



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Безпечність машин

# ФІЗИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЛЮДИНИ

Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль  
під час роботи з машинами  
(EN 1005-3:2002, IDT)

ДСТУ EN 1005-3:2005

*Видання офіційне*

БЗ № 3–2005/220

Київ  
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
2006

## ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Технічний комітет стандартизації «Дизайн та ергономіка» (ТК 121)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **А. Рубцов; В. Свірко**, канд. психол. наук; **С. Юрченко**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 14 квітня 2005 р. № 90 з 2006–10–01

3 Національний стандарт ДСТУ EN 1005-3:2005 ідентичний з EN 1005-3:2002 Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation (Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль під час роботи з машинами) і включений з дозволу CEN, rue de Stassart 36, B-1050 Bryssels. Всі права щодо використання Європейських стандартів в будь-якій формі і будь-яким способом залишаються за CEN та її Національними членами, і будь-яке використання без письмового дозволу Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики (ДССУ) заборонено.

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**Право власності на цей документ належить державі.  
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково  
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.  
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України**

Держспоживстандарт України, 2006

## ЗМІСТ

	С.
Національний вступ .....	V
Вступ .....	VI
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	1
3 Терміни та визначення понять .....	2
4 Рекомендації .....	2
4.1 Загальні рекомендації та інформація .....	2
4.2 Оцінювання ризику зусиль, що прикладаються .....	2
4.2.1 Етап А. Визначання основних максимальних зусиль .....	4
4.2.2 Етап В. Визначання прийнятних можливостей .....	5
4.2.3 Етап С. Оцінювання ступеня припустимості та ризику .....	6
4.3 Фактори, що впливають на ризик .....	7
4.3.1 Робоча поза .....	7
4.3.2 Прискорення та точність рухів .....	7
4.3.3 Вібрація .....	7
4.3.4 Взаємодія «людина—машина» .....	7
4.3.5 Засоби індивідуального захисту .....	7
4.3.6 Умови навколишнього середовища .....	7
Додаток А Процедура обчислювання для варіанта 2 .....	8
А.1 Загальні положення .....	8
А.2 Вихідні параметри .....	8
А.3 Процедура .....	9
А.3.1 Розподіл зусиль .....	9
А.3.2 Логарифмічне перетворення .....	9
А.3.3 Обчислювання перцентилів зусиль .....	10
А.4 Результати .....	10
Додаток В Процедура обчислювання для варіанта 3 .....	10
В.1 Загальні положення .....	10
В.2 Вихідні параметри .....	10
В.2.1 Зусилля .....	10

В.2.2 Демографічні дані користувачів .....	12
В.3 Процедура .....	12
В.3.1 Штучні параметри розподілу у підгрупах .....	12
В.3.2 Логарифмічні розподіли .....	13
В.3.3 Утворення нових функцій розподілу у чоловічих та жіночих підгрупах ...	13
В.3.4 Зважування та підсумовування всіх розподілів у підгрупах .....	14
В.3.5 Обчислювання перцентилів .....	15
В.4 Результат .....	15
Додаток ZA Взаємозв'язок цього стандарту з Директивами ЄС .....	16
Бібліографія .....	16

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 1005-3:2002 Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation (Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль під час роботи з машинами).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 121 «Дизайн та ергономіка».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— слова «цей європейський стандарт» замінено на «цей стандарт»;

— до розділу 2 «Нормативні посилання» та у «Бібліографії» подано «Національні пояснення», виділені в тексті рамкою. Європейські стандарти, на які є посилання в тексті стандарту: EN 292-1, EN 292-2:1991, EN 614-1, EN 614-2, EN 894-3, EN 1050 — прийнято як національні стандарти України. Копії європейських стандартів, які не прийнято як національні, можна отримати у Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ»;

— у «Вступі» подано «Національну примітку» щодо розшифрування аббревіатури EFTA, яку виділено в тексті рамкою;

— у розділі 4 «Рекомендації» подано виноску щодо підготовки проекту стандарту;

— виправлено помилки: у першому абзаці А.3.3 замість  $\bar{F}_{in} \%$  дано  $F_{in} \%$ ; у третьому абзаці

В.3.2 замість  $\bar{F}_{ci}^{\perp} = F_{ci}$  дано  $\bar{F}_{ci}^{\perp} = \bar{F}_{ci}$ ; у чисельнику формули В.3.4 замість  $n_{ji}DF_{ji}(x) + n_{ci}DF_{ji}(x)$  дано  $n_{ji}DF_{ji}(x) + n_{ci}DF_{ci}(x)$ ;

— у 4.3.5 замість аббревіатури PPE вжито відповідний термін «засіб індивідуального захисту»;

— у «Бібліографії» замість prEN 1005-2 застосовано EN 1005-2;

— структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Зміст», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

— замінено позначки одиниць фізичних величин:

Позначка в EN 1005-3	N	min	h
Позначка в національному стандарті	H	хв	год

## ВСТУП

Протягом життєвого циклу машини, починаючи від її виготовлення до демонтажу, різні дії, пов'язані з використанням машини, потребують докладання фізичної сили людини. Фізичні зусилля призводять до напруги кістяково-м'язової системи людини. Небажана напруга призводить до втоми, дискомфорту та розлади кістяково-м'язової системи. Виробник машини має можливість контролювати ці ризики для здоров'я, оптимізуючи потрібні зусилля урахуванням їх частоти, тривалості та зміною їх використання.

Процедура обчислювання та рекомендовані обмеження, які надано в цьому стандарті, спрямовані на зменшення ризику для здоров'я оператора, а також на підвищення маневреності та надання можливості більшій кількості людей управляти машинами, що підвищує продуктивність та прибутковість.

Цей стандарт гармонізовано відповідно до вимог Директив щодо машин та відповідних правил ЕФТА.

<b>Національна примітка</b>
-----------------------------

ЕФТА — Європейська асоціація вільної торгівлі.
--

Цей стандарт, який складено згідно з EN 1050, надає користувачу можливість виявити небезпеку заподіяння шкоди здоров'ю, проявом якої є розлади кістяково-м'язової системи, а також надає засоби для якісного та, певною мірою, кількісного оцінювання ризику. Засоби, призначені для оцінювання ризику, також передбачають шляхи зменшення ризику. У цьому стандарті не розглянуто ризики, які пов'язані з нещасними випадками.

Рекомендації, які надано в цьому стандарті, опираються на наукові факти щодо психології та епідеміології фізичної праці. Однак, ця інформація є недостатньою, а обмеження, що пропонуються, можуть змінюватись залежно від майбутніх досліджень.

Цей стандарт — стандарт типу В, як зазначено в EN 1070.

Положення цього стандарту можуть бути доповнені або змінені положеннями стандарту типу С.

**Примітка.** Вимоги стандарту типу С для машин, які перебувають у сфері застосування і які спроектовано та побудовано за вимогами стандарту типу С, матимуть пріоритет над вимогами цього стандарту типу В.

