

## Унікальні прийоми в дизайні гімнастичного одягу

Шевчук Тетяна Юріївна<sup>1</sup>

Опубліковано	Секція	УДК
30.09.2024	Освіта/Педагогіка	687.016

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14505799>

**Анотація.** У статті проаналізовано унікальні прийоми у дизайні гімнастичного одягу, особливо в контексті впровадження сучасних технологій, таких як 3D-друк та нанотехнології. Розглянуто, як інновації можуть трансформувати традиційні підходи до дизайну, виробництва та використання спортивного одягу.

У дослідженні визначено важливість 3D-друку для гімнастичного одягу, який дозволяє значно прискорити процеси від ідеї до реалізації кінцевого продукту. Розглянуто вплив 3D-друку на здатність до швидкого перепроєктування одягу для ідеального прилягання та забезпечення високої економічної ефективності виробництва. З'ясовано, як інтеграція високоточного лазерного сканування та комп'ютерного моделювання спрощує та оптимізує виробничий процес, забезпечуючи високий рівень адаптації продуктів до індивідуальних потреб споживачів.

Також доведено, що використання нанотехнологій сприяє створенню одягу з покращеними функціональними характеристиками, включаючи водонепроникність, повітропроникність, антибактеріальні властивості, та забезпечення захисту від ультрафіолетового випромінювання. Обґрунтовано важливість екологічних матеріалів, таких як біорозкладані текстилі та перероблені полімери, для покращення екологічної стійкості продукції. Використання наночастинок дозволяє інтегрувати в гімнастичний одяг мініатюрні сенсори, здатні моніторити життєво важливі показники спортсменів, підвищуючи безпеку та ефективність тренувань.

На основі аналізу сформовані висновки про перспективи розвитку дизайну гімнастичного одягу з використанням 3D-друку та нанотехнологій, що відкривають нові можливості для покращення продуктивності та безпеки атлетів. Отже, сучасні інноваційні технології впливають не тільки на функціональність, але й на естетичні можливості спортивного одягу, забезпечуючи його активну роль у тренувальному процесі та підвищення загальної продуктивності спортсменів.

**Ключові слова:** дизайн, гімнастичний одяг, нанотехнології, 3D-друк, електропрядіння та роздільне прядіння.

### Unique techniques in the design of gymnastic clothing

**Abstract.** The article analyzes unique techniques in the design of gymnastic clothing, especially in the context of the introduction of modern technologies, such as 3D printing and nanotechnology. Considered how innovation can transform traditional approaches to the design, production and use of sportswear.

The study determined the importance of 3D printing for gymnastic clothing, which allows you to significantly accelerate the processes from the idea to the realization of the final product. The influence of 3D printing on the ability to quickly redesign clothes for a perfect fit and ensure high economic efficiency of production is considered. It is clarified how the integration of high-precision laser scanning and computer modeling simplifies and optimizes the production process, ensuring a high level of adaptation of products to the individual needs of consumers.

It has also been proven that the use of nanotechnology contributes to the creation of clothing with improved functional characteristics, including waterproofing, breathability, antibacterial properties, and providing protection against ultraviolet radiation. The importance of ecological materials, such as biodegradable textiles and recycled polymers, for improving the environmental sustainability of products is substantiated. The use of nanoparticles makes it possible to integrate miniature sensors into gymnastic clothing capable of monitoring the vital indicators of athletes, increasing the safety and efficiency of training.

Based on the analysis, conclusions were drawn about the prospects for the development of the design of gymnastic clothing using 3D printing and nanotechnology, which open up new opportunities for improving the performance and safety of athletes. Therefore, modern innovative technologies affect not only the functionality, but also the aesthetic capabilities of sportswear, ensuring its active role in the training process and increasing the overall performance of athletes.

**Keywords:** design, gymnastic clothing, nanotechnology, 3D printing, electrospinning and split spinning.

### Вступ

У контексті сучасних видах спорту, гімнастика вирізняється високим рівнем технічної складності та артистичності, що пред'являє високі вимоги не тільки до естетичної привабливості, але й до функціональності спортивного одягу.

