

УДК 685.34.013

НАДОПТА Т.А.

Хмельницький національний університет

## ПРИНЦИПИ АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АБРИСІВ ПРОТОТИПУ ВЗУТТЯ

**Мета.** Формування принципів аналітичного моделювання абрисів прототипу взуття; обґрунтування концепції прототипу взуття; розробка інформаційної структури формування аналітичної моделі проектування деталей верху взуття.

**Методика.** Використано теоретичні та практичні основи проектування взуття, математичної статистики, комп'ютерних та інформаційних технологій.

**Результати.** Сформовано принципи аналітичного моделювання; розроблено інформаційну структуру аналітичної моделі проектування деталей взуття, яка враховує анатомо-морфологічні особливості стопи і підвищує продуктивність конструкторських робіт.

**Наукова новизна.** Методично обґрунтовано принципи побудови аналітичних моделей абрисів прототипу взуття.

**Практичне значення.** Розроблена інформаційна структура досліджувати взаємозв'язок між антропометричними дослідженнями стоп та рівняннями опису абрисів прототипу взуття та базової основи, а також встановити координати керуючих точок абрисів прототипу взуття та базової основи, що підвищить точність побудови та дозволить створити умови для автоматизації процесу проектування.

**Ключові слова:** аналітична модель, прототип взуття, модель, взуття.

**Вступ.** Сучасний стан розвитку легкої промисловості вимагає переходу до нових перспективних, інноваційних систем проектування, що дасть змогу виготовляти конкурентоспроможну продукцію, особливо при виході її на світовий ринок і сертифікацію на відповідність міжнародним стандартам. Цей процес обумовлений цілою низкою причин, серед яких значне місце займають задачі проектування та виготовлення взуття. Одним з ключових моментів виготовлення такого взуття є якомога точніше врахування анатомічних характеристик стоп на всіх етапах проектування, застосування сучасного високотехнологічного обладнання, забезпечення якості продукції.

Таким чином, впровадження на підприємстві автоматизованих систем проектування нерозривно пов'язане з використанням нових прогресивних технологій з використанням основ аналітичної геометрії [1-3]. Рішення наукових і прикладних задач у галузі інженерної геометрії спрямоване на досягнення оптимальних аналітичних та геометричних моделей опису контурів, що забезпечують найбільш якомога більше вимог.

Приклади вітчизняних наукових розробок з застосуванням деяких аспектів аналітичного моделювання представлені у [4-6], однак їх застосування для проектування взуття практично неможливе. Існуючі спеціальні закордонні програмні продукти дозволяють якісно та з меншими витратами проводити необхідну конструкторську та технологічну підготовку виробництва [7-9]. Однак, як правило аналітичний апарат програмного забезпечення САПР невідомий і оперативному корегуванню не підлягає, що також звужує рамки застосування методу. Варіанти, коли вихідна модель інтерпретується як множина матеріальних точок настільки ускладнює програмне забезпечення, що воно може реалізовуватись тільки на достатньо потужних комп'ютерах, чим і пояснюється їх значна вартість.

Отже, розробка принципів аналітичного моделювання на всіх етапах проектування

взуття дасть змогу забезпечити комплексне виконання проектних робіт при значному скороченні їх термінів і одночасному підвищенні якості. Основною метою при цьому є постійне зниження собівартості продукції, що випускається і оновлення її асортименту, поліпшення показників надійності, ремонтпридатності, економічності, естетичності, тощо.

**Постановка завдання.** Полягає у формуванні принципів аналітичного моделювання абрисів прототипу взуття, обґрунтування концепції прототипу взуття на основі аналізу анатомо-морфологічних властивостей стопи із застосуванням сплайнових кривих.

**Результати досліджень.** Найбільш інноваційною і перспективною основою процесу проектування, у тому числі автоматизованого, є створення та впровадження в практику методів аналітичної геометрії з використанням сучасних комп'ютерних технологій, що дозволяють істотно скоротити терміни підготовки виробництва нових моделей.

Для адекватної розробки аналітичних моделей запропоновано наступні принципи, котрих необхідно послідовно дотримуватися:

- постановка завдання, визначення об'єкта моделювання, в нашому випадку це контури, які описують прототип;
- визначення елементів та факторів, котрі впливають на кінцеву модель та повинні обов'язково враховані (основні анатомічні точки, ергономічні показники);
- обґрунтування цілісності моделі;
- аналіз взаємозв'язків елементів моделі;
- побудова інформаційної структури, встановлення її функцій, погодження елементів між собою та їх послідовне об'єднання;
- формулювання концепції аналітичної моделі, базуючись на мінімізації та достатності кривих, котрі забезпечували б виконання умови безперервності та гладкості опису реальних об'єктів;
- розробка алгоритмів для знаходження керуючих точок сплайнових кривих абрисів;
- отримання геометричних моделей;
- розробка програмного апарату для автоматизованої побудови кривих характерних абрисів.

