

зі смолою заповнений смолою по всьому периметру, тому, якщо є виступи під якими порожнеча, їх можна просто прикріпити до основного корпусу деталі під час затвердіння.

У порівнянні з іншими методами прототипування, друк з фотополімерного матеріалу відбувається набагато швидше, а сучасні машини можуть бути надзвичайно швидкими. Без втрати якості полімерні принтери можуть виробляти деталі з високою деталізацією протягом декількох годин або днів в залежності від розміру. Для багатьох застосувань, таких як прототипи, нестандартні стоматологічні шаблони і майстер-моделі для прес-форм, друк на смолі економить бюджет та час.

### ЛІТЕРАТУРА

2. Стереолітографія (Laser Stereolithography, SLA) <https://pro3d.com.ua/a367313-stereolitografiya-laser-stereolithography.html>.
  3. 9 фотополімерів для 3D-печати, которые вас удивят <https://blog.iqb.ru/protofab-resins/>
  4. The 3D printing technologies [Electronic resource]. Available at: <https://www.aniwaa.com/3dprinting-technologies-and-the-3d-printing-process>
  5. Материали для 3D печати <https://3d-services.ru/materialy-dlya-3d-pechati/>
  6. Фотополімер и 3d-печать <https://gorkyliquid.ru/company/articles/1513/>
- 3D Printers and 3D Printing: Technologies, Processes and Techniques <https://www.sculpteo.com/en/3d-printing/3d-printing-technologies/>

УДК 372.147:331.101.1

### ЕРГОНОМІКА – НЕОБХІДНА СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ СУЧАСНОГО ТЕХНІЧНОГО ФАХІВЦЯ

Т.Є. Ліснич<sup>1</sup>, К.А. Зіборов<sup>2</sup>, Т.О. Письменкова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ст. гр. 132-19-2 спеціальності 132 «Матеріалознавство» за напрямком освіти «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [lisnycha.t.y@nmu.one](mailto:lisnycha.t.y@nmu.one)

<sup>2</sup>зав. кафедрою конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний Технічний Університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [ziborov.k.a@nmu.one](mailto:ziborov.k.a@nmu.one)

<sup>3</sup>Доц. кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний Технічний Університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [pismenkova.t.o@nmu.one](mailto:pismenkova.t.o@nmu.one)

**Анотація.** В роботі обґрунтовано необхідність урахування ергономічних показників системи «людина-техніка-середовище» при проектуванні виробів. Продемонстровано етап антропометричного дослідження в рамках підготовки студентів ОП «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» спеціальності 132 Матеріалознавство.

Ключові слова: ергономічні показники, система «людина-техніка-середовище», антропометричні дослідження.

## ERGONOMICS AS A NECESSARY COMPONENT OF TRAINING A MODERN TECHNICAL SPECIALIST

T. Lysncha<sup>1</sup>, K. Ziborov<sup>2</sup>, T. Pismenkova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Student, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [Lisnycha.T.Y@nmu.one](mailto:Lisnycha.T.Y@nmu.one)

<sup>2</sup>Head of Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [ziborov.k.a@nmu.one](mailto:ziborov.k.a@nmu.one)

<sup>3</sup>Associate Professor of the Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [pismenkova.t.o@nmu.one](mailto:pismenkova.t.o@nmu.one)

**Abstract.** The paper substantiates the need to take into account the ergonomic performance of the system "man-machine-environment" when designing products. The stage of anthropometric research in the framework of training specialty 132 Materials Science students is demonstrated.

*Keywords:* ergonomic indicators, system "man-technique-environment", anthropometric researches.

**Вступ.** Щодня ми стикаємося в побуті з промисловим дизайном і даємо йому свою суб'єктивну оцінку. В першу чергу ця оцінка ґрунтується на зовнішньому вигляді продукту. Зовнішній вигляд для багатьох виробів є одним з ключових чинників, що визначають популярність і попит на продукцію. У сьогоdnішній економіці ключова цінність зміщена з продукту як такого в сторону емоцій і вражень споживача, який взаємодіє з ним. Однак, не можна продати продукт тільки за рахунок його візуальних особливостей, позбавлених технологічної складової.