В умовах інтенсивного розвитку спортивних технологій зростає попит на інноваційний гімнастичний одяг, який має бути не тільки міцним та ефективним, але й максимально адаптованим до високих вимог атлетів. Важливість такого одягу полягає у забезпеченні гнучкості, що дозволяє спортсменам виконувати найскладніші акробатичні елементи, довговічності, яка гарантує збереження функціональних характеристик одягу протягом тривалого часу, та використанні високоякісних тканин, котрі сприяють оптимальному терморегулюванню та комфорту.

Актуальність розробки нових технологій та дизайнерських рішень для гімнастичного одягу набуває особливого значення у світлі збільшення конкурентоспроможності на міжнародних аренах, де кожен аспект виступу може вплинути на оцінки суддів та результати змагань. Така тенденція вимагає безперервного інноваційного підходу до розробки спортивного одягу, що поєднала у собі наукові досягнення у галузі матеріалознавства, ергономіки та дизайну.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сучасному етапі розвитку наукових досліджень здійснюється активна розробка передових методів та технологій, які дозволяють здійснювати ефективно застосування новітніх наукових досягнень та оптимізувати існуючі практики. В цьому контексті актуальним є розвиток наукових основ технології шиття та трикотажно-швейного виробництва, а також визначення параметрів, що впливають на якість продукції у технологічному процесі та їхніх оптимальних значень. Крім того, важливим є розширення спектру конкурентоспроможного спортивного одягу та раціональне використання наявної сировини в швейно-трикотажній індустрії. Вирішенням однієї з важливих сьогоденних задач є зосередження уваги на методах удосконалення технологій пошиття костюмів для художньої гімнастики для жінок, з акцентом на якість одягу, що є критично важливим [3].

Розробку автоматизованої системи проектування спортивного одягу здійснила Г.П. Старкова [10]. Застосування оптико-електронної обробки дало змогу створити новий метод прогнозування та оцінки властивостей високоеластичних тканин. Враховуючи динаміку рухів у спорті та особливості таких тканин, було розроблено аналітичний метод раціональної оцінки конструкцій.

Неперервний метод проектування щільно облягаючих виробів із високою еластичністю та теплозбереженням, який відрізняється від традиційного спортивного одягу, розробила А.Б. Касімова [7].

Е.Б. Елінер вперше провів наукове дослідження, в якому розглянув міждисциплінарний аспект, історико-культурний план та явище з точки зору дизайнера [4].

У контексті спортивного світу досліджуються та аналізуються фактори, що визначають характер світу моди, а також вивчається та обґрунтовується значення спорту і його видів як динамічного явища.

Проаналізувавши наукові погляди вчених на сьогодні не достатньо висвітлено унікальні прийоми в дизайні гімнастичного одягу.

Мета статті – проаналізувати унікальні прийоми в дизайні гімнастичного одягу.

### **Результати**

В останні роки одним із найважливіших напрямків інновацій у сфері дизайну спортивного одягу стало використання 3D-друку для створення гімнастичного одягу.

Сучасні методи 3D-друку пропонують високий рівень адаптації спортивних товарів – від простих змін, таких як колір або оновлення корпоративної символіки, до складних конструктивних модифікацій, наприклад, швидке перепроектування частин для забезпечення ідеального прилягання.

Інтеграція високоточного лазерного сканування, складного комп'ютерного моделювання та 3D-друку значно спростила та оптимізувала процес створення спортивного інвентарю. Дані технології дозволяють швидко створювати товари, які ідеально відповідають анатомічним особливостям, функціональним вимогам та естетичним бажанням споживачів. Завдяки цьому відмовляються від ручних вимірювань і ливарних форм, що покращує точність та прискорює виробничий цикл.

Крім того, вироби, створені за допомогою 3D-друку, часто включають решітчасті чи сітчасті структури, які складно відтворити іншими виробничими методами. Такі конструкції забезпечують підвищену гнучкість, здатність амортизувати удари, вони легші, міцніші та краще вентилуються, що сприяє більшому комфорту, спокою та конкурентоспроможності атлетів.

Особливу увагу в нових методах виробництва приділяється використанню екологічно чистих матеріалів. Наприклад, біорозкладані текстилі та перероблені полімери, які не тільки зменшують вплив на довкілля, але й забезпечують технічні характеристики на рівні або навіть вище, ніж традиційні матеріали. Вони мають високу стійкість до води та зносу, що є критично важливим для спортивного одягу, який часто піддається інтенсивному використанню.

