

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

УДК 004 + 331.4

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).2.3-12](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).2.3-12)

К.М. Марченко, доц., канд. техн. наук, **О.В. Оришака**, доц., канд. техн. наук,
С.О. Брагінець, **Д.О. Берестенко**
Центральноукраїнський національний технічний університет, м Кропивницький, Україна
e-mail: k_marchenko@i.ua

Вплив якості програмного забезпечення на продуктивність праці та стомлюваність працівників

У статті розглянуті аспекти наукової організації праці та охорони праці в галузі інформаційних технологій. Проаналізовано чинники продуктивності праці на комп'ютеризованих робочих місцях та стомлюваності працівників, визначено їх пріоритетність. Показано, що продуктивність праці є інтегральним критерієм оптимальності організації праці та програмного забезпечення на комп'ютеризованому робочому місці. Приділено увагу питанням ефективності та ергономічності програмного забезпечення, зокрема, програмних інтерфейсів, як важливої складової в підвищенні продуктивності праці та охорони праці.

охорона праці, наукова організація праці, комп'ютер, робоче місце, програмне забезпечення, програмний інтерфейс, продуктивність праці, стомлюваність

Постановка проблеми. В інформаційному суспільстві безперервно зростає номенклатура галузей та професій, пов'язаних з використанням комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. Статистика [1] показує, що майже половина з 1600 опитаних працівників заявили, що використовують програмне забезпечення більше шести годин на день. Це приводить до необхідності перегляду класичних засад організації та охорони праці на робочих місцях.

Наукова організація праці, пов'язаної з використанням комп'ютерної техніки, повинна враховувати психофізіологічні особливості роботи з інформацією, відповідними технічними засобами та програмним забезпеченням, що сприяє як безпечним та здоровим умовам праці, виконанню вимог стандартів з охорони праці, так і її високій ефективності, зокрема, продуктивності. Отже, наукова організація праці та охорона праці є органічно пов'язаними галузями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Таким чином, дослідження з оптимальної організації праці при роботі з комп'ютером та програмного забезпечення є **актуальною задачею**.

Питанням наукової організації праці присвячені дослідження [2, 3]. Зокрема, в цих роботах розглядаються вплив наукової організації праці на підвищення продуктивності праці.

Наукова організація праці програмістів та інших працівників, робота яких пов'язана з комп'ютерною обробкою інформації, знаходиться на стадії зародження та не охоплює всіх аспектів таких галузей праці. Дослідження та рекомендації стосовно роботи на комп'ютеризованих робочих місцях спрямовані переважно на ергономічні параметри робочого місця, взаємодію зорового апарату працівників з відеомоніторами та режимами праці й відпочинку.

Організація робочого місця користувача комп'ютера регламентується ДНАОП 0.00-1.31-99.

Безпека використання персональних комп'ютерів обумовлена вимогами СанПіН 2.2.2 / 2.4.1340-03 "Гігієнічні вимоги до персональних електронно-обчислювальних машин і організації роботи", які визначають санітарно-епідеміологічні вимоги до проектування, виготовлення та експлуатації персональних електронно-обчислювальних машин, проектування приміщень, призначених для їх експлуатації а також до організації робочих місць, обладнаних комп'ютерами та виробничим обладнанням на базі комп'ютерної техніки.

Ергономічні вимоги до організації робочих місць користувачів комп'ютерів включають геометричні параметри стільця та столу, розміщення комп'ютерного монітора та інших пристроїв [4, 5].

Разом з тим дослідження показують суттєвий вплив інтенсивності інформаційного потоку на робочому місці на стан працівників [6]. Тому актуальними є питання охорони праці в галузі інформаційних технологій з урахуванням специфіки професійної діяльності у цій сфері.

Аналіз наукових робіт з організації та охорони праці в галузі інформаційних технологій показав недостатність досліджень впливу організації та якості комп'ютерного програмного забезпечення на продуктивність праці та стомлюваність працівників.