---

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

БЕЗПЕЧНІСТЬ МАШИН

**ФІЗИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЛЮДИНИ**

**Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль  
під час роботи з машинами**

БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИН

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

**Часть 3. Рекомендуемые ограничения усилий  
при работе с машинами**

SAFETY OF MACHINERY

**HUMAN PHYSICAL PERFORMANCE**

**Part 3. Recommended force limits for machinery operation**

---

Чинний від 2006-10-01

## **1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт є настановою для виробників машин (або їхніх складових частин) та для розробників стандартів типу С щодо контролю ризиків для здоров'я людини, пов'язаних із застосуванням фізичної сили під час роботи з машинами.

Цей стандарт визначає рекомендовані обмеження зусиль для дій під час роботи з машинами, що охоплює виготовлення, транспортування та введення в експлуатацію (зборка, установлення, регулювання), використання (робота, очищення, пошук дефектів, технічне обслуговування, налагодження, програмування або переналагодження), виведення з експлуатації, утилізацію і демонтаж. Цей стандарт поширюється, в першу чергу, на машини, які виготовлено після того, як видано цей стандарт.

Цей стандарт поширюється, з одного боку, на машини для професійного користування дорослим населенням, яке є здоровою робочою силою із звичайними фізичними можливостями, та, з іншого боку, на машини для побутового користування всім населенням, дітьми та людьми похилого віку включно.

Ці рекомендації розроблено на основі досліджень, які проводили з європейським населенням. Цей стандарт не поширюється на машини, що виготовлені до його публікації CEN.

## **2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

Цей стандарт містить положення з інших публікацій через датовані й недатовані посилання. Ці нормативні посилання наведено у відповідних місцях тексту, а перелік публікацій наведено нижче. Для датованих посилань пізніші зміни чи перегляд будь-якої з цих публікацій стосуються цього стандарту тільки в тому випадку, якщо їх введено разом зі змінами чи переглядом. Для недатованих посилань треба користуватись останнім виданням відповідної публікації.

EN 614-1 Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles

EN 1005-1:2001 Safety of machinery — Human physical performance — Part 1: Terms and definitions

EN 1070 Safety of machinery — Terminology.

**НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ**

EN 614-1 Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 1. Термінологія та загальні принципи

EN 1005-1:2001 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 1. Терміни та визначення

EN 1070 Безпечність машин. Термінологія.

### **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

У цьому стандарті використано терміни та визначення, які наведено в EN 614-1, EN 1005-1:2001 та EN 1070.

### **4 РЕКОМЕНДАЦІЇ**

#### **4.1 Загальні рекомендації та інформація**

Застосування процедури визначання обмеження зусиль, яку наведено нижче, рекомендовано здійснювати після ознайомлення з додатком А EN 292-2:1991, та EN 614-1 і EN 614-2.

Дуже важливо, щоб оператор слідував за послідовністю дій та за темпом роботи машини. Більш того, машини треба проектувати таким чином, щоб дії, які потребують докладання сили, були оптимальними відносно пози та положення кінцівок оператора, а також напряду прикладання зусиль. Крім цього, машини треба проектувати з урахуванням можливості зміни рухів та силових навантажень.

Процедура оцінювання ризику, яка наведена в цьому стандарті, формально повинна проводитись для кожної дії під час роботи з машинами. Але треба зазначити, що дії, які повторюються нечасто та які потребують незначних зусиль, можуть бути оцінені узагальнено.

Дії, пов'язані з роботою з органами керування, розглянуто в EN 894-3, однак, цей стандарт надає важливу додаткову інформацію стосовно фізичних можливостей та безпеки оператора.

#### **4.2 Оцінювання ризику зусиль, що прикладаються**

Оцінювання ризику в цьому стандарті ґрунтується на здатності передбачуваних користувачів створювати фізичні зусилля та складається з трьох етапів, як проілюстровано на рисунку 1.

На етапі А максимальні ізометричні силові можливості розраховують для відповідних дій визначеної групи передбачуваних користувачів. У межах сфери застосування цього стандарту максимальні зусилля можна визначати за трьома альтернативними методами.

На етапі В можливе зусилля, визначене на етапі А, зменшується залежно від обставин, за якими це зусилля повинно утворюватись (швидкість, частота та тривалість дії). Це зменшення зусилля досягається за допомогою низки коефіцієнтів. Взагалі, результат — це зусилля, яке можна створювати без значної втоми.

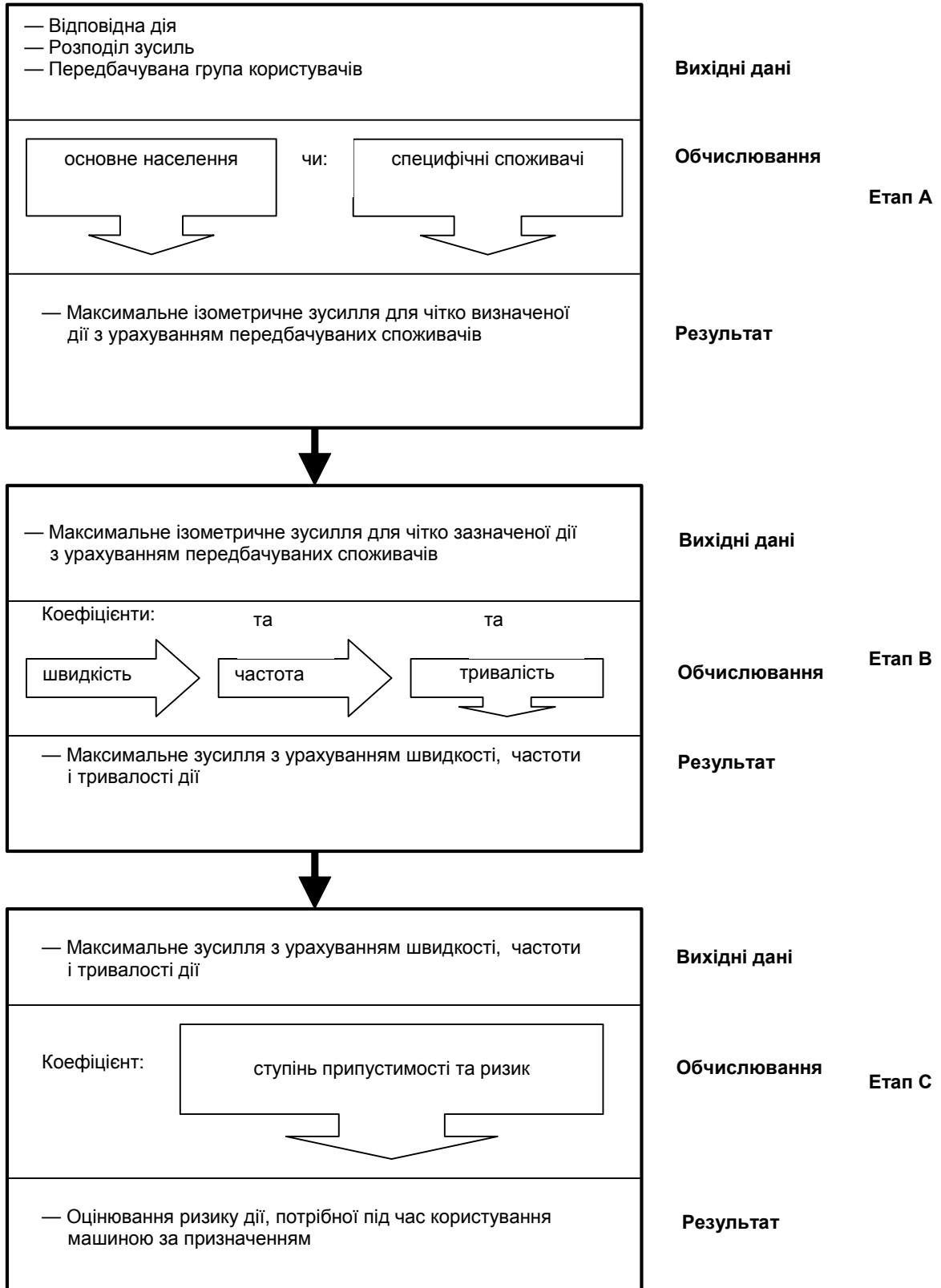
На етапі С оцінюється ризик, пов'язаний з передбачуваним користувачем машини. Оцінювання ризику проводять за допомогою коефіцієнтів ризику, які зменшують максимальне зусилля, отримане на етапі В, до величин, пов'язаних з різними рівнями ризику.