Як відомо, сам процес адитивного виробництва відбувається під чітким комп'ютерним контролем, що забезпечує економічну вигоду, високу ефективність і точність у створенні об'єктів незалежно від їхньої геометричної складності.

В сфері виробництва гімнастичного одягу, зокрема технологія 3D-друку, відкриває нові перспективи для дизайнерів і виробників. Застосування цієї інноваційної технології дозволяє реалізувати наступні переваги:

- прискорення процесів дизайну та розробки – 3D-друк дозволяє значно скоротити час від ідеї до реалізації кінцевого продукту, що особливо важливо в гімнастиці, де індивідуальні вимоги та швидке оновлення асортименту мають велике значення;

- підвищена гнучкість у дизайні – дизайнери можуть експериментувати з складними візерунками та формами, які раніше були недоступні через обмеження традиційних виробничих методів. Така свобода дозволяє створювати більш функціональний та естетично привабливий гімнастичний одяг;

- швидкість модифікації та оптимізації продуктів – зміни до дизайну можуть бути внесені миттєво, дозволяючи дизайнерам легко адаптувати одяг до специфічних потреб гімнастів без зайвих витрат часу або ресурсів;

- зменшення ваги при збереженні міцності – легкі матеріали, які одночасно забезпечують високу міцність і гнучкість, є ідеальними для гімнастичного одягу. 3D-друк дозволяє використовувати новітні композитні матеріали та полімери, які забезпечують оптимальний баланс між легкістю і довговічністю;

- покращена аеродинаміка та адаптивність – через можливість детальної настройки параметрів, гімнастичний одяг може бути точно адаптований для забезпечення максимальної аеродинамічності та комфорту під час виступів.

Завдяки технології 3D-друку гімнастичний одяг може бути індивідуалізований для кожного спортсмена, що дозволяє забезпечити не лише оптимальну посадку та комфорт, але й значні переваги у виступах шляхом вдосконалення таких параметрів, як вага та гнучкість. Крім того, сприяє не лише поліпшенню функціональних характеристик одягу, але й посилює естетичний вигляд, відкриваючи нові можливості для креативності у дизайні.

Для забезпечення переходу на новий рівень технологічності сучасної легкої атлетики, впровадження передових рішень у виготовленні спортивного одягу стає критично важливим. Використання 3D-сканування, цифрового дизайну та 3D-друку дозволяє створювати не лише естетично привабливий, але й функціонально досконалий одяг, адаптований до індивідуальних потреб кожного спортсмена. Це особливо важливо на таких подіях, як літні Олімпійські ігри 2016 року в Ріо, де питання спортивного одягу та обладунку набули безпрецедентної актуальності. Вперше на іграх були представлені такі інноваційні розробки, як спеціалізовані костюми та взуття, оптимізовані для досягнення максимальних спортивних результатів. Схожі інновації відбувалися під час Паралімпійських ігор (7-18 вересня 2016 року), де виступали спортсмени зі спеціалізованим обладнанням, таким як 3D-друковані протези ніг від компанії BMW Designworks [9].

Крім того, лабораторія Whitespace компанії Lululemon займається дослідженням можливостей використання передових технологій у спортивному одязі. За словами старшого віце-президента Тома Уоллера, компанія впроваджує широкий спектр технологічних підходів, що включають як фізичні випробування продукції, так і створення прототипів. У той час як матеріалознавство сприяє покращенню спортивних результатів, пріоритетним залишається забезпечення комфорту та впевненості спортсменів у власній привабливості. Одним із головних завдань компанії є досягнення оптимального балансу між функціональністю та естетичними характеристиками продукції, що реалізується через комплексне тестування та використання різних технологічних рішень.

Зусилля науковців та дизайнерів не завжди гарантують овації з боку команди чи публіки. Існують також проблеми, пов'язані з потовиділенням та загальним дискомфортом, які можуть негативно позначитися на командній роботі. Негативний досвід компанії Under Armour, яка створила для збірної США з ковзанярства високотехнологічні костюми, що не виправдали очікувань на Олімпійських іграх у Сочі, продемонстрував значення своєчасної поставки та необхідність індивідуального підходу до розробки спортивного одягу, що стало важливим уроком для всієї спортивної індустрії, який привернув увагу до оптимізації процесів тестування та адаптації обладнання під специфічні потреби атлетів.