Запропоновано для проектування нових моделей взуття користуватися даними про певний конструктивний прототип, який реально представлений геометричною моделлю поверхні колодки. Геометрична модель містить інформацію про координати конструктивних точок аналітичної моделі та аналітичний опис абрису моделі. Отже, прототип взуття як індивідуальне відтворення поняття «колодка» повинен відповідати в якомога більшій мірі анатомо-морфологічним властивостям стопи, враховуючи всі локальні її особливості, чим в першу чергу і забезпечуватиметься раціональне проектування ДВВ. Тому на відміну від стандартних колодок прототип взуття, насамперед, повинен мати реальну здатність та пристосовуваність до оперативного видозмінення з метою відтворення особливостей стоп.

В основі прототипу лежить стопа в вихідному положенні. Теоретично вона представляє собою множину точок, аналітично описаних у вигляді функції певного виду або системи параметричних рівнянь  $S=s(x,y,z)$  (вісь  $z$  направлена перпендикулярно горизонтальній площині, в якій розташовані осі  $x$  та  $y$ ). Основною ознакою початкової стопи є те, що вона фіксується в природній формі, тобто на базовій плоскій горизонтальній площині. В реальному стані стопа характеризується певним, а часом і значним,

перерозподілом складових реакції від горизонтальної поверхні. Пов'язане це з тим, що стопа у взутті практично завжди в тій чи іншій мірі піднята над базовою горизонтальною поверхнею в п'ятковій частині за рахунок різниці висот каблука та підосви в пучковій 1, 5. Стопа у взутті відрізняється від початкової не тільки в першу чергу зміщенням точок по осі  $z$ , але і певною зміною взаємної орієнтації кісток стопи, особливо в носково-пучковій частині. В певних місцях стопи у взутті, наприклад, в западинах між суглобами, можна виділити тіньові ділянки та, відповідно, тіньові об'єми, в яких не тільки проблематично забезпечити повне прилягання деталей верху, але з точки зору зручності взуття воно в основному і не потрібне 2. Для забезпечення теплопровідності навколо стопи доцільно забезпечити певний гігієнічний простір 3. Під час ходіння змінюються не тільки взаємне розташування частин стопи, але і форма та розміри певних поперечних перерізів її. Тому в деяких місцях необхідно ввести додаткові кінематичні об'єми. Нарешті взуття повинно відповідати вимогам сучасних модних тенденцій, необхідно ввести об'єми, обґрунтовані функціональним та художнім рішенням моделі 4. Сукупність перерахованих об'ємів і формує поняття прототипу (рис.1).

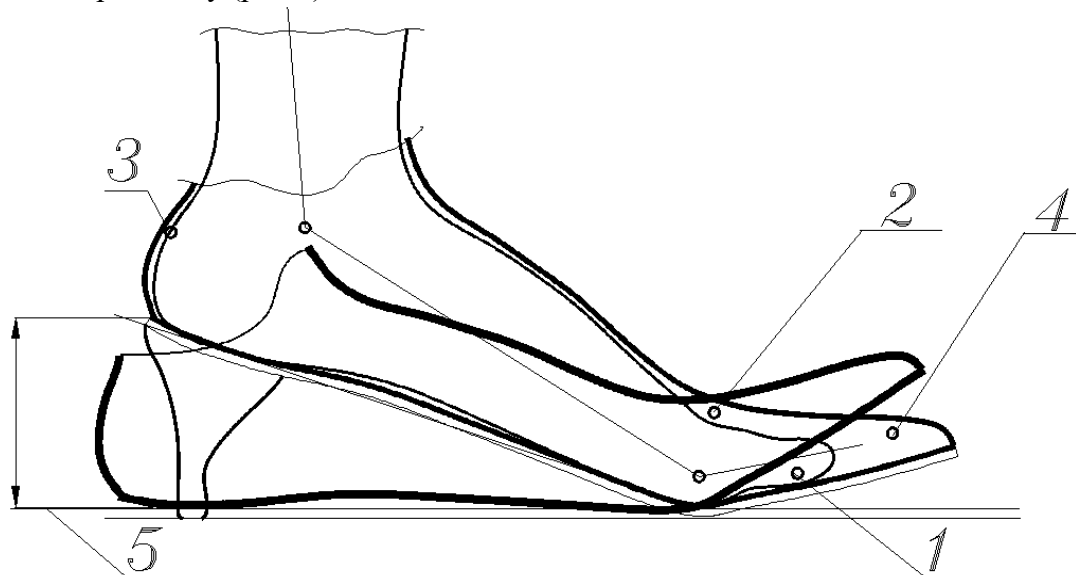


Рис.1. Схема формування прототипу:  
1 – стопа; 2 – тіньові об'єми; 3 – гігієнічний простір;  
4 – функціональні та художні об'єми; 5 – висота каблука