Під час оцінювання ризику до уваги беруть пошкодження кістяково-м'язової системи людини, отже оцінювання ризику, в першу чергу, ґрунтується на припущенні, що зменшення ступеня втоми під час роботи призводить до зменшення можливих пошкоджень.

Рекомендовані обмеження зусиль стосуються більшості чоловіків та жінок загальної групи населення за умов оптимальної робочої пози та ідеальних умов середовища. Обмеження розраховують для оптимального діапазону рухів суглобів, потрібних для виконання відповідних дій.

Рекомендовано, щоб обмеження зусиль для професійних користувачів відповідало 15-му перцентилу усього дорослого населення, тобто чоловіків та жінок віком від 20 до 65 років.





**Рисунок 1** — Ілюстрація поетапної процедури для оцінювання ризику зусиль, що прикладають під час користування машинами передбачуваною групою користувачів

Обмеження зусиль для машин, призначених для побутового використання, повинно відповідати 1-му перцентилю дорослого населення. Посилання робиться на доросле населення, оскільки надійних даних щодо сили дітей та людей похилого віку немає або вони є недостатніми. Обмеження, які встановлюються процедурою в цьому стандарті, значно зменшать небезпеку для, як найменш, 85 % користувачів.

Виробник повинен усвідомлювати, що оцінювання зусиль, яке представлено в цьому стандарті, може бути використано також під час розроблення інструкцій з експлуатації машин.

#### **4.2.1 Етап А. Визначання основних силових можливостей**

Результат: максимальне ізометричне зусилля  $F_B$  для чітко визначеної дії з урахуванням передбачуваної групи споживачів.

Етап А можна виконати трьома варіантами.

##### **Варіант 1**

Знайти величини попередніх обчислень  $F_B$  в таблиці 1, якщо вони є. Ці обмеження репрезентують основне європейське працездатне населення у встановленому віковому та статевому сполученні. Попередні обчислювання були зроблені за варіантом 3. Ці величини обчислюють для оптимальних робочих поз, як показано в таблиці. Виробник повинен знати, що фізичні зусилля, зокрема, при роботі руками, пов'язані з робочими позами, а також з напрямом, у якому докладається сила.

##### **Варіант 2**

Обчислення  $F_B$  за допомогою нескладної процедури, як описано в додатку А. Варіант 2 є наближенням до цієї процедури за умов однакової репрезентації чоловіків та жінок і можна застосувати:

- якщо передбачувані користувачі схожі з основним європейським населенням;
- якщо відсутні конкретні демографічні дані щодо групи передбачуваних користувачів.

Варіант 2 стосується силових характеристик загального жіночого населення. Обмеження можна обчислити за допомогою таких основних етапів:

- визначити відповідні дії та напрями дії сил;
- отримати розподіл ізометричних зусиль представників групи загального здорового дорослого європейського населення під час виконання відповідних дій;
- визначитись, де буде використовуватись машина: в професійних або побутових умовах;
- визначити  $F_B$ , тобто 15-й перцентиль зусиль для професійного користування або 1-й перцентиль для побутового користування.

Подальшу інформацію та процедуру приблизного обчислювання подано в додатку А. Зверніть увагу, що додаток А є довідковий, а не обов'язковий.

##### **Варіант 3**

Точне обчислювання  $F_B$  проводять за допомогою більш складної процедури, наведеної у додатку В.

Величина  $F_B$  точно відповідає передбаченій групі населення. Отже, варіант 3 застосовують:




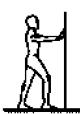

- якщо відомі конкретні вікові та статеві характеристики передбаченої групи населення.

Варіант 3 стосується силових характеристик конкретної підгрупи: жінок віком від 20 до 30 років.

Обмеження можна обчислити за допомогою таких основних етапів:

- визначити відповідні дії та напрямки дії сил;
- отримати параметри розподілу силових характеристик (середній та стандартний відхили) окремої репрезентативної групи (жінки віком від 20 до 30 років);
- отримати розподіл передбачуваної групи користувачів за віком та статевою ознакою згідно з демографічними даними щодо неї;
- визначити  $F_B$ , тобто 15-й перцентиль зусиль для професійного користування або 1-й перцентиль зусиль для побутового користування.

**Таблиця 1** — Максимальне ізометричне зусилля  $F_B$ . Попередньо обчислені обмеження ізометричних зусиль для загальної діяльності у професійному та побутовому користуванні. Величини стосуються оптимальних умов роботи.

Робота		Професійне використання $F_B$ , Н	Побутове використання $F_B$ , Н
	Робота кистями рук (однією кистю): Силовий захват	250	184
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>усередину</span> <span>назовні</span> </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <span>від себе</span> <span>до себе</span> </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <span>доверху</span> <span>донизу</span> </div> 	Робота руками (у позі сидячі, однією рукою):		
	— доверху	50	31
	— донизу	75	44
	— назовні	55	31
	— усередину	75	49
	— від себе		
— з опорою тіла	275	186	
— без опори тіла	62	30	
— до себе			
— з опорою тіла	225	169	
— без опори тіла	55	28	
	Робота усім тілом (у позі стоячи):		
— від себе	200	119	
— до себе	145	96	
	Робота з педалями (у позі сидячі, з опорою тіла):		
— дія щиколотком	250	154	
— дія ногою	475	308	

Подальшу інформацію та процедуру обчислювання подано у додатку В. Зверніть увагу, що додаток В є довідковий, а не обов'язковий.

**4.2.2 Етап В. Визначання прийнятних можливостей**

Результат: максимальне зусилля для передбачуваної групи користувачів з урахуванням швидкості, частоти та тривалості дії.