У відповідь на ці виклики у 2016 році компанія Nike представила інноваційні повітрязахисні вставки, які можуть бути прикріплені до рук чи ніг атлетів у формі стрічок. Ця новація дозволяє зменшити опір повітря та підвищити аеродинамічні характеристики спортсменів. Під час тестування цих нововведень використовувалися 3D-друковані прототипи та аеродинамічні труби, що допомогло оптимізувати форму одягу для бігу на довгі дистанції. Результатом цього стала підвищена ефективність рухів і потенційне поліпшення спортивних результатів, що підкреслює важливість ретельного тестування технологій і глибокого розуміння потреб атлетів [9].

Крім того, можливості персоналізації 3D-друку не обмежуються професійними спортсменами. Компанії використовують цю технологію для задоволення специфічних анатомічних та біомеханічних потреб атлетів у різних видах спорту. Наприклад, Adidas використовувала 3D-друк для створення бігового взуття, яке забезпечує персоналізовану посадку та оптимальне амортизування, безпосередньо відповідаючи унікальній формі стопи та механіці бігу кожної людини

Отже, 3D-друк у галузі спортивного одягу свідчить про перехід до більш персоналізованого, безпечнішого та ефективнішого спортивного одягу, обіцяючи продовження поліпшень у продуктивності та безпеці атлетів.

Водночас, в сфері дизайну гімнастичного одягу набуває популярності застосування наноматеріалів, що вносить значний вклад у підвищення функціональності атрибутики, забезпечуючи її довговічність та адаптивність до різних кліматичних умов. Процеси виробництва нанотекстилю включають методи нанопокриття та вбудовування синтезованих наночастинок у текстильні волокна, зокрема через аерозоль-гель, плазмову полімеризацію, та послідовне нанесення наночастинок, що не тільки підвищують стійкість тканин до зношування, але й забезпечують захист від екстремальних погодних умов.

Електропрядіння та роздільне прядіння використовуються для створення нановолокон, які мають високу фільтраційну здатність та можуть затримувати токсичні гази та мікроорганізми. Завдяки цим властивостям, гімнастичний одяг набуває додаткових гігієнічних та захисних функцій, що особливо важливо для спортсменів під час тренувань та виступів. Нанокompозити, що складаються з декількох наноматеріалів, забезпечують поліпшені механічні та електричні характеристики тканин, що допомагає інтегрувати сенсори та інші інноваційні технології в одяг [6].

Антистатичні властивості нановолокон запобігають накопиченню статичного заряду, який може притягувати пил і ворсинки, знижуючи комфорт і гігієну одягу. Наночастинки, такі як оксид цинку, титану, та леговані сполуки, ефективно розсіюють електричний заряд, зменшуючи ризик прилипання одягу до шкіри.

Наведемо одним із прикладів про використання наночастинок срібла в дизайні гімнастичного одягу, які додаються до тканини для нейтралізації неприємних запахів, які можуть виникати внаслідок мікробіальної активності. Наночастинки срібла випускають позитивно заряджені іони, які ефективно перешкоджають нормальній життєдіяльності бактеріальних клітин, що призводить до їх знищення. Виробнича компанія з Кореї, Hyosung, розробила нейлонові волокна, збагачені наночастинами срібла, здатні знижувати рівень патогенних бактерій на 99,9% [5].

Іншою перевагою нанотехнологій є створення водовідштовхувальних властивостей за допомогою наночастинок кремнезему, які утворюють захисний бар'єр на поверхні тканини і формують покриття, яке не тільки захищає від вологи, але й сприяє відштовхуванню рідин, таким чином запобігаючи утворенню плям. Шорстка поверхня цього покриття забезпечує достатній поверхневий натяг, що сприяє стіканню крапель з одягу. Компанія Nano-Tech розвиває ці властивості, створюючи нановолокна, які перевершують звичайні волокна за їх здатністю відштовхувати воду. Отже, застосування таких технологій у виробництві гімнастичного одягу не тільки підвищує

його функціональність, але й відповідає потребам спортсменів за комфортом та гігієною під час інтенсивних тренувань.