Постановка завдання. Метою досліджень є вивчення можливостей підвищення продуктивності праці та зниження стомлюваності працівників на комп'ютеризованих робочих місцях. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі досліджень:

1. Проаналізувати особливості праці та організації праці на комп'ютеризованих робочих місцях.
2. Обґрунтувати чинники продуктивності праці та стомлюваності працівників у сфері інформаційних технологій.
3. Визначити степінь впливу окремих чинників на продуктивність праці та стомлюваність працівників.
4. Дослідити шляхи підвищення продуктивності праці та зниження стомлюваності працівників за рахунок удосконалення програмного забезпечення на комп'ютеризованих робочих місцях.

Виклад основного матеріалу. Аналіз умов праці на комп'ютеризованих робочих місцях показав такі особливості, як багатогодинна праця в сталому напруженому положенні, мала рухова активність при значних локальних динамічних навантаженнях, зокрема, суглобів та м'язів кистей рук, шиї та спини. Праця в інформаційній діяльності пов'язана з обробкою великих обсягів інформації, із застосуванням комп'ютерної техніки, із частим прийняттям відповідальних рішень в умовах обмеженого часу. Тривала робота на комп'ютеризованому робочому місці призводить до значного навантаження на елементи зорового апарату. Ці фактори зумовлюють високий рівень нервово-психічного перевантаження, зниження функціональної активності центральної нервової системи, призводить до розвитку втоми, виникнення стресу.

Проаналізуємо чинники, від яких залежить продуктивність праці на комп'ютеризованому робочому місці.

Організація робочого місця утворює як фізичний, так і психологічний вплив на ефективність праці. Крім нормативних параметрів, таких як освітлення, розміри столу та стільця, положення відеомонітору та клавіатури слід враховувати також оптимальне розміщення інших периферійних пристроїв та організаційної техніки, їх доступність, укладення кабелів тощо.

Режим праці включає степінь навантаження на працівника, як кількість завдань, запланованих на певний період часу, інтенсивність інформаційного потоку,

обґрунтоване чергування періодів роботи та відпочинку працівників. Надмірно інтенсивне навантаження на працівників, відсутність своєчасних перерв на відпочинок приводить до швидкої втоми та значного зниження змінної продуктивності праці.

Степінь уніфікації завдань, які виконуються на даному робочому місці, впливає на терміни їх виконання. При надходженні на робоче місце типових завдань їх виконання працівником доводиться до рівня автоматизму, в той час як унікальні завдання вимагають розгляду, детального вивчення, пошуку алгоритмів та засобів їх вирішення. З одного боку, уніфікація завдань пришвидшує їх вирішення, з іншого боку, може спричинити монотонність праці, яка сприяє втомі. При надходженні завдань декількох характерних типів, ці завдання доцільно поділити на групи. Якщо потік завдань щільний, слід розподілити ці групи завдань за окремими робочими місцями та доручити їх виконання декільком працівникам, кваліфікація та спеціалізація яких відповідає типу завдань.

Складність завдань, що вирішуються на робочому місці, суттєво впливає на трудомісткість та напруженість праці, на час виконання завдань, отже, продуктивність праці стає відносною та мало визначеною.

Аналогічним чином впливає на продуктивність праці степінь відповідальності працівника за правильність прийняття рішень, особливо в умовах обмеженого часу. Кожне рішення в такому випадку необхідно вивіряти та перепроверити. Окремі випадки потребують колегіального рішення, що спричиняє затримки при виконанні завдань.

Рівномірність вхідного потоку завдань бажано підтримувати постійною та оптимальною, бо як простої, так і форсування в виконанні завдань негативно впливають як на продуктивність праці, так і на психічний стан працівників.

Продуктивність комп'ютерного обладнання, швидкодія програмного забезпечення, швидкість мережевого обміну даними напряму впливає на продуктивність праці при обробці інформації. "Зависання" інформаційних процесів, збої в роботі програм та обладнання, неоднозначність або незрозумілість даних не тільки уповільнюють та призупиняють роботу, а й викликають підвищене психічне напруження, дратування, втому оператора.

Продуктивність обробки інформації також залежить від відповідності комп'ютерного та мережевого обладнання, встановленого програмного забезпечення до завдань, що виконуються на даному робочому місці.