Отже, прототип взуття є умовним відтворенням анатомо-морфологічних властивостей стопи, вихідним елементом отримання основи для конструкторно-композиційних рішень та описаний за допомогою аналітичної моделі.

Принциповою відмінністю прототипу взуття від стандартних колодок насамперед є те, що прототип формується на аналітичній основі, а це відкриває шлях до оперативної модифікації його в залежності від індивідуальних особливостей початкової стопи.

На рис. 2 наведено інформаційну структуру формування аналітичної моделі проектування деталей верху взуття, котра передбачає розробку аналітичного апарату зв'язків між розмірними характеристиками стопи, прототипу взуття та базової основи з використанням аналітичних та емпіричних залежностей між параметрами змінних.

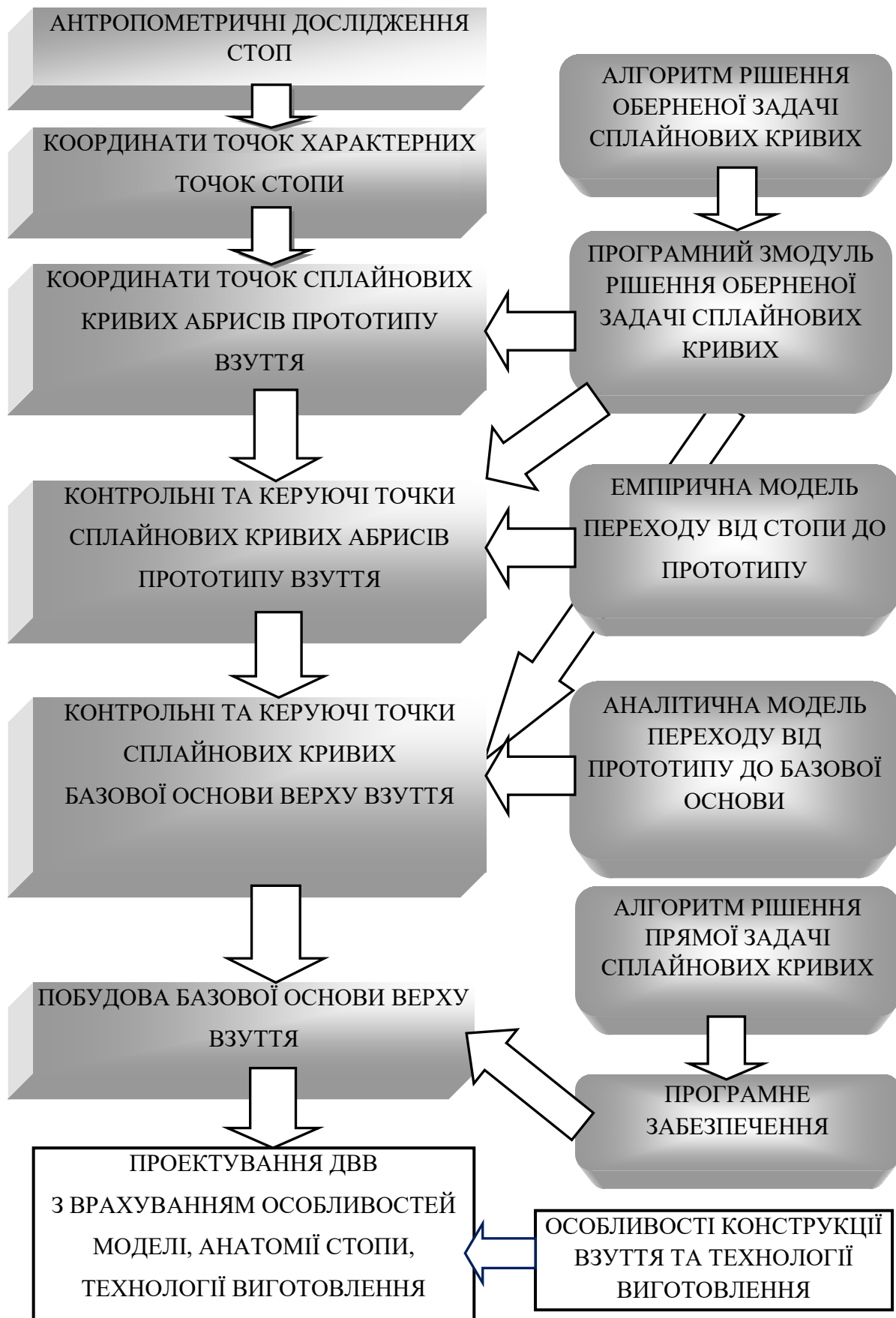


Рис.2. Інформаційна структура

Ця методика забезпечує можливість прямого переходу від стопи до безпосереднього процесу проектування деталей верху взуття з позиції підвищення продуктивності процесу проектування та з забезпеченням максимально можливої точності.

**Висновки.** Встановлено актуальність нового підходу до процесу проектування взуття з метою покращення його якості та конкурентоспроможності в умовах сучасного ринку. Такі можливості відкриваються із впровадженням інноваційних прийомів дизайну та автоматизації процесу проектування із застосуванням аналітичного моделювання. Запропоновані основні принципи формування аналітичних моделей, обґрунтовано поняття прототипу. Сформована інформаційна структура придатна для ефективного врахування її в процесі проектування взуття і сприяє забезпеченню високої якості і оперативності впровадження нового асортименту.

#### Література

1. Надопта Т. А. Досвід автоматизації процесів обміру стопи та проектування деталей взуття / Надопта Т. А. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009, № 5. – С.68-73.
2. Григорьев М. И. О классификации дробно-рациональных кривых Безье второго порядка / Григорьев М. И., Малозёмов В. Н., Сергеев А. Н. // Вестн. С.-Петербур. ун-та. – Сер. 1. 2008. Вып. 2. – С. 103–108.
3. Беляева З.В. Геометрическое моделирование пространственных конструкций / Беляева З.В., Митюшов Е.А. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета: научно-технический журнал. – Томск: ТГАСУ, 2010. – № 1 (26). – С. 53-63.
4. Ариарский О.Е., Формообразование зонтичных оболочек и их применение в архитектуре и дизайне / Ариарский О.Е., Шагалова И. В., Кравченко Т. В., Кулакова Е.А. // Сборник «Праці ТДАТУ». – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип.4. Т.49. – С. 178-190.