На сьогодні для аналізу різноманітних характеристик спортивного одягу, модифікованого за допомогою нанотехнологій, застосовуються стандартні методології, які представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Найпоширеніші стандартні методи оцінювання властивостей спортивного одягу**

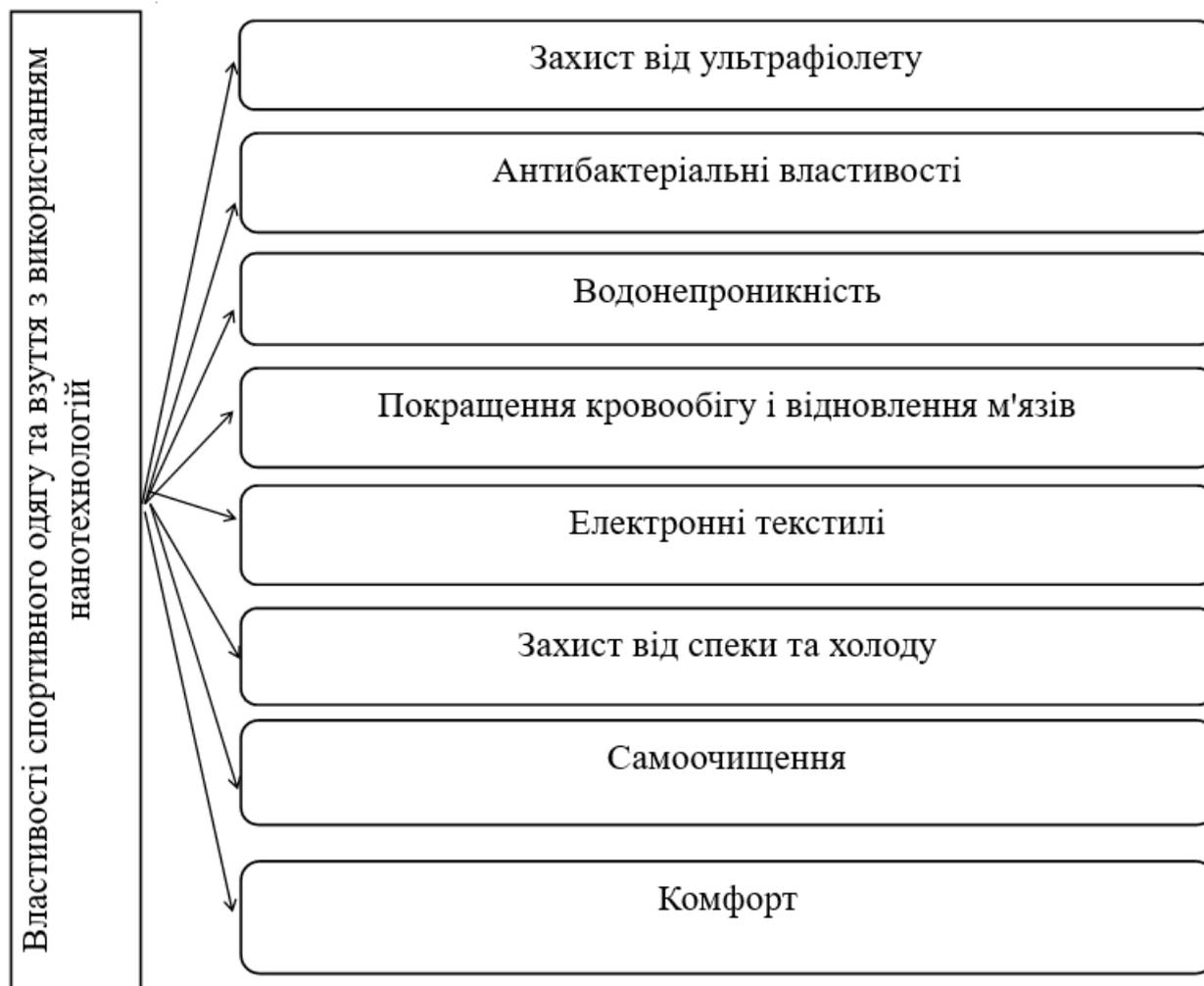
Властивість	Номер стандарту	Назва
Водонепроникність і повітропроникність	ISO 811: 1989; BS EN 20811: 1992	Визначення стійкості текстильних тканин до проникнення води, випробування гідростатичним тиском
	ISO 4920:2012	Текстиль, визначення стійкості до поверхневого змочування (тест розпилення)
	ISO 15496: 2004	Текстиль, вимірювання проникнення пари текстильних матеріалів для контролю якості
	BS 5636: 1990; ASTM D737-04: 2012; BS EN ISO 9237: 1995; BS EN 29865: 1993; ISO 9865: 1991; AATCC 35-2006; BS 5066: 1974	Текстиль, визначення проникності тканин до повітря
Антибактеріальні властивості	AATCC 100: 2004; AATCC 147: 2004	Антибактеріальне покриття на текстильних матеріалах
Захист від УФ-випромінювання	AS/NZS 4399:1996	Одяг для захисту від сонця, оцінка та класифікація
	AATCC 183: 2014; ASTM D6544: 2012	Пропускання або блокування еритемально зваженого ультрафіолетового випромінювання через тканини
Самоочищення	ISO 27448: 2009	Метод випробування самоочищувальної здатності напівпровідникових фотокаталітичних матеріалів. Частина 1: вимірювання кута контакту з водою
Захист від спеки та холоду	ISO 20344: 2004	Захисне обладнання, методи випробувань для взуття
	EN 12784: 2000	Взуття, методи випробувань для повного взуття: термоізоляція
	ISO 15831: 2004	Одяг, фізіологічні ефекти, вимірювання термоізоляції за допомогою термічного манекена

