою листових матеріалів на деталі взуття включає в себе наступні етапи [2]:

- побудова вихідних економічних варіантів схем розкрою;
- визначення кількості листів, які необхідно розкрити по тому чи іншому варіанту для забезпечення технічного завдання на розкрій;
- розкрій листового матеріалу.

3. Формування цілей і задач

В більшості випадків перші два етапи виконуються вручну. Та розвиток обчислювальної техніки та методів обчислювальної математики дозволяють виконувати ці етапи в автоматизованому режимі.

Для розв'язання цих задач необхідна технологічна постановка, в якій чітко сформулювати технологічні вимоги та обмеження.

Основні технологічні вимоги та обмеження до схем розкрою є наступні:

- кількість різних деталей в схемі розкрою для одного листа не повинна перевищувати шести при розкрою на пресах з револьверною головою;
- деталі у схемі розкрою повинні не перетинатись та розміщатись на відстані одна від одної не менше сталої величини Δ ;

– деталі у схемі розкрою не повинні виходити за межі матеріалу більш ніж на величину σ ;

– деталі на матеріалі повинні розміщуватись як в основному положенні так і повернуті відносно основного положення на 180 градусів;

– кількість викроєних деталей кожного виду повинна задовольняти потребу в цих деталях.

4. Технологічна постановка задачі

Маємо асортимент листових матеріалів із t типорозмірів відповідно з довжиною Dl_k та шириною Sh_k , $k=1,2,\dots,t$ та необмеженої кількості комплектів деталей S^j з потребою в них Q^j , $j=1,2,\dots,q$. Необхідно розмістити ці деталі на заданому асортименті листів із врахуванням технологічних вимог таким чином, щоб сумарна площа використаних листів була б мінімальною [2].

5. Математична постановка задачі

Дано t областей прямокутної форми відповідно з довжиною Dl_k та шириною Sh_k , $k=1,2,\dots,t$. Необхідно щільно розмістити Q^j плоских геометричних об'єктів S^j , де $j=1,2,\dots,q$, таким чином, щоб сумарна площа використаних прямокутних областей була б мінімальною. При цьому задовольнялись наступні обмеження:

- кількість різних геометричних об'єктів (деталей) в схемі розкрою для однієї області (листа) не повинна перевищувати шести;
- геометричні об'єкти (деталі) у схемі розкрою повинні не перетинатись та розміщатись на відстані одна від одної не менше сталої величини σ ;
- геометричні об'єкти (деталі) у схемі розкрою не повинні виходити за межі матеріалу більш ніж на величину Δ ;
- геометричні об'єкти (деталі) на матеріалі повинні розміщуватись як в основному положенні так і повернуті відносно основного положення на 180 градусів;
- кількість викроєних деталей кожного виду повинна задовольняти потребу в цих деталях.

В такій постановці задача автоматичного проектування не має розв'язків, так як ця задача має нескінченну кількість локальних екстремумів.

Тому розглянемо більш просту модель задачі, яка забезпечить ефективний пошук раціональних схем розкрою із врахуванням комплектного виходу. Для цього розіб'ємо цю задачу на дві підзадачі: генерування множини допустимих схем розкрою листового матеріалу та вибір із множини допустимих схем розкрою тих, які забезпечують мінімальну сумарну площу прямокутних областей, що використані для побудови розкрійних схем.

6. Результати та їх обговорення

Введемо поняття розкладки та секції. Розкладка R_{kjm} , деталі S^j – це прямокутна область довжиною Dl_{kjm} ($0 < Dl_{kjm} < Dl_k$) та шириною Sh_{kjm} ($0 < Sh_{kjm} < Sh_k$), в якій системно розміщаються деталі S^j (рис. 1а). Кількість деталей в розкладці Q_{kjm} не повинна перевищувати потребу в них, тобто $Q_{kjm} \leq Q_j$, де Q_j – потреба в S^j деталі.