**4.2.2.1 Коефіцієнт швидкості  $m_v$**

Здатність до створення максимального зусилля зменшується у разі швидких рухів із стисканням. Це враховується коефіцієнтом швидкості,  $m_v$ , який визначено в таблиці 2.

**Таблиця 2** — Коефіцієнт швидкості  $m_v$ , пов'язаний із швидкістю рухів

Швидкість	Відсутня	Є
	Дія передбачає дуже повільний рух або його відсутність	Дія передбачає очевидний рух
$m_v$	1,0	0,8

**4.2.2.2 Коефіцієнт частоти  $m_f$**

Дії, які часто повторюються, призводять до втоми, отже зменшують здатність до створення максимального зусилля. Наслідки втоми залежать від взаємозв'язку тривалості кожної окремої дії (час дії) і частоти, з якою ця дія виконується протягом роботи з машиною. Коефіцієнт  $m_f$ , який має це компенсувати, визначають згідно з таблицею 3.

**Таблиця 3** — Коефіцієнт частоти  $m_f$ , пов'язаний з тривалістю окремих дій (час дії) та частотою виконання цих дій

Час дії, хв	Частота дій (хв <sup>-1</sup> )			
	≤ 0,2	> 0,2 – 2	> 2 – 20	> 20
≤ 0,05	1,0	0,8	0,5	0,3
> 0,05	0,6	0,4	0,2	немає даних

**4.2.2.3 Коефіцієнт тривалості  $m_d$**

Втома, тобто зменшена здатність до створювання зусиль, розвивається поступово у часі під час виконання роботи. «Схожі» дії можуть спричинити накопичення втоми, оскільки вони створюють навантаження на одні і ті самі частини тіла людини. Отже, треба враховувати не тільки години, протягом яких триває певна дія, а також тривалість дій, подібних до неї. «Подібні» дії визначають як дії, однакові за характером виконання (натискання, стискання і таке інше) з певною дією, та під час виконання яких кисті (ступні) займають положення, близьке до середнього. Коефіцієнт  $m_d$ , визначений в таблиці 4, враховує вплив втоми. «Тривалість» в цій таблиці означає час роботи з урахуванням перерв.

**Таблиця 4** — Коефіцієнт тривалості  $m_d$ , пов'язаний із загальною тривалістю подібних дій

Тривалість (год)	≤ 1	> 1 – 2	> 2 – 8
$m_d$	1,0	0,8	0,5

**4.2.2.4 Обчислювання зменшеної здатності,  $F_{Br}$**

Обчислимо здатність до створювання зусиль з урахуванням швидкості, частоти та тривалості дії за нижчезазначеною формулою:

$$F_{Br} = F_B \times m_v \times m_f \times m_d,$$

де:  $F_{Br}$  — максимальне ізометричне зусилля;  
 $m_v$  — коефіцієнт швидкості;  
 $m_f$  — коефіцієнт частоти;  
 $m_d$  — коефіцієнт тривалості.

**4.2.3 Етап С. Оцінювання ступеня припустимості та ризику**

Результат: оцінка ризику зусилля, потрібного під час роботи з машиною.

Обидва етапи, які визначено вище, стосуються можливості, яка створюється максимальним ізометричним зусиллям. Отже, величина  $F_{Br}$  показує дійсну межу зусилля, що можна прикладати. Однак, ризик для здоров'я має місце навіть у разі застосування зусиль, менших за максимальні. Це враховується коефіцієнтом ризику, який наведено нижче. Він враховує навантагу на тіло (зокрема, м'язи, сухожилля та суглоби), а також мінімально прийнятні характеристики безпечності. Коефіцієнт ризику утворює три зони ризику, що допомагають виробникам оцінювати ризик використання машини за призначенням.

Оцінювання ступеня припустимості та ризику виконують таким чином:

— величину зусилля, яку отримано на етапі В, множать на величину  $m_r$ , значення якої надають в таблиці 5, за формулою:

$$F_R = m_r \times F_{Br},$$

де  $F_R$  — зусилля оцінювання ризику;

— це веде до зон ризику, які пов'язані з діючими зусиллями під час використання машин. Оцінка ризику в межах кожної окремої зони надається в таблиці 5;

— звертаючись до зон ризику, виробник може оцінити намічену конструкцію машини і (або) отримати кількісне керівництво для формулювання інструкції з експлуатації машин.

Таблиця 5 — Коефіцієнт ризику  $m_r$ , який визначає зони ризику

Зона ризику	$m_r$
Рекомендована	$\leq 0,5$
Не рекомендована	$> 0,5 - 0,7$
Треба уникати	$> 0,7$

**Рекомендована зона.** Ризик захворювання або травмування незначний. Ніяких втручань не потрібно.

**Нерекомендована зона.** Ризик захворювання або травмування не можна нехтувати. Отже, цей ризик буде далі оцінено та проаналізовано з урахуванням додаткових факторів ризику, включаючи ті фактори ризику, які наведено в 4.3. У результаті цього аналізу можна отримати величину коефіцієнта ризику, що становитиме 0,7, яка вважається прийнятною. Якщо, з іншого боку, в результаті аналізу буде зроблено висновок, що використання машини пов'язано з ризиком, то з метою зменшення ризику, можливо, знадобиться змінити конструкцію машини, або вжити інших заходів.

**Зона, якої треба уникати.** Ризик захворювання або травмування є очевидним і не може бути допущеним. Отже, втручання з метою зменшення ризику є необхідним.

Треба особливо зазначити, якщо машини мають використовуватись за високої частоти дій, ризик травмування значно більший, незалежно від зусиль, що потрібно прикласти. За подальшою інформацією звертатись до рEN 1005-5<sup>1)</sup>.

### 4.3 Фактори, що впливають на ризик

#### 4.3.1 Робоча поза

Конструкція машини повинна дозволяти людині під час роботи з машиною та керування нею займати довільну та легко змінну робочу позу, яка може часто змінюватись; у цьому разі треба уникати крайніх положень суглобів. Під час розглядання робочих поз треба посилатися на рEN 1005-4<sup>1)</sup>.

#### 4.3.2 Прискорення та точність рухів

Необхідно брати до уваги, що дії, які вимагають високих прискорень, передбачають значні навантаження на м'язові тканини тіла людини, отже, збільшується ризик травмування і пошкоджень. Також треба усвідомлювати, що рухи, які вимагають високого ступеня точності, виконуються повільніше та можуть передбачати більші м'язові зусилля.

#### 4.3.3 Вібрація

Машина не повинна поширювати вібрацію на руки або тіло оператора. Вібрація впливає на здатність до створення максимальних зусиль та може спричинити пошкодження кістяково-м'язової системи.

#### 4.3.4 Взаємодія «людина — машина»

Оператор повинний бути в змозі повністю контролювати свій темп роботи. Під час роботи машини оператор повинен мати змогу запускати або зупиняти машину в будь-який момент. Виробник повинен усвідомлювати ймовірність ризику появи пошкоджень кістяково-м'язової системи внаслідок монотонної роботи.