Якість встановленого на комп'ютері програмного забезпечення впливає не тільки на швидкість, коректність виконання завдань з обробки інформації та на точність отриманих результатів, а й на стан працюючих із цим програмним забезпеченням, отже, опосередковано на продуктивність їх праці. За результатами опитування [1] 62% працівників відчували, що не досягають свого професійного потенціалу через програмне забезпечення, яке вони використовують на роботі. Близько 95% працівників згодні з тим, що якісне програмне забезпечення може підвищити продуктивність їх праці (рис. 1).

Майже 52% всіх співробітників у якийсь момент стали незадоволені роботою через якість програмного забезпечення, яке вони використовують у своїй роботі. Роботодавців занепокоює, зокрема, те, що програмне забезпечення, яке працівники повинні використовувати на роботі, змусило 24% з опитаних залишити роботу. 95% респондентів сказали, що вони були б «дуже задоволені» або «задоволені», якби на роботі мали кращі програмні інструменти.

Продуктивність праці напряму залежить від стомлюваності працівників, у тому числі на комп'ютеризованих робочих місцях. Важливими чинниками стомлюваності працівників є не тільки режим роботи та організація робочого місця, а й організація та

якість програмного забезпечення.

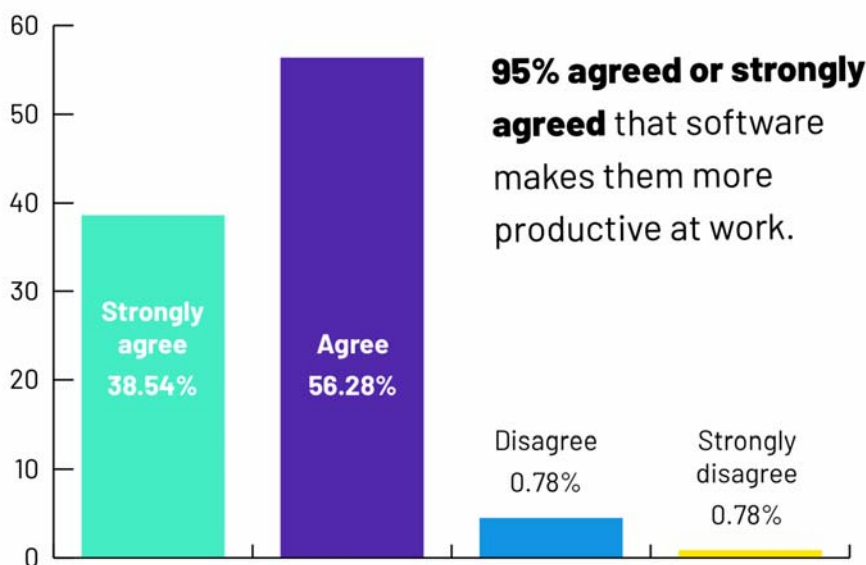


Рисунок 1 – Результати опитування працівників щодо впливу якості програмного забезпечення на продуктивність праці

Джерело: на підставі [1]

Якщо завдання на комп'ютеризованому робочому місці можуть бути виконані за допомогою двох або більше комп'ютерних програм, доцільним є вибір оптимального програмного забезпечення за критеріями продуктивності праці та стомлюваності працівників, наприклад, шляхом тестування програмного забезпечення та замірюванням продуктивності виконання завдань з обробки інформації одним і тим же працівником протягом заданого інтервалу часу. Стомлюваність працівника певної кваліфікації може бути виміряна зниженням продуктивності праці при виконанні однотипних завдань як зменшення кількості виконаних завдань за подальші рівні відрізки часу. При тестуванні альтернативного програмного забезпечення слід зупинити вибір на тих комп'ютерних програмах, які викликають меншу стомлюваність оператора, отже, сприяють більшій продуктивності праці.

Таким чином, продуктивність праці може виступати інтегральним критерієм оптимальності в організації праці, робочого місця та програмного забезпечення на комп'ютеризованих робочих місцях.

Степінь впливу розглянутих чинників продуктивності праці на комп'ютеризованому робочому місці визначимо за допомогою методу експертних оцінок [7] з використанням процедури простого ранжирування. Для ранжирування чинників продуктивності використовувалась узагальнена думка / оцінка групи експертів, що складалася з працівників сфери інформаційних технологій, які є практичними користувачами комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення у повсякденній професійній діяльності. Експертам пропонується оцінити вплив чинників продуктивності праці за 10-бальною шкалою.