5. Барабаш М.С. Організація технології інтеграції систем автоматизованого проектування на базі КАЛІПСО / Барабаш М.С., Терещенко А.В. // Науково-виробничий журнал: Будівництво України, № 4. – К.: ДНІДІАСБ, 2007. – С. 40-44.
6. Калашніков О. О. Геометричне та комп'ютерне моделювання компонування обладнання спеціальної техніки швидкого реагування : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.01.01 «Прикладна геометрія, інженерна графіка» / Калашніков Олександр Олександрович ; Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь, 2005. – 45 с
7. Разина Е.В. К вопросу применения 3D-сканеров в кожевенно-обувной промышленности / Разина Е.В., Семенова Л.Г. // Кожевенно-обувная промышленность. - 2007. - №6. – С. 45-46.
8. Суrowцева О.А. Решение задач технологической подготовки производства обуви с

#### References

1. Nadopta T. A. (2009) *Dosvid avtomatyzatsiyi protsesiv obmiru stopy ta proektuvannya detaley vzuttya* [Experience in automation of foot measurement and designing of shoe parts]. Bulletin of the Khmelnytsky National University. no. 5. p. 68-73. [in Ukrainian]
2. Hryhor'ev M. Y., Malozëmov V. N., Serheev A. N. (2008) *O klasyfikatsiyi drobno-ratsyonal'nykh kryvykh Bez'e vtoroho poriyadka* [On the classification of fractional-rational Bezier curves of second order] Bulletin of Saint-Petersburg University no. 1. Vyp. 2. p. 103–108. [in Russian]
3. Belyaeva Z.V., Mytyushov E.A. (2010) *Heometrycheskoe modelyrovanye prostranstvennykh konstruksiy*. [Geometric modeling of spatial constructions] Bulletin of the Tomsk State Architectural and Construction University. Tomsk: THASU. no. 1 (26). p. 53-63. [in Russian]
4. Aryarsky O.E., Shahalova Y. V., Kravchenko T. V., Kulakova E.A. (2011) *Formoobrazovanye zontychnykh obolochek y ykh prymenenye v arkhytekture y dyzayne*. Sbornyk «Pratsi TDA TU». Melitopol', no.4. T.49. p. 178-190. [in Ukrainian]
5. Barabash M.S., Tereshchenko A.V. (2007) *Orhanizatsiya tekhnolohiyi intehratsiyi system avtomatyzovanoho proektuvannya na bazi KALIPSO*. Naukovo-vyrobnychyy zhurnal: Budivnytstvo Ukrayiny, no.4. p. 40-44. [in Ukrainian]
6. Kalashnikov, O. O. (2005) *Heometrychne ta komp'yuterne modelyuvannya komponuvannya obladnannya spetsial'noyi tekhniki shvydkoho reahuvannya: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk : Tavriys'ka derzhavna ahrotekhnichna akademiya*. Melitopol. 45 p. [in Ukrainian]
7. Razyna E.V., Semenova L.H. (2007) *K voprosu pryumenenyya 3D-skanerov v kozhevenno-obuvnoy promyshlennosti*. Leather-shoe industry. no.6. p. 45-46. [in Russian]
8. Surovtseva O.A. (2015) *Reshenye zadach*