#### 4.3.5 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту та захисний одяг можуть обмежувати рухи оператора під час роботи з машиною. До стандартного набору засобів індивідуального захисту належать рукавиці, фартухи, робочий халат, вогнеупорні штани, гетри, щільне закрите взуття, захисні окуляри, маски або респіратори. Це має бути враховано під час проектування машини додаванням достатнього робочого простору, а також урахуванням того, що внаслідок використання засобів індивідуального захисту зменшується сила та рухливість.

#### 4.3.6 Умови навколишнього середовища

Необхідно враховувати передбачувані умови навколишнього середовища під час роботи з машинами за призначенням. Особливо обережним треба бути під час роботи в умовах екстремальних температур. Наприклад, висока температура або вологість можуть призвести до швидкої втоми, робота за умов низької температури може призвести до нечутливості або зробити необхідним використання рукавиць, що зменшує спритність рук. Не менш важливим є врахування умов освітлення.

<sup>1)</sup> Цей стандарт готується CEN/TC 122/WG 4 «Біомеханіка».

ДОДАТОК А  
(довідковий)

## ПРОЦЕДУРА ОБЧИСЛЮВАННЯ ДЛЯ ВАРІАНТА 2

**А.1 Загальні положення**

У додатку А описано прискорену процедуру визначення приблизних значень обмежень зусиль. Ця процедура, в якій однаково репрезентовані як чоловіки, так і жінки, застосовують якщо:

- немає достатньої інформації стосовно користувачів машин, або
- машини спроектовані безпосередньо для групи дорослого європейського населення.

У другому випадку додаток А може бути використаний, щоб уникнути більш складного методу, описаного у додатку В. Якщо реальні робочі зусилля не мають обмежень, використовуйте додаток В, як описано нижче.

**А.2 Вихідні параметри**

На першому етапі треба аналізувати передбачені робочі дії оператора, щоб точно визначити найбільш небезпечні з них, а також потрібні зусилля. Параметри розподілу (середній та стандартний відхил) фізичних характеристик людини подають в літературі або у таблиці, яку наведено нижче. Ці дані повинні взагалі репрезентувати доросле європейське населення. Як наближення, рекомендовано почати з параметрів розподілу, узятих виключно з жіночих репрезентативних груп. Ці параметри дозволяють достатньо добре прогнозувати обмеження зусиль  $F_B$ , що поєднує дані для представників обох статей:

- передбачена група користувачів: доросле європейське населення;
- репрезентативна група: доросле жіноче населення;
- параметри розподілу: середня величина зусилля  $\bar{F}$  та стандартний відхил  $\sigma$  для репрезентативної групи.

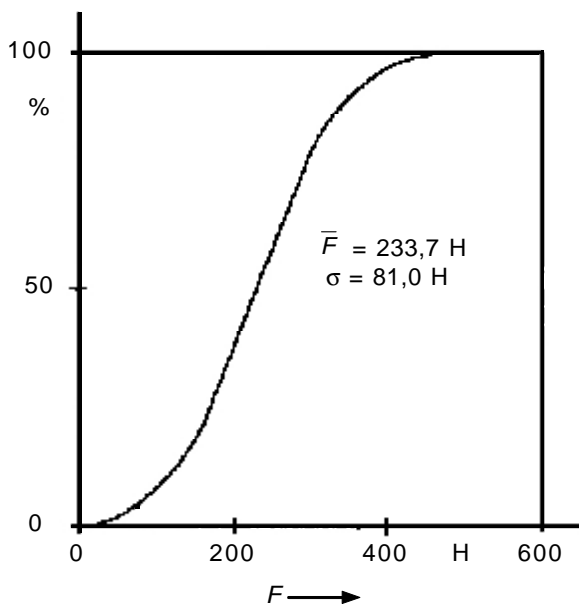



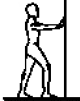



Рисунок А.1 — Приклад параметрів розподілу

Таблиця А.1 — Підбір параметрів розподілу  $\bar{F}$  та  $\sigma$  (Репрезентативна група: доросле жіноче населення)

Робота		$\bar{F}_B$ , Н	$\sigma$ , Н
	Робота кистями рук (однією кистю): Силовий захват	278,0	62,2
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>усередину ← → назовні</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>від себе ↑ ↓ до себе</p>  </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>до верху ↑ ↓ до низу</p>  </div>	Робота руками (у позі сидячі, одною рукою):		
	– до верху	58,0	18,4
	– до низу	88,6	33,2
	– назовні	65,5	26,2
	– усередину	85,6	24,6
	– від себе		
– з опорою тіла	312,0	84,8	
– без опори тіла	78,0	42,7	
– до себе			
– з опорою тіла	246,0	45,7	
– без опори тіла	67,9	33,5	
	Робота усім тілом (у позі стоячи):		
– від себе	233,7	81,0	
– до себе	164,6	44,9	
	Робота з педалями (у позі сидячі, з опорою тіла):		
– дія щиколотком	293,4	104,7	
– дія ногою	542,5	156,2	
<p><b>Примітка.</b> Приблизні значення. Якщо немає даних щодо репрезентативної групи, параметри розподілу, наведені у додатку В для групи «молоді жінки віком від 20 до 30 років», можна використовувати як приблизні значення.</p>			

### А.3 Процедура

#### А.3.1 Розподіл зусиль

Середній та стандартний відхил визначають функції розподілу  $DF(x)$  всіх передбачених зусиль. Таке наближення до нормального стану надає можливість легко визначити обмеження зусиль під час практичного застосування.

#### А.3.2 Логарифмічне перетворення

Обмеження наближаються до реальності за допомогою нормального логарифмічного розподілу:

$$\bar{F}_{\ln} = \ln \bar{F} \quad \sigma_{\ln} = \ln \frac{\bar{F} + \sigma}{\bar{F}}$$

Приклад: штовхання

$$\bar{F}_{\ln} = \ln 233,7 = 5,45$$

$$\sigma_{\ln} = \ln \frac{233,7 + 81}{233,7} = 0,30$$

### А.3.3 Обчислювання перцентилів зусиль

Виходячи з вищезазначених параметрів розподілу,  $\bar{F}_{In}$  і  $\sigma_{In}$ , можуть бути обчислені перцентилі логарифмічного зусилля  $F_{In} \%$ :

$$F_{In\%} = \bar{F}_{In} + z_{\%} \times \sigma_{In}$$

Для 15-го та 1-го перцентилів цільової групи  $z \%$  відповідно становить <sup>2)</sup>

$$z_{15\%} = -0,5244$$

$$z_{1\%} = -2,0537$$

Приклад:

$$F_{In15\%} = 5,45 - 0,5244 \times 0,30 = 5,30$$

$$F_{In1\%} = 5,45 - 2,0537 \times 0,30 = 4,84$$

Просте перетворення назад до лінійної шкали в результаті дає відповідні перцентилі  $F_{\%}$ :

$$F_{\%} = e^{F_{In\%}} \text{ Н}$$

Приклад:

$$F_{15\%} = e^{5,3} = 200 \text{ Н}$$

$$F_{1\%} = e^{4,84} = 126 \text{ Н}$$

### А.4 Результати

Обидва перцентилі  $F_{15\%}$  та  $F_{1\%}$  визначають як максимальні ізометричні зусилля  $F_B$ :

$$F_B = \begin{cases} F_{15\%} \text{ для професійного користування} \\ F_{1\%} \text{ для побутового користування} \end{cases}$$

Приклад:

$$F_B = 200 \text{ Н для професійного користування.}$$

Ці обмеження зусиль дозволяють працювати до 85 % або 99 % дорослого європейського населення без перевищення своїх фізичних можливостей.