В той же час, технологічна складова виробу, яка позбавлена адаптації до використання ним певною групою населення, також не має високих показників затребуваності. Тому при проектуванні нового і модернізації існуючого виробу особливо важливо заздалегідь і з максимально доступною повнотою враховувати можливості і особливості людей, які ним будуть користуватися. Звідси виникає необхідність у проведенні всебічних досліджень, які пов'язані з вивченням антропометричних, психофізіологічних, сенсомоторних та енергетичних характеристик людини для організації просторового компонування, розмірів, технологічного оснащення, розміщення виробничого обладнання та технологічних ліній. Саме цими питаннями і займається предметна область такої науки, як ергономіка.

Ергономіка виникла у зв'язку зі значним ускладненням технічних засобів і умов їх функціонування в сучасному виробництві та побуті, істотною

зміною трудової та побутової діяльності людини, синтезуванням в ній багатьох функцій. Ергономіка сформувалася на стику наук – психології, фізіології і гігієни праці, соціальної психології, анатомії, антропометрії і ряду технічних наук.

Підготовка сучасного технічного фахівця повинна враховувати ці потреби суспільства, тому в рамках підготовки студентів ОП «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» спеціальності 132 Матеріалознавство на 2-му курсі підготовки бакалаврів викладається дисципліна «Ергономіка та технічна естетика».

**Мета роботи.** Обґрунтування необхідності урахування ергономічних показників системи «людина-техніка-середовище» при проектуванні виробів.

**Матеріал та результати досліджень.** Сучасна ергономіка накопичила досить багато відомостей про закономірності діяльності людини. Проте з боку більшості розробників виробів вони залишаються малопродатними. І хоча ці знання представляються занадто гуманітарними, неформалізованими і розрізненими, використання їх є вкрай необхідними для опису і моделювання взаємодії людини і виробу.

Ергономічні властивості товарів при тривалій експлуатації здатні вплинути на стан здоров'я людини. Наприклад, несумісність форми взуття зі стопою ноги людини може зробити істотний вплив на її здоров'я (рис. 1). При носінні такого взуття обмежується амортизаційна функція стопи, активний відпочинок м'язів, який полягає в чергуванні їх напруги і розслаблення, виникають спазматичні болі в нижніх кінцівках, викривлення, недостатнє кровопостачання, обмеження працездатності кінцівок, відбувається неправильний розподіл маси тіла на суглоби, утворюються хворобливі потертості, травми зовнішнього і внутрішнього виростків, кісткові нарости тощо.



Рисунок 1 – Приклад несумісності форми взуття зі стопою ноги людини

Занадто тісне і коротке взуття створює підвищений тиск на стопу (до 6,1-8,1 кПа). Тривале стиснення кровоносних судин може навіть привести до відмирання тканин. Обмеження свободи рухів стопи є причиною ослаблення м'язів і порушення їх функцій. Широке взуття також перешкоджає правильному функціонуванню стопи, викликаючи зсув її вперед і перенесення центру ваги тіла на пальці. Хо́да у вільному взутті стає невпевненою, що призводить до вивихів гомілковостопного суглоба, а також потертості шкіри пальців і п'яти.

Все це може привести до збільшення кількості хвороб, пов'язаних з виробничою діяльністю людини, зниження показників ефективності існування системи «людина-техніка-середовище» та продуктивності праці.

Технічно складні товари, використання яких засновано на управлінні ними людиною, створюються також з урахуванням даних антропометричних особливостей людей, оптимальних і максимальних зон робочих рухів. Так, оптимальний робочий простір водія, керуючого автомобілем, обмежена дугами, що описуються кожною його рукою при обертанні в ліктьовому суглобі (радіус дуги дорівнює в середньому 34 см); крім того, існує функціональна і морфологічна асиметрія, притаманна руховому апарату людини, наприклад «праворукість». Ці особливості враховують при розміщенні органів управління транспортним засобом (рис. 2).



Рисунок 2 – Приклад розташування органів управління

При роботі з елементами управління також велике значення має швидкість реакції на сигнал. Як показали дослідження, рухи кисті правої руки здійснюються швидше на 14-15%, ніж кисті лівої руки.

Елементи управління технічним продуктом зручні тільки тоді, коли розташовуються відповідно до логіки і послідовності дій людини, що використовує продукт. Елементи індикації та управління виробом розміщуються з

урахуванням точності, з якою сигнал з приладу повинен бути лічений; швидкості сприйняття; зручності маніпулювання; значущості виконання операції; послідовності і частоти використання. При проектуванні також треба враховувати не тільки особливості роботи людини стандартними органами управління, а й частоту, і величину зусиль керуючих рухів, ступінь складності операцій.