Множину чинників продуктивності праці позначимо як

$$Q = \{q_i\}, i = 1 \dots m,$$

множина експертних оцінок чинників продуктивності праці, де оцінка дається кожному з m чинників кожним з j -експертів

$$E = \{e_{ij}\}, j = 1 \dots n.$$

Матриця експертних оцінок має вигляд, представлений у таблиці 1.

Таблиця 1 - Матриця експертних оцінок

Чинники	Результати експертного оцінювання			Значення складових продуктивності
	E_1	...	E_n	
q_1	e_{11}	...	e_{1n}	r_1
...
q_m	e_{m1}	...	e_{mn}	r_m
	\bar{e}_1	...	\bar{e}_n	R

Джерело: на підставі [7]

Задача полягає у розташуванні чинників за зниженням сумарної зваженої експертної оцінки, забезпечуючи виконання нерівності

$$e_{i1} \geq e_{i2} \geq \dots \geq e_{in}, i = 1 \dots m,$$

$$e_{i1} = \max_j(e_{ij}), e_{in} = \min_j(e_{ij}).$$

Середні значення оцінок альтернативних варіантів організації праці

$$\bar{e}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m e_{ij}, j = 1 \dots n. \quad (1)$$

Таким чином,

$$\bar{e}_1 \geq \bar{e}_2 \geq \dots \geq \bar{e}_n.$$

Середній результат для всіх експертних оцінок

$$\bar{e} = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m e_{ij}. \quad (2)$$

Для урахування потенційного впливу кожного чинника застосуємо вагові коефіцієнти до чинників, що задовольняють умовам

$$\sum_{j=1}^m v_j = 1; v_j \geq 0$$

Розрахуємо вагові коефіцієнти за формулою

$$v_j = \frac{\sum_{i=1}^m e_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m e_{ij}} \quad (3)$$

Зважені значення кожного з чинників продуктивності праці

$$r_i = \sum_{j=1}^m v_j e_{ij}. \quad (3)$$

Результати ранжирування чинників продуктивності праці на комп'ютеризо-

ваному робочому місці представлені в таблиці 1.

Таблиця 2 - Результати ранжирування чинників продуктивності праці на комп'ютеризованому робочому місці

Ранг чинника	Найменування чинника	Ваговий коефіцієнт	Узагальнена середня оцінка
1	Режим праці, втома працівника	0,21	9,23
2	Складність завдань	0,18	8,46
3	Якість програмного забезпечення	0,14	7,9
4	Організація програмного забезпечення	0,13	7,7
5	Степінь уніфікації завдань	0,11	6,65
6	Рівномірність вхідного потоку завдань	0,1	5,14
7	Продуктивність комп'ютерного обладнання	0,08	4,88
8	Організація робочого місця	0,05	3,27

Джерело: розроблено авторами

Аналогічну процедуру було проведено для ранжирування чинників стомлюваності працівників на комп'ютеризованих робочих місцях (таблиця 2).

Таблиця 3 - Результати ранжирування чинників стомлюваності працівників на комп'ютеризованих робочих місцях

Ранг чинника	Найменування чинника	Ваговий коефіцієнт	Узагальнена середня оцінка
1	Режим праці	0,25	9,35
2	Складність завдань, нервові напруження	0,21	8,15
3	Організація робочого місця, робоче положення	0,15	6,46
4	Якість програмного забезпечення	0,12	6,23
5	Організація програмного забезпечення	0,12	5,3
6	Якість комп'ютерного обладнання	0,1	4,58
7	Монотонність праці	0,05	3,12

Джерело: розроблено авторами

Отримані результати показують суттєвий вплив якості програмного забезпечення на продуктивність праці (третій ранг серед чинників) та стомлюваність (четвертий ранг серед чинників).

Розглянемо шляхи удосконалення програмного забезпечення з метою підвищення продуктивності праці на комп'ютеризованих робочих місцях та зниження стомлюваності працівників.