использованием потенциала машиностроительной САПР ТП [Текст] / О.А. Суровцева // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Наука сегодня: проблемы и перспективы развития» (25 ноября 2015 г.) – Вологда, 2015, Ч.1, С. 65-67.

9. Леденев М. О. Совершенствование методики проектирования технологических процессов сборки обуви с верхом из войлока с применением компьютерных технологий : дис. канд. техн. наук / М. О. Леденев. — Москва, 2011.- 265 с.

tekhnologicheskoy podgotovky proizvodstva obuvy s ispol'zovaniyem potentsyala mashynostroytel'noy SAPR TP [Tekst] Sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy «Nauka sehodnya: problemy u perspektivy razvytyya» Volohda, p. 65-67. [in Russian]

9. Ledenev M. O. (2011) *Sovershenstvovanye metodyky proektyrovaniya tekhnologicheskyykh protsessov sborky obuvy s verkhom yz voyloka s pryumeneniyem komp'yuternyykh tekhnolohyy.* Moskov. 265 p. [in Russian]

## ПРИНЦИПЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АБРИСОВ ПРОТОТИПА ОБУВИ НАДОПТА Т.А.

*Хмельницкий национальный университет*

**Цель.** Формирование принципов аналитического моделирования абрисов прототипа обуви; обоснование концепции прототипа обуви; разработка информационной структуры формирования аналитической модели проектирования деталей верха обуви.

**Методика.** Используются теоретические и практические основы проектирования обуви, математической статистики, компьютерных и информационных технологий.

**Результаты.** Сформирован принцип аналитического моделирования; разработана информационная структура аналитической модели проектирования деталей обуви, которая учитывает анатомо-морфологические особенности стопы и повышает производительность конструкторских работ.

**Научная новизна.** Методически обоснованно методологию построения аналитических моделей абрисов прототипа обуви.

**Практическое значение.** Разработанная информационная структура позволяет исследовать взаимосвязь между антропометрическими исследованиями стоп и уравнениями описания абрисов прототипа обуви и базовой основы, а также устанавливает координаты управляющих точек абрисов прототипа обуви и базовой основы, повышает точность построения и позволяет создать условия для автоматизации процесса проектирования.

**Ключевые слова:** аналитическая модель, прототип обуви, модель, обувь.

## PRINCIPLES OF THE ANALYTICAL MODELING OF THE PROFILE OF THE PROTOTYPE OF SHOES

NADOPTA T.A.

*Khmelnyskiy Natsional University*

**Purpose.** Formation of the principles of analytical modeling of the outlines of the prototype shoes; Substantiation of the concept of the prototype shoes; The development of an information structure for the formation of an analytical model for the design of parts of the upper shoe.

**Method.** Theoretical and practical principles of footwear design, mathematical statistics, computer and information technologies are used.

**Results.** The principle of analytical modeling is formed; The information structure of the analytical model of the design of the shoe parts has been developed, which takes into account the anatomical and morphological features of the foot and increases the productivity of the design work.

**Scientific novelty.** The methodology of constructing analytical models of the outlines of the prototype footwear is methodologically sound.

**Practical value.** The developed information structure makes it possible to investigate the relationship between anthropometric studies of feet and equations describing the outlines of the prototype shoes and the base base, and also coordinates the control points of the outlines of the prototype shoes and the base base, improves the accuracy of the construction and allows creating conditions for automation of the design process.

**Keywords:** analytical model, prototype shoes, model, shoes.