За систему розміщення у розкладці приймемо прямокутну подвійну решітку W : na_1+ma_2+kg , в якій вектори a_1 та a_2 паралельні осям координат прямокутної системи координат $ХОУ$, яка пов'язана із розкладкою, та початок координат якої знаходиться у лівому нижньому куті розкладки.

Щільність P_{kjm} розкладки R_{kjm} , – це відношення чистої площі деталей в розкладці до площі розкладки, тобто [4]

$$P_{kjm} = Q_{kjm} \cdot S^j / (Dl_{kjm} \cdot Sh_{kjm}). \tag{1}$$

Секція складається із розкладок. Комбінація розкладок в секції виконується тільки по ширині матеріалу та із розкладок різних деталей. В секції може бути не більше шести розкладок. (рис. 1б). Бажано вибирати такі комбінації розкладок в секції, щоб крайові відходи в секції були мінімальними.

Тепер можна дати математичні постановки виділених підзадач.

Підзадача «Розкладка». Для деталі S^j , де $j=1,2,..q$, знайти прямокутну подвійну решітку W^{kj} : $na_1^{kj}+ma_2^{kj}+ng^j$ (рис. 1а) з найщільнішою укладкою деталей S^j .

На базі цієї решітки спроектувати всю допустиму множину розкладок R_{kjm} , $m=1,2,..m_k$ із шириною $Sh_{kjm} \leq Sh_k$ та довжиною $Dl_{kjm} \leq Dl_k$, щільність яких P

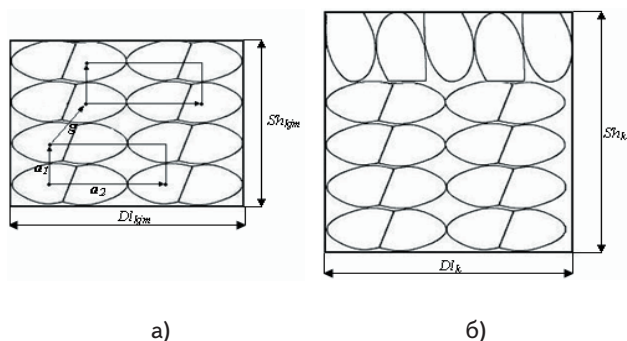


Рис. 1. Структурні компоненти математичної моделі задачі автоматичного генерування допустимих схем розкрою; а – розкладка; б – секція

Щільність $P_{s_{kr}}$ секції S_{kr} – це відношення чистої площі деталей в секції до площі секції, тобто

$$P_{s_{kr}} = \frac{\sum_{m=1}^{m_r} \sum_{k=1}^t \sum_{j=1}^q M_{kjm} \cdot Q_{kjm} \cdot S_j}{Sh_k \cdot Dl_k}, \tag{2}$$

$$\text{де } M_{kjm} = \begin{cases} 1, & \text{коли розкладка } R_{kjm} \text{ є в секції } S_{kr} \\ 0, & \text{коли розкладки } R_{kjm} \text{ немає в секції } S_{kr} \end{cases}$$

Ширина секції $Sh_{s_{kr}}$ завжди дорівнює ширині матеріалу, тобто $Sh_{s_{kr}} = Sh_k$, довжина секції $Dl_{s_{kr}}$ завжди дорівнює довжині матеріалу, тобто $Dl_{s_{kr}} = Dl_k$.

Підзадача «Секція». Із допустимої множини розкладок R_{kjm} згенерувати множину допустимих секцій S_{kr} , $r=1,2,..r_k$, які можуть складатись із будь-яких деталей одного - шести видів вихідного комплекту. Щільність $P_{s_{kr}}$ секції S_{kr} повинна бути більша за наперед задане значення P .

Структурні компоненти математичної моделі задачі автоматичного генерування допустимих схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття (підзадача розкладка та секція):

- аналітичне представлення інформації про контури розміщуваних деталей;
- аналітичний опис системи суміщення деталей у схемі розкрою;
- аналітичний опис конфігурації матеріалу із врахуванням крайових зазорів;
- аналітичний опис умов неперетину деталей з границею матеріалу;
- аналітичне представлення сталого міжшаблонного містка між деталями;
- аналітичний опис умов взаємного неперетину деталей у схемі розкрою;
- математичний опис множини допустимих розв'язків задачі;
- аналітичне представлення функції цілі.