Поширені стандарти оцінювання властивостей спортивного одягу демонструють широкий спектр вимог до текстильних матеріалів, спрямованих на забезпечення водонепроникності, повітропроникності, антибактеріальних властивостей, захисту від ультрафіолетового випромінювання, самоочищення, а також захисту від температурних впливів.

Таким чином, впровадження інноваційних технологій швейцарським стартапом Osmotex, орієнтованих на розробку функціональних текстильних матеріалів, суттєво доповнює існуючі підходи, що використовуються для покращення спортивного одягу. Вони створили активну мембрану з електронним керуванням під назвою HYDRO\_BOT, яка відрізняється високою ефективністю виведення вологи, яка відкриває нові можливості для дизайнерів у створенні спортивного, робочого та захисного одягу, де використання нанотехнологій є ключовим для оптимізації вентиляції [13].

Крім того, завдяки нанотехнологіям, на ринку з'явилися інноваційні текстилі, що містять фазові перехідні матеріали (PCM), які адаптуються до змін температури тіла. Такі матеріали ідеально підходять для гімнастичного одягу, оскільки вони можуть забезпечувати додатковий комфорт під час інтенсивних тренувань, реагуючи на тепловий стан спортсмена і забезпечуючи оптимальне відведення тепла. Технологічні інновації також включають використання нанодатчиків, що інтегровані в тканину, дозволяючи проводити моніторинг життєво важливих показників гімнастів в реальному часі.

Отже, на основі проведеного аналізу систематизуємо на рис.1 інноваційні властивості спортивного одягу з нанотехнологіями.



**Рис. 1. Інноваційні властивості спортивного одягу з нанотехнологіями [1; 2]**

Застосування нанотехнологій у дизайні гімнастичного одягу істотно трансформує його функціональність, дозволяючи інтегрувати мініатюрні сенсори безпосередньо в тканину та відкриває перспективи для розвитку «розумних» технологій в одязі, здатних моніторити фізіологічні показники, такі як серцевий ритм і рівень активності спортсмена.

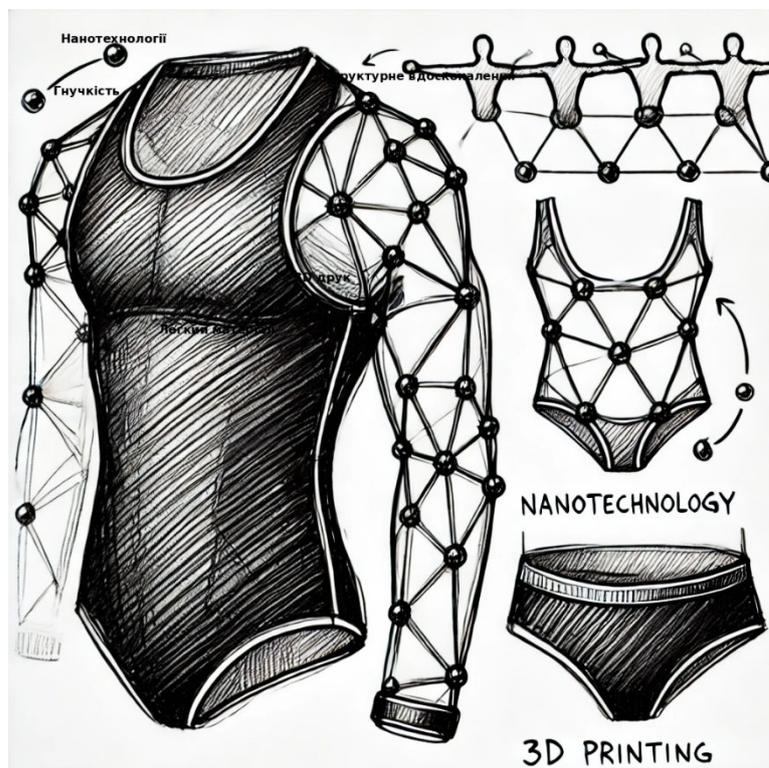
Крім того, ці технології сприяють створенню інноваційних дизайнерських елементів, включаючи кольорові електрохромні дисплеї, світлодіодні тканини та вбудовані сенсори, які забезпечують новітні функціональні можливості в гімнастичному одязі.

