

## **Аналіз методів і засобів комп'ютерного підбору устілок**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто особливості застосування засобів комп'ютерного підбору устілок з використанням 3D моделювання.*

**Ключові слова:** комп'ютерна графіка, 3D моделювання, сканування поверхонь стопи, тривимірне моделювання.

### **Abstract**

*Features of application of means of computer selection of insoles, 3D modeling is considered.*

**Keywords:** Computer graphics, 3D modeling, scanning of foot surfaces, Three-dimensional modeling.

### **Вступ**

Сьогодні тривимірне моделювання використовується у різних галузях, зокрмна в медицині. Це дозволяє суттєво підвищити перспективи діагностики та лікування різних захворювань.

Наявність принтерів сканування, 3D принтерів дають можливість підбору устілок з метою проведення лікування та коригуючих заходів. У статті проаналізовані основні етапи використання тривимірного моделювання для підбору устілок.

### **Результати дослідження**

Найбільш точний спосіб виробництва індивідуальних устілок - за допомогою цифрових технологій і верстатів з тривимірного моделювання. Пацієнту пропонують встати на сканер-дігітайзер. За методом CAD / CAM прилад створює тривимірну модель з урахуванням всіх індивідуальних особливостей стопи. Дані передаються в програмний модуль верстата, що виготовляє ортези [1]. На рис. 1-5 наведено основні етапи розробки та виготовлення устілок.



Рисунок 1 – 3D- сканування стопи



Рисунок 2 - Статичне моделювання устілок

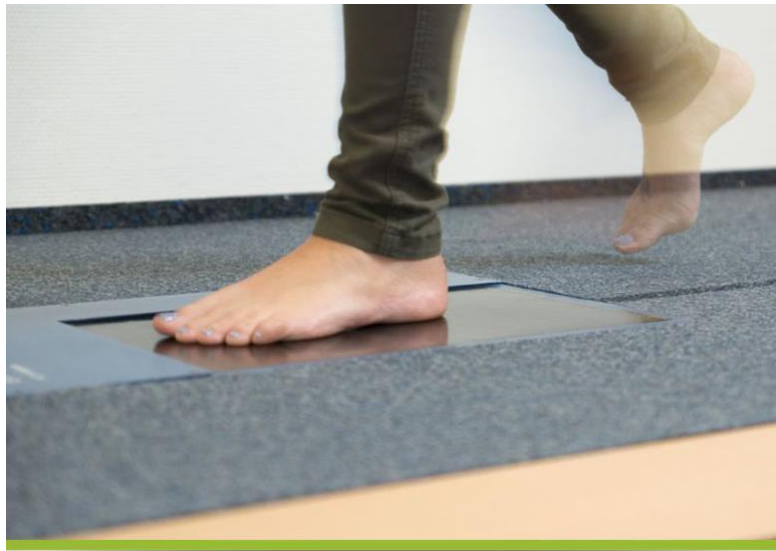


Рисунок 3 – Сканування стопи в динаміці

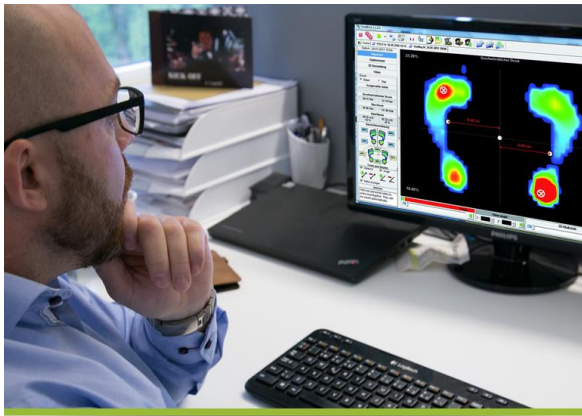


Рисунок 4 – «3D моделювання»



Рисунок 5 – «Виготовлення»

Недолік розглянутого методу - не враховує кісткову структуру верхнього відділу стопи та різницю довжин ніг. Оптимальний метод виготовлення індивідуальних ортопедичних устілок в кожному конкретному клінічному випадку визначає лікуючий лікар-ортопед. При цьому він вирішує, чи потрібно враховувати при знятті зліпків: статичне або динамічне навантаження; інтенсивність м'язового тонуусу; анатомічні параметри верхнього відділу стопи і довжину ніг.