Організація програмного забезпечення включає відповідність установленого на робочому місці програмного забезпечення завданням, що вирішуються на даному робочому місці, відповідність технічним параметрам комп'ютера та установленого на ньому системного програмного забезпечення, сумісність програм, за допомогою яких вирішуються комплексні завдання, ефективну підтримку периферійних пристроїв тощо. Якщо завдання можуть бути вирішені за допомогою альтернативного програмного забезпечення, слід протестувати всі варіанти та здійснити вибір оптимального, зважаючи на функціональність, ефективність роботи та зручність використання, від якої залежить стомлюваність працівників.

Якість програмного забезпечення передбачає, зокрема, функціональність, надійність, зручність використання, ефективність та зручність супроводу [8].

Організація та якість програмного забезпечення включають також якість, зручну організацію та зрозумілість програмних інтерфейсів [9 - 14].

Переважає більшість працівників сфери інформаційних технологій є кінцевими користувачами програмного забезпечення. Такі користувачі можуть ефективно вирішувати на комп'ютерах свої завдання лише в умовах наявності активної допомоги з боку програмного забезпечення на всіх етапах роботи і спрощення методів взаємодії з обчислювальною системою. Програмне забезпечення є зручним для користувача, якщо інтелектуальні зусилля користувача, необхідні для розуміння дій системи і реакції на них мінімальні. Поведінка програмного забезпечення повинна бути зрозумілою користувачеві.

Для підвищення продуктивності праці програми повинні забезпечувати користувача зручними формами представлення результатів в залежності від типу запиту або від характеру отриманого рішення. При цьому коректність програмного інтерфейсу передбачає, що допустимі запити користувача повинні бути чіткими і однозначними, а реакція програми на всі типи запитів повинна бути однозначною, зрозумілою і простою.

Програмні інтерфейси повинні бути максимально простими та однозначними у використанні. Простота інтерфейсу передбачає також, що інтерфейс не повинен бути перевантажений деталями щодо представлення розв'язку та результатів завдань, що виконуються, не повинен містити зайвих декоративних деталей, які відволікають від головної задачі, орієнтований на використання відомих, загальноприйнятих методів і засобів представлення інформації. При розробці сучасних програмних інтерфейсів слід також забезпечувати їх адаптивність як до користувачів, які з ними працюють, так і до завдань, що за допомогою них вирішуються. При розробці адаптивних інтерфейсів враховуються принципи мінімізації витрат ресурсів користувача; максимального взаєморозуміння та відсутності протиріч; запобігання надлишковості інформації, яка вводиться до системи; максимальної концентрації користувача на задачі, що розв'язується; легкості використання для працівників різної кваліфікації і простоти навчання.

При проектуванні програмних інтерфейсів слід також враховувати так званий людський фактор. Необхідно передбачити нюанси, які можуть виникнути при спілкуванні користувача з програмою, а саме, користувач повинен завжди знати, що робити далі; що програма чекає від нього; що дані введено коректно або що дані не були введені коректно; що має місце затримка з обчисленнями; що програма завершила або не завершила виконання завдання. Повідомлення, команди або інформація щодо результатів роботи програми повинні утримуватись на екрані достатньо довго, для того щоб користувач міг прочитати і сприйняти їх. Необхідно передбачити помилки, які можуть бути припущені з боку користувача програмного забезпечення.

Принцип передбачуваності в проектуванні програмних інтерфейсів полягає, зокрема, у форматуванні екрану комп'ютерного монітору. Форматування екрану монітора необхідно робити таким чином, щоб різні типи інформації, команди, повідомлення завжди з'являлись в одній і тій же звичній для користувача області. При такому підході до форматування екрану користувач завжди буде знати, де шукати потрібну інформацію.

Суттєвий вплив програмного забезпечення на продуктивність праці та стомлюваність працівників обумовлюється також привабливістю, естетикою інтерфейсу, ясністю, чіткістю, виразністю, сприятливою та доцільною гамою кольорів.

Користувачі віддають перевагу не лише функціональним програмним продуктам, а й програмам, які мають доброзичливий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Якісний програмний інтерфейс може бути пояснений інтуїтивно сам собою, без будь-яких додаткових зусиль та складного тривалого навчання.

Висновки.