Завдяки таким інноваціям гімнастичний одяг стає не просто елементом спортивного екіпірування, але й активним учасником тренувального процесу, забезпечуючи спортсменів важливою інформацією про їхній фізичний стан та допомагаючи підтримувати оптимальні умови для досягнення найкращих результатів [8].

Наприклад, олімпійські костюми Speedo LZR Racer, розроблені спільно з НАСА, ефективно оптимізували форму тіла плавця, знижуючи опір води і сприяючи встановленню 23 світових рекордів під час Олімпійських ігор 2008 року у Пекіні [11; 12]. Дослідження, проведені університетом Лафборо, демонструють інтеграцію біосенсорів у спортивний одяг, які вимірюють фізіологічні показники, такі як серцевий ритм та температура тіла, що дозволяє своєчасно виявляти ознаки перевтоми або можливі здоров'язберігаючі проблеми [5].

Отже, наведені приклади вказують на потенціал нанотехнологій не лише покращувати спортивні результати, але й значно підвищувати рівень комфорту спортсменів, роблячи спортивний одяг активним компонентом в підготовці та виступах атлетів.

Крім того, для наочної демонстрації застосування нанотехнологій і 3D-друку в розробці сучасного спортивного одягу вважаємо за необхідне представити концептуальний ескіз, який відображає основні елементи дизайну цього типу одягу



**Рис. 2 Ескіз дизайну гімнастичного одягу із застосуванням нанотехнологій та 3D-друку**

Внесок дизайнерів у розробку гімнастичного одягу суттєво впливає не тільки на специфічну сферу гімнастики, але й проникає у ширшу сферу модних технологій та сталого дизайну. Використання передових технологій, таких як 3D-друк та цифрове

моделювання, дозволяє змінювати підходи до дизайну, виробництва та споживання модного одягу на більш сталий манер. Інновації можуть покращити точність виробництва, зменшити відходи та підвищити ефективність використання ресурсів.

Один із значущих аспектів такого внеску полягає в можливості створення високоадаптивного одягу, який забезпечує максимальний комфорт та підтримку для спортсменів, що особливо важливо у висококонкурентних умовах професійного спорту та включає в себе розробку матеріалів з покращеними властивостями, такими як зниження ваги, підвищення міцності, гнучкості, а також водовідштовхувальних і терморегулюючих характеристик.

Крім того, розвиток і застосування екологічних матеріалів та методів виробництва відіграє важливу роль у переході індустрії моди до більш сталих практик. Інтеграція принципів кругової економіки в процеси проектування та виробництва спортивного одягу може внести значний внесок у зменшення впливу на навколишнє середовище, сприяючи повторному використанню матеріалів та ресурсозбереженню.

Попередній досвід з впровадження інноваційних технологій у гімнастиці та інших видах спорту вказує на потенціал для їх застосування в ширшому контексті спортивної індустрії, що стосується не тільки професійного спорту, але й аматорського, де збільшення доступності індивідуалізованого спортивного одягу та може значно покращити загальну фізичну активність та здоров'я населення.

Таким чином, інтеграція сучасних технологій у процеси дизайну та виробництва спортивного одягу відкриває нові можливості для інновацій та сталого розвитку в моді та спорті, зміцнюючи взаємозв'язок між високими технологіями та повсякденним.