Зупинимося більш детально на цих компонентах.

Деталі, що викроюються із листових матеріалів, представляють собою плоскі геометричні об'єкти, зовнішній контур яких в більшості випадків не може бути описаний аналітично. Тому для його представлення застосуємо кусково-лінійну апроксимацію. Тоді плоскі геометричні об'єкти будуть представляти собою багатокутники.

Виберемо всередині плоского геометричного об'єкта S^j точку O (полюс деталі), в яку помістимо початок прямокутної системи координат. Тоді зовнішній контур цього об'єкта може бути представлений координатами вершин $S^j\{X_i^j, Y_i^j\}$, $i=1..n_j$. Знаючи координати вершин апроксимуючого багатокутника можна аналітично представити будь-яку точку на зовнішньому контурі плоского геометричного об'єкта наступним чином:

$$\begin{cases} X = X_i^j - t \cdot (X_{i+1}^j - X_i^j) \\ Y = Y_i^j - t \cdot (Y_{i+1}^j - Y_i^j) \end{cases}, \tag{3}$$

де $i=1..n_j-1$ та $t \in [0, 1]$.

Для однозначного представлення плоского геометричного об'єкта на площині необхідно мати наступні три параметри:

- признак об'єкту (в нашому випадку це буде значення індексу j);
- координати полюса (X_p, Y_p) плоского геометричного об'єкта S^j відносно прямокутної системи координат, що зв'язана з фіксованою прямокутною областю та початок координат знаходиться у лівому нижньому куті цієї прямокутної області;
- кут повороту θ_1 плоского геометричного об'єкта S^j відносно його основного положення.

Листовий матеріал з врахуванням крайових зазорів математично може бути описаним наступним чином:

$$\Omega: \begin{cases} \Delta \leq x \leq Dl_k - \Delta \\ \Delta \leq y \leq Sh_k - \Delta \end{cases}. \tag{4}$$

Аналітичний опис умов неперетину плоского геометричного об'єкта S^j з границею матеріалу представимо за допомогою опорної функції:

$$\begin{cases} H_j(\theta_1 + \pi) + \Delta \leq X_{p_i} \leq D_{l_k} - H_j(\theta_1) - \Delta \\ \Delta + H_j(\theta_1 + \frac{\pi}{2}) \leq Y_{p_k} \leq S_{h_k} - p \frac{\sigma}{2} - H_j(\theta_1 + \frac{3\pi}{2}) \end{cases}, \quad (5)$$

де $H_j(\theta)$ - значення опорної функції для плоского геометричного об'єкта S^j при куті повороту його відносно основного положення на кут θ [5].

Аналітичне представлення сталого міжшаблонного містка між щільно розміщеними плоскими геометричними об'єктами досягається за рахунок аналітичного представлення еквідистанти зовні навколо плоского геометричного об'єкта S^j на відстані половини міжлесткового містка σ [6]. Тоді зовнішній контур еквідистанти для цього об'єкту може бути представлений координатами вершин апроксимуючого багатокутника $E^j\{X_{e_i^j}, Y_{e_i^j}\}$, $i=1..N_{e_j}$. Знаючи координати вершин апроксимуючого багатокутника можна аналітично представити будь-яку точку на зовнішньому контурі еквідистанти для плоского геометричного об'єкта S^j наступним чином:

$$\begin{cases} X = X_{e_i^j} - t \cdot (X_{e_{i+1}^j} - X_{e_i^j}) \\ Y = Y_{e_i^j} - t \cdot (Y_{e_{i+1}^j} - Y_{e_i^j}) \end{cases}, \quad (6)$$

де $i=1..N_{e_j}-1$ та $t \in [0, 1]$.