Він також підходить до лікування патології в комплексі - з урахуванням можливих супутніх порушень постави і аномалій хребта - їх затискачів і перекосів. При деформаціях і вираженому плоскостопості вигин ортеза повинен змушувати структури зводу стоп приймати вимушене положення.

Розроблений перший у світі промисловий 3D-сканер для ступні CryoScan3D. Виробник персональних ортопедичних виробів Cryos Technologies заручився підтримкою компанії Fuel3D для виготовлення промислової системи тривимірного сканування ступні. Сканер CryoScan3D дозволить створювати відповідні ортопедичні устілки значно швидше і дешевше, при цьому вони будуть повністю відповідати анатомічним особливостям конкретної стопи. Презентація нового сканера для ступні пройшла на конференції FIP World Congress of Podiatry, яка нещодавно відбулася в Монреалі. Фахівці побачили, що CryoScan3D може моделювати кольорові об'ємні зображення з високою

роздільною здатністю і в різноманітних положеннях, з огляду на різну навантаження на ступню. Причому зробити якісну модель можна всього за пару кліків [2].

Для розробки промислового сканера ступні компанія Cryos Technologies звернулася до експертів в області 3D-сканування з Fuel3D. Розробки компанії часто використовуються для виробництва персональних виробів. Зокрема, не так давно Fuel3D зайнялася реалізацією проекту системи сканування для швидкого створення очок за індивідуальними параметрами. Тепер технологія 3D-моделювання компанії буде використовуватися також в галузі педіатрії та ортопедії. Устілки, виготовлені на основі моделей CryoScan3D, є динамічними ортопедичними виробами, які ідеально повторюють рухи стоп при ходьбі, забезпечують хорошу підтримку і при цьому не обмежують рухливість. Продукція Cryos Technologies робиться з гнучкого і надійного полімеру і прекрасно підходить для людей з хронічними хворобами або травмами[2].

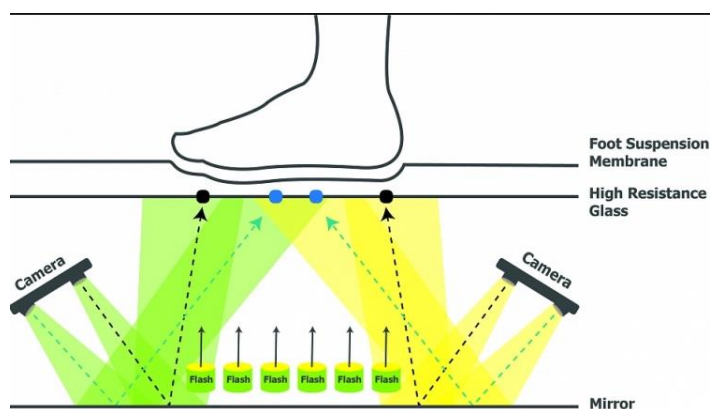


Рисунок 6 – «Як розподіляється сила стопи»

За допомогою 3D-сканера CryoScan3D модель ступні формується за частку секунди. Таким чином, можуть за кілька хвилин виготовити необхідні устілки для свого пацієнта. До всього іншого 3D-сканер досить компактний і має невелику вагу, тому його можна брати з собою, наприклад, в магазини взуття.

Керамік Cryos Technologies Джон Стімсон заявляє, що цифрове формування об'ємних зображень дозволяє вивести всю індустрію створення ортопедичних виробів на якісно новий рівень. У свою чергу, гендиректор Fuel3D Стюарт Мід підтвердив, що плідна співпраця з виробником ортопедичної продукції доводить високу ефективність і конкурентоспроможність адитивних технологій. Розробник обладнання для 3D-моделювання та відповідного програмного забезпечення збирається продовжувати співпрацювати з фахівцями перспективних компаній, щоб впровадити 3D-сканування і в інші галузі виробництва.