1. В результаті вивчення умов праці на комп'ютеризованих робочих місцях було встановлено, що працівники на цих місцях зазнають підвищених нервових навантажень сумісно з гіподинамією тіла, постійним напруженням окремих груп м'язів та зорового апарату.

2. Аналіз умов праці показав, що серед головних чинників продуктивності праці та стомлюваності працівників на комп'ютеризованих робочих місцях є режим праці, організація робочого місця, якість програмного забезпечення та темпи надходження завдань.

3. Результати опитування працівників галузі інформаційних технологій вказують на значний вплив якості програмного забезпечення на продуктивність праці (третій ранг серед чинників) та стомлюваність (четвертий ранг серед чинників).

4. Ефективне та якісне програмне забезпечення для кожного робочого місця повинне підбиратися шляхом порівняльного тестування альтернативних програмних засобів.

Важливою задачею подальших досліджень є вивчення причин стресів на комп'ютеризованих робочих місцях та способів запобігання таким явищам.

Список літератури

1. Lauren Decker. State of Software Happiness Report 2019. URL: <https://learn.g2.com/state-of-software-happiness-report-2019>
2. Аведян Л. Й. Управління людськими ресурсами на підприємстві: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. е. н. : Харків, 2000. 19 с.
3. Мітрюшина О.О. Наукова організація праці та її вплив на підвищення продуктивності праці. *Проблеми матеріальної культури – ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ*. 2009. №172 с. 79-82.
4. Алієва М. Гігієна праці офісних працівників. *Охорона праці*. 2017. № 12. С. 41–42.
5. Болознева С. В. Вплив комп'ютера на зір людини та гімнастика для очей. *Інформатика в школі*. 2015. № 6. С. 57–95.
6. Марченко К.М., Шматько С.І. Вплив інформаційного потоку на стан людини. *Наукові записки*. 2013. Вип. 13. С. 18-20.
7. Удосконалення оцінки професійного ризику на основі експертних методів / Кружилко О. Є. та ін. *Проблеми Охорони Праці в Україні*. 2021. Вип. 37(2). С. 3-8.
8. ISO/IEC 25002:2024. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality model overview and usage.
9. ISO 14915-1:2002. Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework
10. ISO 14915-2:2003. Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 2: Multimedia navigation and control
11. D V Yatsenyak, V P Oleksiuk and N R Balyk. Study of ergonomic criteria for evaluating the software user interface. XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education. *Journal of Physics: Conference Series*. 2288 (2022) 012005.
12. Yamaoka T. Evaluating user interface design using hierarchical requirements extraction method (rem). *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods, Tools, and Interaction Techniques for eInclusion ed Stephanidis C A M* (Berlin, Heidelberg). 2013. pp 137–142.
13. L. Meertens, S. Pemberton. The Ergonomics of Computer Interfaces: Designing a System for Human Use. L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton *Computer Science/Department of Algorithmics and Architectur* URL: https://www.researchgate.net/publication/2372508_The_Ergonomics_of_Computer_Interfaces_Designing_a_System_for_Human_Use
14. Бідюк П. І., Коршевнюк Л. О. Проектування комп'ютерних інформаційних систем прийняття рішень. Київ: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2010. 340 с.