Робоче середовище є також важливою складовою ефективності існування складних виробничих систем з позиції сучасної ергономіки. При проектуванні робочого середовища слід враховувати, що вплив факторів зовнішнього середовища може не тільки бути причиною порушень функціонального стану і рівня працездатності людини-працівника, а й впливати як фізичні перешкоди на робочу діяльність. Наприклад, високий рівень шуму або низька освітленість пульта керування можуть створювати ефект маскування корисного сигналу.

Яким же чином можна допомогти людині і знизити негативні наслідки ускладнення діяльності? Є єдиний шлях – перейти від інтуїтивних методів пошуку раціональних рішень при створенні і існуванні системи «людина-техніка-середовище» до науково-обґрунтованих, що базуються на результатах комплексних ергономічних досліджень, і до ергономічної грамотності майбутніх фахівців.

Урахування людського фактору в сучасних технічних системах покликано не лише шкідливими наслідками для здоров'я людини, а і об'єктивними закономірностями розвитку промисловості та економіки, і високими вимогами які висувають сучасні технічні пристрої до формування нових здібностей людини в плані сенсорної, інтелектуальної та рухової діяльності відповідно до тих можливостей, які відкриваються перед ним з розвитком техніки.

Комплексні критерії оптимальності виробничих систем, що розробляються за допомогою сучасної ергономіки, відображають ступінь ефективності як самої системи, так і відповідності її психофізіології людини, і враховують у взаємозв'язку психологічні, фізіологічні, гігієнічні та антропометричні чинники. Проектування і впровадження нових зразків техніки з орієнтацією тільки на критерії продуктивності обладнання призводять в остаточному підсумку, як відзначають найбільш далекоглядні економісти, до підвищення тяжкості праці і зниження суспільно необхідного рівня його інтенсивності [3].

До антропометричних показників, що характеризують відповідність виробів розмірами і формою людського тіла і його окремих частин що входять в контакт з виробом; конструкції виробу за розподілом маси людини та

ін. Для зручності формування і використання цих показників будуються спеціальні діаграми і схеми (рис. 3), що зображують взаємодію людини з виробом, на яких виділяються зони досяжності рук, кути поля зору при різному розміщенні органів управління, індикаторів і т. п.

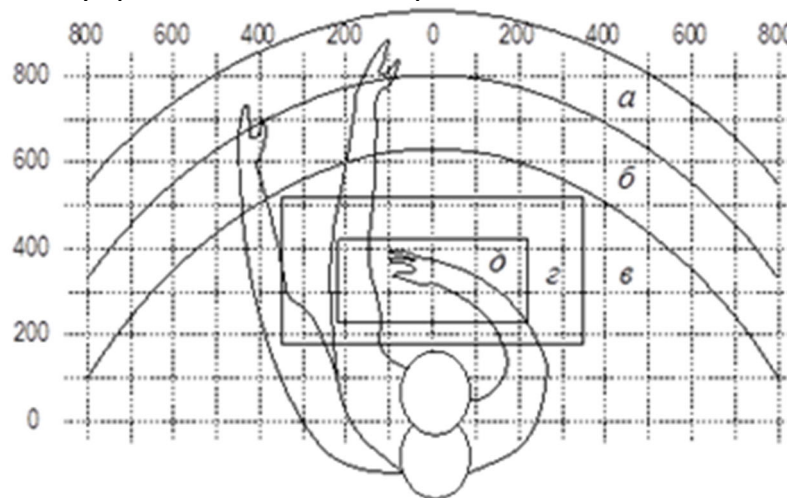


Рисунок 3 – Зона досяжності рук у горизонтальній площині

а) зона максимальної досяжності; б) зона максимальної досяжності пальців при витягнутій руці; в) зона легкої досяжності долоні; г) оптимальний простір для грубої ручної роботи; д) оптимальний простір для тонкої ручної роботи

Для проектування проводять антропометричні обстеження людей в межах антропометричної групи і визначають середні значення найбільш важливих показників частин тіла в заданих положеннях. Проектуючи в межах декількох близьких за своїми показниками груп (наприклад, для вищих навчальних закладів), вказують середні показники віково-ростових груп.