## ДОДАТОК В

(довідковий)

### ПРОЦЕДУРА ОБЧИСЛЮВАННЯ ДЛЯ ВАРІАНТА 3

#### В.1 Загальні положення

У 4.2 варіант 3 точно визначено процедуру встановлення максимальних ізометричних зусиль  $F_B$  для достатньо відомої групи користувачів машини. Схема обчислювання вміщує два основні етапи, які більш детально описані далі.

#### В.2 Вихідні параметри

##### В.2.1 Зусилля

Ця процедура, по-перше, потребує визначення параметрів розподілу максимальних ізометричних зусиль, що спостерігаються в певній репрезентативній групі:

— репрезентативна група: жінки віком від 20 до 30 років;

— параметри розподілу: середнє значення зусилля  $\bar{F}$  та стандартний відхил  $\sigma$  для репрезентативної групи.

<sup>2)</sup> Тут припущено:

$$z_{15\%}^{\text{загальн. насел.}} = z_{30\%}^{\text{жіноч. насел.}} = -0,5244$$

і

$$z_{1\%}^{\text{загальн. насел.}} = z_{2\%}^{\text{жіноч. насел.}} = -2,0537$$



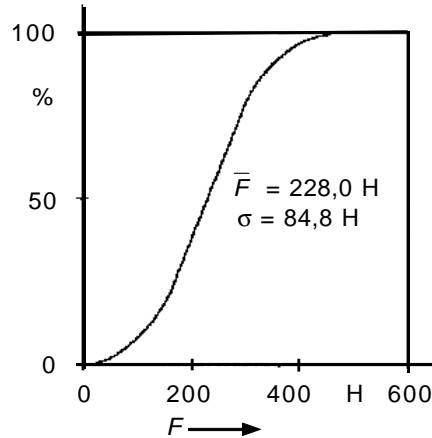


Рисунок В.1 — Приклад параметрів розподілу

Вихідні зусилля можна знайти в літературі чи у нижченаведеній таблиці.

Таблиця В.1 — Підбір параметрів розподілу  $\bar{F}$  та  $\sigma$  (Репрезентативна група: жінки віком від 20 до 30 років)

Робота		$\bar{F}$ , Н	$\sigma$ , Н
	Робота кистями рук (однією кистю): Сильовий захват	270,0	54,1
<p>усередину назовні</p> <p>від себе</p> <p>до себе</p> <p>доверху</p> <p>донизу</p>	Робота руками (у позі сидячі, однією рукою):		
	– доверху	56,0	18,4
	– донизу	88,6	33,2
	– назовні	63,5	26,2
	– усередину	83,4	24,6
	– від себе		
– з опорою тіла	303,0	81,0	
– без опори тіла	75,5	42,7	
	– до себе	242,0	44,9
	– з опорою тіла	65,7	33,5
	– без опори тіла		
	Робота усім тілом (у позі стоячи):		
	– від себе	228,0	84,8
	– до себе	161,0	45,7
	Робота з педалями (у позі сидячи, з опорою тіла):		
	– дія щиколотком	282,0	96,5
	– дія ногою	528,5	157,6
<p><b>Примітка.</b> Приблизні значення. Якщо немає даних щодо репрезентативної групи, параметри розподілу, наведені у додатку А для групи «доросле жіноче населення», можна використовувати як приблизні значення.</p>			

**В.2.2 Демографічні дані користувачів**

Далі потрібно проаналізувати передбачувану групу користувачів. У цьому аналізі треба виділити підгрупи за віком та статтю відповідно до наступних категорій:

жінки:

- $n_{ж1}$ : вік < 20 років;
- $n_{ж2}$ : 20 років ≤ вік ≤ 50 років;
- $n_{ж3}$ : вік > 50 років;

чоловіки:

- $n_{ч1}$ : вік < 20 років;
- $n_{ч2}$ : 20 років ≤ вік ≤ 50 років;
- $n_{ч3}$ : вік > 50 років;

$n_{жі}$ ,  $n_{чі}$ : відсоток відповідних підгруп у складі передбачуваної групи користувачів;

перевірка: сума всіх  $n_{жі}$  та  $n_{чі}$  повинна становити 100 %.

$n_{ж1} = 1,6 \%$
$n_{ж2} = 31,6 \%$
$n_{ж3} = 7,6 \%$
$n_{ч1} = 2,0 \%$
$n_{ч2} = 43,8 \%$
$n_{ч3} = 13,4 \%$

Приклад розподілу по дванадцяти європейським державам<sup>3)</sup>



Рисунок В.2 — Приклад демографічних даних користувачів

**В.3 Процедура**

На другому етапі за допомогою спеціальної процедури для передбачуваної групи користувачів обчислюють обмеження зусиль, як це описано вище. Ця процедура працює таким чином.

**В.3.1 Штучні параметри розподілу у підгрупах**

Середні величини зусиль та стандартні відхили для всіх підгруп і, просто обчислюються за вищезазначеними вихідними параметрами ( $\bar{F}$ ,  $\sigma$ ) та деякими відповідними коефіцієнтами ( $\alpha_{xx}$ ,  $S_{xx}$ ), що показують зв'язок між віком і статтю:

жінки — середні величини зусиль:  $\bar{F}_{жі} = \bar{F} \times \alpha_{жі}$ ;

— стандартний відхил:  $\sigma_{жі} = \sigma \times S_{жі}$ ;

чоловіки — середні величини зусиль:  $\bar{F}_{чі} = \bar{F} \times \alpha_{чі}$ ;

— стандартний відхил:  $\sigma_{чі} = \sigma \times S_{чі}$ ;

де  $i = 1 \dots 3$  — групи за віком;

$\alpha_{xx}$ ,  $S_{xx}$  — коефіцієнти підгруп;

$\bar{F}$  — середня величина зусилля для репрезентативної групи, як визначено в етапі В.2;

$\sigma$  — стандартний відхил для репрезентативної групи як, визначено в етапі В.2.

<sup>3)</sup> Eur 12, Europa der 12 — Erhebung über Arbeitskräfte, Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 1993 (Європа 12. Урахування робочої сили. Статистичне федеральне відомство Вісбадена, 1993).