References

1. Lauren Decker (2019). State of Software Happiness Report. URL: <https://learn.g2.com/state-of-software-happiness-report-2019>
2. Avedian, L. Y. (2000). Upravlinnia liuds'kymy resursamy na pidpriemstvi [Management of human resources at the enterprise]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
3. Mitriushyna, O.O. (2009). Naukova orhanizatsiia pratsi ta ii vplyv na pidvyschennia produktyvnosti pratsi [Scientific organization of work and its influence on increasing labor productivity]. *Problemy material'noi kul'tury – EKONOMICHNI NAUKY - Problems of material culture - ECONOMIC SCIENCES*, 172, 79-82 [in Ukrainian].
4. Aliieva, M. (2017). Hihiena pratsi ofisnykh pratsivnykiv [Occupational hygiene of office workers]. *Okhorona pratsi– Occupational Health*, 12, 41–42 [in Ukrainian].
5. Boloznieva, S. V. (2015). Vplyv komp'utera na zir liudyny ta himnastyka dlia ochej [The influence of the computer on human vision and gymnastics for the eyes]. *Informatyka v shkoli - Informatics at school*, 6, 57–95 [in Ukrainian].
6. Marchenko, K.M. & Shmat'ko S.I. (2013). Vplyv informatsijnoho potoku na stan liudyny [The influence of information flow on the human condition]. *Naukovi zapysky - Proceedings*, 13, 18-20 [in Ukrainian].
7. Kruzhylko, O. Ye. et al (2021). Udoskonalennia otsinky profesijnoho ryzyku na osnovi ekspertnykh metodiv [Improvement of professional risk assessment based on expert methods]. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini - Problems of Labor Protection in Ukraine*, 37(2), 3-8 [in Ukrainian].
8. ISO/IEC 25002:2024. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality model overview and usage.
9. ISO 14915-1:2002. Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework
10. ISO 14915-2:2003. Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 2: Multimedia navigation and control
11. Yatsenyak, D. V., Oleksiuk, V. P. & Balyk, N. R. (2022). Study of ergonomic criteria for evaluating the software user interface. XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education. Journal of Physics: Conference Series. 2288. 012005.
12. Yamaoka, T. (2013). Evaluating user interface design using hierarchical requirements extraction method (rem). Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods, Tools, and Interaction Techniques for eInclusion ed Stephanidis C A M (Berlin, Heidelberg), pp 137–142
13. Meertens, L. & Pemberton, S. The Ergonomics of Computer Interfaces: Designing a System for Human Use. L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton Computer Science/Department of Algorithmics and Architectur. URL: https://www.researchgate.net/publication/2372508_The_Ergonomics_of_Computer_Interfaces_Designing_a_System_for_Human_Use
14. Bidiuk, P. I. & Korshevniuk, L. O. (2010). *Proektuvannia komp'uternykh informatsijnykh system pryjniattia rishen'* [Design of computer decision-making information systems]. Kyiv: NNK "IPSA" NTUU "KPI" [in Ukrainian].

Konstantyn Marchenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleh Oryshaka**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Stanislav Brahinets**, **Danyil Berestenko**

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

The impact of software quality on work efficiency and employee fatigue

In the information society, the nomenclature of industries and professions related to the use of computer equipment and software is continuously growing. This leads to the need to revise the classic principles of labor organization at workplaces. The scientific organization of work related to the use of computer technology must take into account the psychophysiological features of working with information, appropriate technical means and software, which contributes to both safe and healthy working conditions, the fulfillment of the requirements of occupational health and safety standards, and its high efficiency, in particular, productivity. Therefore, the scientific organization of work and labor protection are organically related fields. Research on the optimal organization of work when working with a computer and software is an urgent task.

Among the factors that depend on labor productivity at a computerized workplace, an important place is occupied by the organization of the workplace, work mode, speed of software, speed of network data exchange, compliance of computer and network equipment, installed software with the tasks performed on a given workplace, the uniformity of the incoming flow of tasks and the degree of their unification and complexity.

Labor productivity directly depends on the fatigue of workers, including at computerized workplaces. Important factors of employee fatigue are not only the work mode and organization of the workplace, but also the organization and quality of the software. Employee fatigue can be measured by a decrease in labor productivity when performing the same type of tasks as a decrease in the number of completed tasks for further equal time intervals.

As a result of the study of working conditions at computerized workplaces, it was established that workers at these places experience increased nervous stress combined with physical inactivity of the body, constant tension of certain groups of muscles and the visual apparatus. The analysis of working conditions showed that among the main factors of labor productivity and fatigue of workers at computerized workplaces are work mode, organization of the workplace, software quality and pace of tasks. The results of a survey of information technology workers indicate a significant impact of software quality on labor productivity (third rank among factors) and fatigue (fourth rank among factors). Effective and high-quality software for each workplace should be selected through comparative testing of alternative software tools.

labor protection, scientific organization of work, computer, workplace, software, software interface, labor productivity, fatigue

Одержано (Received) 18.04.2024

Прорецензовано (Reviewed) 23.05.2024

Прийнято до друку (Approved) 26.06.2024