Для контролю взаємного розміщення деталей на площині використаємо графік вектор-функції щільного розміщення (ГВФЩР) [4], зовнішній контур якого представляє замкнуту лінію. Якщо полюс рухомої деталі буде знаходитися на ГВФЩР, то рухома деталь буде дотикатися до нерухомої. Якщо полюс рухомої деталі буде знаходитися зовні області, яку описує ГВФЩР, то деталі не перетинаються. Якщо полюс рухомої деталі буде знаходитися всередині області, яку описує ГВФЩР, то деталі перетинаються. Відомо, що ГВФЩР для двох багатокутників є багатокутник з кількістю вершин не більше суми кількості вершин цих багатокутників. Так як деталі ми представляємо у вигляді багатокутників, то зовнішній контур ГВФЩР можна представити координатами його вершин $G_i^{jk}(X_i^{jk}, Y_i^{jk})$, де $i=1..N_{g_{jk}}$ та $j, k=1, 2..q$. Ці властивості ГВФЩР дають можливість аналітично представити умови взаємного непетиретину деталей, що розміщуються.

Функцією цілі в задачах «Розкладка» та «Секція» буде щільність, яка повинна бути більшою наперед заданої щільності P . Аналітичний вигляд цих функцій був представлений виразами (1-2).

Підзадача «Комплект». Із множини допустимих секцій S_{kr} вибрати таку підмножину секцій S_{kr}^* , комбінація яких утворить розкрійну схему, в якій буде врахований комплектний вихід деталей та використання матеріалу буде максимальним.

Математична постановка підзадачі «Комплект».

Введемо наступні поняття: схема розкрою та план розкрою. Під схемою розкрою будемо розуміти щільне

розміщення деталей на листі з асортименту типорозмірів з задоволенням технологічних вимог та потреб. Під планом розкрою будемо розуміти набір схем розкрою із згенерованих схем розкрою, які забезпечують комплектний вихід в деталях та мінімізують відходи при розкрої матеріалу.

7. Аналітичне представлення вимог комплектного виходу

Аналітичне представлення вимог комплектного виходу має вигляд [2]:

$$Q^j - \lambda \leq \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{r_k} A_{ijk} \cdot x_{ik} \leq Q^j, j=1, 2..q, \quad (7)$$

де q – кількість видів деталей, для яких будується план розкрою, Q^j – потреба в j -х деталях, A_{ijk} – кількість j -х деталей в i -ій схемі розкрою для k -го типорозміру листового матеріалу, x_{ik} – кількість i -их схем розкрою k -го типорозміру листового матеріалу в плані розкрою, λ – допустиме відхилення від комплектного виходу, m – кількість типорозмірів листового матеріалу в асортименті, кількість згенерованих схем розкрою для k -го типорозміру матеріалу.

8. Множина допустимих розв'язків задачі

Множиною допустимих розв'язків задачі „Комплект” будуть підмножини секцій із множини згенерованих секцій S_i , для яких виконується умова (7).

Функція цілі. Функція цілі для задачі «Комплект» має наступний аналітичний вигляд[1]:

$$\begin{aligned} L = f(x_{ij}, S_j^j, Q^j, D_{l_k}, S_{h_k}) = \\ = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{r_k} S_{h_k} \cdot D_{l_k} \cdot X_{ik} - \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{r_k} S_j \cdot A_{ijk} \cdot X_{ik} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (8)$$

де D_{l_k} та S_{h_k} – відповідно довжина та ширина листа k -го типорозміру листового матеріалу; S_j – площа j -ої деталі; $j=1, 2..q$, $k=1, 2..m$ та $i=1, 2..r_k$.

9. Висновки

На основі розглянутих компонентів математичної моделі задачі (1-8) було розроблено алгоритми, які реалізовані у програмному продукті в середовищі програмування Delphi для операційної системи Windows. Представлена розробка після незначних змін може з успіхом використовуватися в різних галузях промисловості при розкрої листових матеріалів.

Література

1. Выгодский, М. Я. Справочник по высшей математике [Текст] / М. Я. Выгодский – М.: Государственное издательство технической литературы, 1956. – 786 с.
2. Коновал, В.П. Универсальный довідник взуттєвика [Текст] : навчальний посібник / В.П. Коновал, С.С. Гаркавенко, Л.Т. Свищунова, – К.: Лібра, 2005. – 967 с.