Таблиця В.2 — Приклад демографічних даних користувачів

Група за віком	1	2	3
$\bar{F}_{жі}$	172,8	180,0	167,4
$\sigma_{жі}$	61,8	60,0	57,6
$\bar{F}_{чі}$	351,0	388,8	306,0
$\sigma_{чі}$	94,2	99,0	108

Таблиця В.3 — Коефіцієнти підгруп

Середнє значення $\alpha_{xx}$				Стандартний відхил $s_{xx}$			
Група за віком	1	2	3	Група за віком	1	2	3
$\alpha_{жі}$ для жінок	0,96	1,00	0,93	$s_{жі}$ для жінок	1,03	1,00	0,96
$\alpha_{чі}$ для чоловіків	1,95	2,16	1,70	$s_{чі}$ для чоловіків	1,57	1,65	1,81

**В.3.2 Логарифмічні розподіли**

За менших рівнях зусиль (наприклад  $\bar{F} = 63,5$  Н,  $\sigma = 26,2$  Н) вищенаведене приблизне обчислювання дає гірші результати для більш низьких перцентилів (1 %). У цьому випадку більш реальними є логарифмічні розподіли. Просте перетворення дає новий набір логарифмічних параметрів розподілу:

жінки:  $\bar{F}_{жі}^L = \ln(\bar{F}_{жі})$   $\sigma_{жі}^L = \ln \frac{\bar{F}_{жі} + \sigma_{жі}}{\bar{F}_{жі}}$ ;

чоловіки:  $\bar{F}_{чі}^L = \ln(\bar{F}_{чі})$   $\sigma_{чі}^L = \ln \frac{\bar{F}_{чі} + \sigma_{чі}}{\bar{F}_{чі}}$ .

Решту обчислювань цієї процедури застосовують до вищезазначених логарифмічних параметрів розподілу таким самим чином, як і до лінійного нормального розподілу.

У цьому випадку просто треба замінити:

$\bar{F}_{жі}^L = \bar{F}_{жі}$   $\sigma_{жі}^L = \sigma_{жі}$   $x^L = x$

$\bar{F}_{чі}^L = \bar{F}_{чі}$   $\sigma_{чі}^L = \sigma_{чі}$ ,

де  $x$  — перемінне зусилля в лінійному представленні;

$x^L$  — перемінне зусилля в логарифмічному представленні.

**В.3.3 Утворення нових функцій розподілу у чоловічих та жіночих підгрупах**

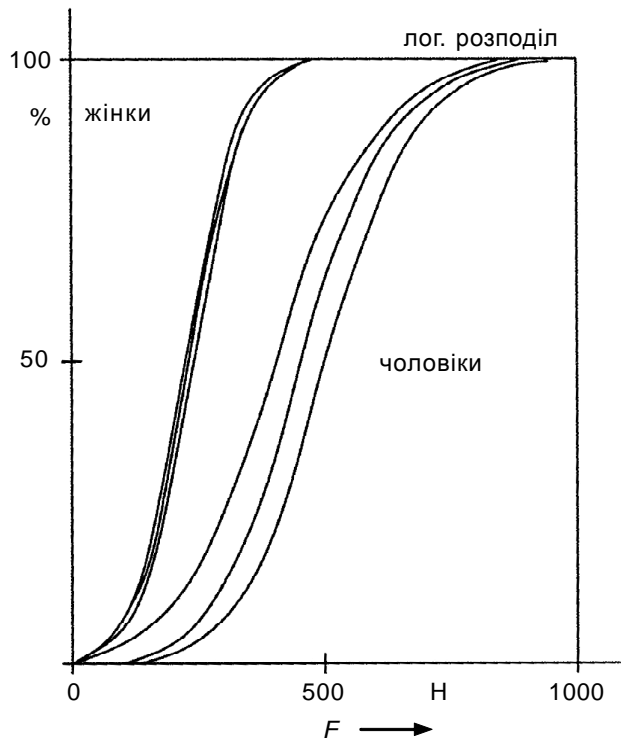
— жінки:  $DF_{жі}(x) = \frac{1}{\sigma_{жі}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-0,5z_{жі}^2} dz_{жі}$ ,

де  $z_{жі} = \frac{x - \bar{F}_{жі}}{\sigma_{жі}}$ ;

— чоловіки:  $DF_{чі}(x) = \frac{1}{\sigma_{чі}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-0,5z_{чі}^2} dz_{чі}$ ,

де  $z_{чі} = \frac{x - \bar{F}_{чі}}{\sigma_{чі}}$ .

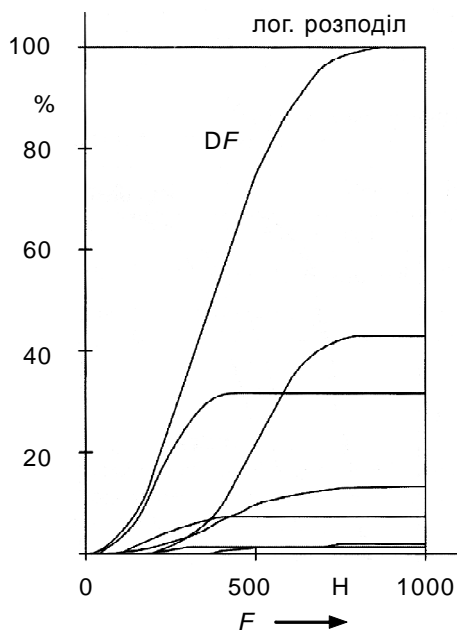
Якщо логарифмічні розподіли виконано, повернутись до  $x = e^{x^L}$



**Рисунок В.3** — Приклад функцій розподілу зусиль у чоловічих та жіночих підгрупах  
**В.3.4 Зважування та підсумовування всіх розподілів у підгрупах**

$$DF(x) = \sum_j \frac{n_{жі} DF_{жі}(x) + n_{чі} DF_{чі}(x)}{100},$$

де  $DF$  — функція розподілу;  
 $n_{жі}$ ,  $n_{чі}$  — відсотки усіх підгруп.



**Рисунок В.4** — Приклад зважування та підсумовування всіх розподілів у підгрупах

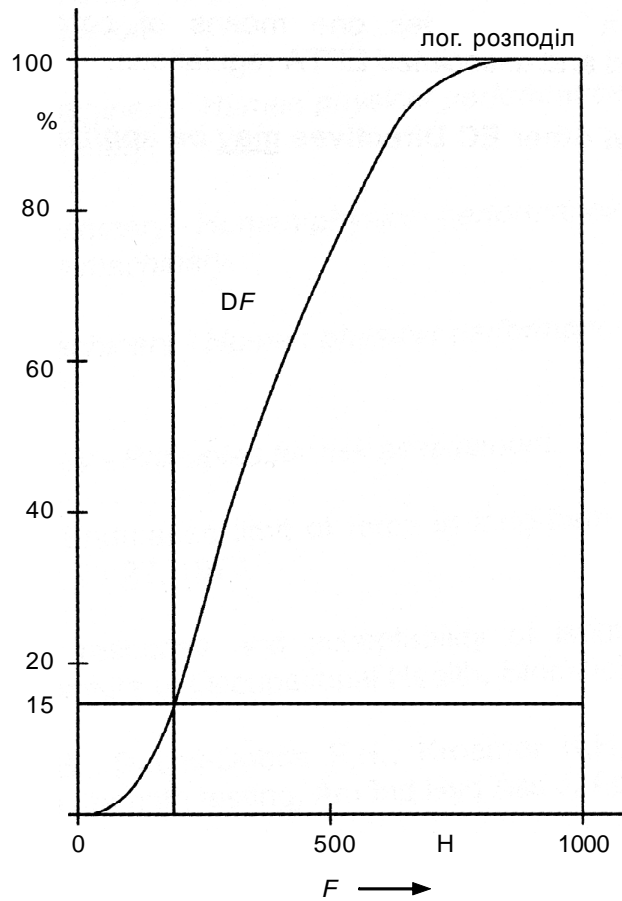
**В.3.5 Обчислювання перцентилів**

$DF(x)$  — це підсумована функція розподілу всіх підгруп, що залежать від зусилля  $x$ .