Проаналізуємо визнаних лідерів у розробці та виготовлення устілок

Вироби торгової марки Pedag (Німеччина) відомі на ортопедичному ринку понад півстоліття і користуються незмінним попитом у користувачів по всьому світу. Щорічно спектр товарів розширюється, доповнюючи асортимент черговими моделями для чоловіків, жінок і дітей. Це моделі для закритого та відкритого типу взуття. Для виготовлення використовуються високоякісні натуральні матеріали: шкіра, шерсть, бавовна, пробка, латекс. Для усунення неприємних запахів застосовується спеціальне просочення з активованого вугілля, вбирає вологу і перешкоджає розмноженню шкідливих мікроорганізмів. Пропонуються демісезонні і зимові устілки серії з натуральної вовни Winter і Alaska і Outdore. Для літа - модель Viva Summer з волокон агави і бавовни, спортсменам підійдуть Viva Sport, Power, Energy і Perfomance. Жінки можуть вибрати для себе тонкі устілки в модельне взуття Siesta, Lady, Comfort і De Luxe. Для діабетиків підійдуть моделі Sensitive і Gelaxu. Споживачі оцінили продукцію за високі якісні характеристики, а ефективність доведена міжнародними експертами в області ортопедії [3].

Компанія Spanngit (Німеччина) біліше 50 років спеціалізується на розробці устілок, виробництво яких ґрунтується на інноваційних технологічних досягненнях в області ортопедії. Для виготовлення застосовуються лише екологічно безпечні, гіпоалергенні матеріали. Завдяки високій якості вони

не втрачають первинних властивостей, тримають форму протягом тривалого терміну експлуатації. При цьому, компанія дотримується принципу - вироби повинні мати доступну вартість, що в сукупності з комфортом застосування і ефективністю роблять їх затребуваними у користувачів. Покупці оцінили модель Sunbed Elegance, тонку, незважаючи на каркасну конструкцію, без праці розміщуються в будь-якому типі закритому взутті. Активні люди вибирають латексну модель Sunbed Soft, що забезпечує хорошу амортизацію. Каркасні устілки Cork з вираженим пелотом поперечного зводу дають стабільність і підтримку при інтенсивних навантаженнях. Sunbed Standard з кірка допомагають в профілактиці плоскостопості і втоми в ногах [3].

Польська компанія Dakota представляє на українському ринку якісні ортопедичні вкладиші (устілки) за демократичною вартістю. Вони ефективно надають профілактику, найбільш поширеного захворювання стоп - плоскостопості, а відповідно, попереджати його наслідки: деформацію суглобів, хребта, порушення кровообігу та інші проблеми. Модель Aron Standard VZ з пластиковим каркасом, латексним пелотом в метатарзальній зоні і під п'ятою має шкіряне покриття і антибактеріальне просочення ефективно знижує ударні навантаження. Устілка на 3/4 стопи Ortho Axel VZ завдяки формі дає можливість застосовувати пристосування в модельне взуття з вузьким носком. Вона забезпечує підтримку склепінь, попереджаючи розвиток поздовжньо-поперечного комбінованого плоскостопості і супутніх захворювань (вальгусна деформація першого пальця і ін.) [3].

### Висновки

Проведено аналіз використання тривимірного моделювання для підбору устілок. Описано кожного із під етапів. Наведенні провідні фірми, що спеціалізуються на 3D моделюванні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Індивідуальні ортопедичні устілки: особливості та методи виготовлення [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.orto-s.ru/pokupatelyam\\_i\\_pacientam/profilakticheskie\\_i\\_lechebnye\\_stelki/](https://www.orto-s.ru/pokupatelyam_i_pacientam/profilakticheskie_i_lechebnye_stelki/)
2. Перший в світі промисловий 3D-сканер для ступні CryoScan3D [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://3d-expo.ru/article/razrabotan-perviy-v-mire-promishlenniy-3d-skaner-dlya-stupni-cryoscan3d-47488>
3. Топ 3 відомих в світі фірм для виробництва устілок [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://med-magazin.ua/articles/view/365/>

**Романюк Олександр Никифорович** — д. т. н., професор, професор кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Бажан Вікторія Михайлівна** — студентка групи 2ПІ-196, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [bazhan.viktoriya@icloud.com](mailto:bazhan.viktoriya@icloud.com)

**Romanuk Olexandr N.** — PhD (Eng.), Professor of Department for Programming Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Bazhan Victoria Mihalivna** — Department Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [bazhan.viktoriya@icloud.com](mailto:bazhan.viktoriya@icloud.com).