3. Ноненков, И.П. САПР. Системы автоматизированного проектирования [Текст]. Кн. 9. Иллюстрированный словарь: Учебное пособие для технических вузов. / И.П. Ноненков. – Мн.: Высш. школа, 1988.
4. Стоян, Ю.Г. Размещение геометрических объектов. [Текст] / Ю.Г. Стоян – К.: Наукова думка, 1975. – 175 с.
5. Чупринка, В.И. Алгоритм построения опорной функции для плоских геометрических объектов [Текст] / В.И. Чупринка, В.С. Мурженко, П.В. Омельченко // Международный сборник научных трудов «Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг», Шахты: ЮРГУЭС, 2010. – С. 137 – 141.
6. Чупринка, В.І. Побудова еквідистанти для плоского геометричного об'єкта [Текст] / В.І. Чупринка, К.А. Шлімович // Вісник ДАЛПУ, 2000. – №1. – С. 83 – 85.
7. Щербань, В.Ю. Математические модели в САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности [Текст]. / В.Ю. Щербань, О.И. Волков, Ю.Ю. Щербань – К.: КНУТД, 2003.
8. Щербань, В.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности [Текст] / В.Ю. Щербань, О.И. Волков, Ю.Ю. Щербань – К.: Бумсервис, 2004.
9. SOFTWARE FOR LEATHER AND TEXTILE PRODUCTION [Электронный ресурс] / FootwearCAD. - Режим доступа : \www/ URL: http://www.footwearcad.com/. – 2006. – Загл. с экрана.
10. ComelzCaligola V.4.12 [Электронный ресурс] / Vip Software - Vip-Soft.- Режим доступа : \www/ URL: http://vip-software.com/shoe-cad. – 2010. – Загл. с экрана.

В даній статті висвітлено ряд важливих питань щодо оптимізації витрат на функціонування транспортної мережі. В результаті уточнення математичної моделі витрат на функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів було досягнуто більш достовірний результат - за рахунок врахування ширини проїзної частини

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, житловий квартал, витрати, транспортний потік, пішохідний потік, довжина ділянки

В данной статье рассмотрен ряд важных вопросов по оптимизации расходов на функционирование транспортной сети. В результате уточнения математической модели затрат на функционирование транспортной системы перевозки пассажиров и грузов был достигнут более достоверный результат - за счет учета ширины проезжей части

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, жилой квартал, затраты, транспортный поток, пешеходный поток, длина участка

УДК 656.11

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ДОВЖИНИ СТОРОНИ ЖИТЛОВОГО КВАРТАЛУ

Ю. Я. Ройко

Старший викладач

Кафедра транспортних технологій

Національний університет

«Львівська політехніка»

вул. С. Бендери, 12, м. Львів, Україна, 79013

E-mail: jurij.rojko@gmail.com

1. Вступ

Постійне зростання рівня автомобілізації в найбільших містах України призвело до таких негативних явищ, як зниження швидкості сполучення наземних видів транспорту, збільшення викидів шкідливих газів в атмосферу та інші побічні явища. Це спричинило збільшення витрат часу на пересування населення та збільшення рівня небезпеки елементів вулично-дорожньої мережі.

Фахівці вбачають проблему у недостатньо розвиненій вулично-дорожній мережі (ВДМ). Рішення цих проблем є розробка такої планувальної схеми вулично-дорожньої мережі міста, яка б відповідала вимогам сучасності.

2. Актуальність теми

Згідно із діючим законодавством [1] першим структурним елементом селітебної території міста є житловий квартал. Сукупність житлових кварталів формують житлові (селітебні) райони. В свою чергу межами всіх структурних елементів є вулиці та дорogi. Сукупність вулиць та доріг утворюють транспортну мережу.

Кожна транспортна мережа має основні геометризовані параметри:

- довжина ділянок мережі;
- ширина ділянок мережі;
- радіуси кривих в плані та профілі;
- ухили дорожнього полотна та інші.