Отже, обмеження зусилля можна визначити обчислюванням 15-го або 1-го перцентиля  $DF(x)$ :

$$DF(x) = \begin{cases} 0,15 & \text{для професійного користування} \\ 0,01 & \text{для побутового користування} \end{cases}$$

→ зусилля  $x$



**Рисунок В.5** — Приклад обчислювання перцентилів

**В.4 Результат**

Вищенаведена процедура дає потрібне обмеження основного зусилля:

$$F_B = x H.$$

Ці обмеження дозволяють працювати до 85 % або 99 % користувачів, що визначені у вихідному розподілі, без перевищення їхніх фізичних можливостей.

Приклад:

$$F_B = 200,2 \text{ Н.}$$

ДОДАТОК ЗА  
(довідковий)

## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ЦЬОГО СТАНДАРТУ З ДИРЕКТИВАМИ ЄС

Цей стандарт був розроблений за дорученням, наданим СЕН Європейською комісією і Європейською асоціацією вільної торгівлі, і відповідає основним вимогам Директив(и) ЄС:

Директива 98/37/ЄС щодо машин змінена відповідно до Директиви 98/79/ЄС.

Відповідність цьому стандарту — єдиний засіб забезпечення відповідності основним вимогам Директиви, що стосуються інструкцій EFTA.

**ЗАСТОРОГА! До виробів, на які поширюється цей стандарт, можуть бути застосовані інші вимоги та інші Директиви ЄС.**

## БІБЛІОГРАФІЯ

1 EN 292-1 Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology.

2 EN 292-2:1991 Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles and specifications.

3 EN 614-2 Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks.

4 EN 894-3 Safety of machinery — Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators.

5 EN 1005-2 Safety of machinery — Human physical performance — Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery.

6 prEN 1005-4<sup>1)</sup> Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery.

7 prEN 1005-5<sup>1)</sup> Safety of machinery — Human physical performance — Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency.

8 EN 1050 Safety of machinery — Principles for risk assessment.

9 Björkstén M., Jonsson B., Endurance limit of force in long-term intermittent static contractions, Scand J Work, Environm & Health 3: 23—27, 1977.

10 Byström S.: Physiological response and acceptability of isometric intermittent handgrip contractions, Doctoral thesis, National Institute of Occupational Health, Stockholm, 1991.

11 Caldwell L.S., Chaffin D.B., Dukes-Dobos F.N., Kroemer K.H.E., Laubach L.L, A proposed standard procedure for static muscle strength testing, Am Ind Hyg Ass J, April, 201—206, 1974.

12 Dul J., Douwes M., Smitt P.: Ergonomic guidelines for the prevention of discomfort of static postures based on endurance data, Ergonomics 37, 807—815, 1994.

13 Hagberg M.: Muscular endurance and surface electromyogram in isometric and dynamic exercise, J Appl Physiol SI, 1—7, 1981.

14 Jonsson B.: Muscular fatigue and endurance; basic research and ergonomic applications, In: Neural and mechanical control of movement, M, Kumamoto (Ed.), Yamaguchi Shoten, 64—76, Kyoto, 1984.

15 Jorgensen K., Fallentin N., Kroch-lund C., Jensen B.: Electromyography and fatigue during prolonged, low-level static contractions, Eur J Appl Physiol 57, 316—321, 1988.

16 Mathiassen S.E.: The influence of exercise/rest schedule on the physiological and psychophysical response to isometric shoulder-neck exercise, Eur J Appl Physiol 67, 528—539, 1993.

17 Mital A.: Preliminary guidelines for designing one-handed material handling tasks, J Occup Accidents 4, 33—44, 1985.

18 Norme Francaise, Ergonomics — Recommended force limits for work, NF X 35—106, 1985.

19 Rohmert W., Berg K., Bruder R., Schaub K.: Kräfteatlas, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, Berlin, 1994.

20 Rühmann H., Schmidtke H.: Körperkräfte des Menschen, O. Schmidt KG, Köln, 1992.

21 Schaefer, P., Rudolph, W., Schwarz, W. Variable force limits for optional target populations — a new approach realized in CEN-standardization, Proceedings of the 13<sup>th</sup> IEA, Tampere, vol, 4, 533—535, 1997.

- 22 Sjgaard G.: Intramuscular changes during long-term contraction. In: The ergonomics of working postures, N. Corlett, J. Wilson, I. Manenica (Eds.), Taylor & Francis, 136—143, London, 1986.
- 23 Snook S.H.: The design of manual handling tasks, Ergonomics 21, 1978.
- 24 Thöne D.: Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der optimalen Arbeitsgeschwindigkeit, Arbeitswissenschaft und Praxis 15, 1970.
- 25 Astrand P.-O., Rodahl K.: Textbook of work physiology, McGraw-Hill, New York, 1986.
- 26 Eur 12, Europa der 12 — Erhebung über Arbeitskräfte, Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 1993.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

- 1 EN 292-1 Безпечність машин. Основні поняття, загальні принципи проектування. Частина 1. Основна термінологія, методологія
- 2 EN 292-2:1991 Безпечність машин. Основні поняття, загальні принципи проектування. Частина 2. Технічні принципи та технічні умови
- 3 EN 614-2 Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 2. Взаємозв'язок між проектуванням машин і робочих завдань
- 4 EN 894-3 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 3. Органи керування
- 5 EN 1005-2 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 2. Ручне переміщення машин та їх складових частин
- 6 prEN 1005-4<sup>1)</sup> Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 4. Оцінювання робочих поз і рухів, що стосуються машин
- 7 prEN 1005-5<sup>1)</sup> Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 5. Оцінювання ризику у разі частого повторного маніпулювання
- 8 EN 1050 Безпечність машин. Принципи оцінювання ризиків.

УКНД 13.110; 13.180

**Ключові слова:** безпечність машин, фізичні можливості, обмеження зусиль, розподіл зусиль, група користувачів.

---

Редактор **О. Чихман**  
Технічний редактор **О. Марченко**  
Коректор **І. Дьячкова**  
Верстальник **Р. Дученко**

---

Підписано до друку 20.11.2006. Формат 60 × 84 1/8.  
Ум. друк. арк. 2,79. Зам. Ціна договірна.

---

Відділ редагування нормативних документів ДП «УкрНДНЦ»  
03115, м. Київ, вул. Святошинська, 2