Отже, інновації у виробництві гімнастичного одягу мають далекосяжні наслідки не тільки для спортивної індустрії, але й для моди та сталого розвитку, відкриваючи нові можливості для майбутнього дизайну спортивного одягу в цілому.

### **Висновки**

Вивчення методів дизайну гімнастичного одягу, які впроваджуються передовими дизайнерами, свідчить про впровадження високотехнологічних інновацій у текстильній індустрії. Зокрема, застосування нанотехнологій та біотехнологій дозволяє оптимізувати властивості матеріалів таким чином, що гімнастичний одяг набуває покращених характеристик стійкості до вологи, терморегуляції, антибактеріального захисту та захисту від ультрафіолетового випромінювання. Зазначені характеристики не лише забезпечують вищий рівень комфорту та безпеки для споживача, але й підкреслюють сталість та ефективність використання ресурсів у виробництві одягу.

Перспективи розвитку галузі, що обумовлені інноваційним підходом дизайнерів, віщують значний вплив на майбутнє текстильної індустрії. Очікується, що дизайнери, які продовжують впроваджувати новітні технології в гімнастичний одяг, відіграватимуть ключову роль у формуванні тенденцій, що сприяють підвищенню якості життя активних людей. Внесок таких дизайнерів може також сприяти створенню нових стандартів у галузі, які будуть орієнтуватися не лише на функціональність і комфорт, а й на забезпечення екологічної стійкості та етичності виробництва.

Таким чином, інноваційні дизайнери гімнастичного одягу не тільки впливають на поточні ринкові тенденції, а й задають напрямок для довгострокових змін у всій індустрії, сприяючи розвитку нових технологічних рішень, які відповідають зростаючим вимогам споживачів до якості та безпеки продукції.

### **Список використаних джерел**

1. Ćibo, M., Šator, A., Kazlagić, A., & Omanović-Miklićanin, E. (2020). Application and impact of nanotechnology in sport. IFMBE Proceedings. 2020. Vol. 78, 349–362. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40049-1\\_44/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40049-1_44/COVER)

2. Da Costa L. P. Engineered nanomaterials in the sports industry. Handbook of Nanomaterials for Manufacturing Applications. 2020. P. 309–320. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821381-0.00014-4>
3. Dilrabo Rayimberdieva et al. Analysis of sewing equipment used in sewing highly elastic fabrics. AIP Conf. Proc. 11 March 2024; 3045 (1): 030012. <https://doi.org/10.1063/5.0197655>
4. Eliner E.V. «Sports fashion at the turn of the XX-XXI centuries». Abstract of a candidate's degree in art history. St. Petersburg-2008.
5. E-Textiles for Sports and Fitness Sensing: Current State, Challenges, and Future Opportunities Kai Yang ,Stuart A. McErlain-Naylor,Beckie Isaia,Andrew Callaway, Steve Beeby. Sensors 2024, 24(4), 1058; <https://doi.org/10.3390/s24041058>. <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/4/1058>
6. Izzyfortiz Nano-textiles: The Fabric of the Future. 2018. URL: <https://sustainable-nano.com/2018/11/28/nanotextiles/>.
7. Kasimova A.B. «Methodological foundations of designing outerwear from cotton Nitron knitted canvas with elastic and heat-retaining properties» doctor of technical philosophy dissertation abstract Tashkent-2019. 100 p.
8. Md Golam Robbani. Future of Textiles with Nanotechnology. 2023. URL: <https://textilefocus.com/future-of-textiles-with-nanotechnology/>
9. Rio Olympic Games: 3D Technology Plays a Major Role in Apparel, from High-Tech Skinsuits to Futuristic Shoes. <https://3dprint.com/144917/rio-olympic-games-3d-technology/>
10. Starkova G.P. «Methodological basis for designing sportswear from highly elastic materials». Abstract for the scientific thesis. degrees Ph.D. tech. Sci. Moscow. 2004, p. 52.
11. Swimsuit Designs. <https://www.nasa.gov/image-article/swimsuit-designs/>
12. The Technology Behind Speedo's High-Tech Swimsuits That Challenged the Olympics. <https://www.engineering.com/the-technology-behind-speedos-high-tech-swimsuits-that-challenged-the-olympics/>;
13. Tucker Bowe Is Spider Silk the Performance Fabric of the Future. 2021. URL: <https://www.gearpatrol.com/tech/a466684/bolt-threads-synthetic-spider-silk>