В рамках підготовки студентів ОП «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» спеціальності 132 Матеріалознавство кафедрою конструювання, технічної естетики і дизайну НТУ «Дніпровська політехніка» на 2-му курсі при підготовці бакалаврів в межах дисципліни «Ергономіка та технічна естетика» проводяться вимірювання розмірних характеристик тіла людини (рис. 4). Отримані характеристики використовуються для проведення як статистичного аналізу кількісних показників антропометрії, так і урахування отриманих даних при подальшому проектуванні елементів виробів, які можливо використовувати для здійснення виробничої діяльності.



Рисунок 4 – Проведення антропометричних вимірювань. Лабораторна робота №1. Розмірна характеристика тіла людини

Для максимального задоволення споживчого попиту необхідно все розмаїття форм людини зробити оптимальним для проектування або виробів, або виробничого середовища. Кількість обраних типорозмірів треба розрахувати так, щоб виріб, сконструйований на їх основі підходив максимальній кількості людей. Для виділення необхідних типорозмірів отримані результати антропометричного обмірювання піддаються математичній обробці.

Статистика результатів проведених вимірювань антропометричних показань по контрольованим точкам (рис.4) зводиться в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати вимірювань зросту

|  |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Середнє значення антропометричного показника, см | 162  | 165  | 168  | 171  | 174  | 177  | 180  |
| Кількість показників                             | 1    | 5    | 6    | 9    | 4    | 2    | 3    |
| Ймовірність                                      | 1/30 | 5/30 | 6/30 | 9/30 | 4/30 | 2/30 | 3/30 |

Результатом будь-якого статистичного дослідження є отримання різних статистичних показників, що дозволяють оцінити рівень, варіацію, структуру, взаємозв'язки і динаміку досліджуваних явищ. Тому за результатами проведених вимірювань визначаються статистичні показники (математичне

сподівання, середньоквадратичне відхилення, дисперсія та ін.), які адекватно описують отримані значення.

Подальше художнє конструювання (масове і серійне) ведеться на основі середньостатистичних антропометричних показників. При цьому середні значення показників беруться в тому випадку, якщо вони більш зручні в функціональному відношенні, ніж їх крайні варіанти. Індивідуальне проектування ведеться на основі антропометричних ознак і особливостей окремого людського тіла, а також умов середовища, де вона здійснює свою виробничу діяльність.

Простір, необхідний людині при різних положеннях тіла, залежить не тільки від розмірів тіла, але і від характеру вчиненого дії, розмірів і форми навколишнього обладнання та планувальних параметрів приміщення. Визначення необхідних антропометричних показників залежить або від виду і характеру діяльності якою займається людина, або від об'єкту який проектується. В подальшій роботі під час проектування враховуються усі ергономічні чинники, які впливають на діяльність людини.

**Висновок.** Вищевказаний підхід при підготовці фахівців технічних спеціальностей тягне за собою певну зміну стратегії технічної думки, проектування виробів, середовища або всієї технічної системи. При розробці технічного завдання необхідно виходити з ідеї обслуговування діяльності людини технічними засобами і, відповідно, враховувати насамперед позитивні можливості людини як дійсного суб'єкта всієї виробничої системи, те, що становить його переваги в порівнянні з технікою. Такий підхід відповідає тенденціям розвитку сучасної якісної техніки і економіки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анохин А.А., Падерно П.И., Сергеев С.Ф. Человеческий фактор в сложных технических системах и средах // Труды Второй международной научно-практической конференции «Эрго 2016». Санкт-Петербург. Северная звезда. 2016. – 536 с.
2. Зинченко В.П. Философское наследие / Москва. Санкт-Петербург. ЦГИ «Принт». 2016. – 504 с.
3. Ломов Б.Ф. Человек и техника: очерки инженерной психологии / Москва. Книга по требованию. 2012. – 464 с.
4. Климов Е.А. Введение в психологию труда / Москва, Издательство Московского университета. Академия. 2004. – 336 с.
5. Ермолаева М.В. Эргономические исследования человеческого фактора в современных технических системах // МГТУ им. Н.Э. Баумана. Москва, Journal «Humanities Bulletin of BMSTU».·2018. – №9.