

*Буров О.Ю.*

*доктор технічних наук, старший дослідник,  
провідний науковий співробітник Інституту інформаційних технологій  
і засобів навчання НАПН України,  
[orcid.org/0000-0003-0733-1120](https://orcid.org/0000-0003-0733-1120),  
[ayb@iitlt.gov.ua](mailto:ayb@iitlt.gov.ua)*

## **ЕРГОНОМІКА/ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК В ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ОСВІТИ**

### **Анотація.**

У статті проаналізовано особливості діяльності у цифровому середовищі та можливості викорис тання здобутків ергономічної науки для інформаційних об'єктів. Встановлено, що проблеми діяльності учасника навчально-виховно-розвивального процесу відносяться до усіх напрямів ергономічної науки, теоретичний і практичний апарат якої може бути застосований для сфери освіти. Розроблений науково-методичний апарат є розвитком методичного забезпечення ергономіки для сфери освіти в цифрову еру. Запропоновано новий напрям ергономічних досліджень - “інформаційна” ергономіка. До відомих ергономічних властивостей — опановуваність, обслуговуваність, керованість, життєздатність — запропоновано для електронних ресурсів включити “життєстійкість”.

**Ключові слова:** електронні освітні ресурси, ергономіка, ергономічні властивості, цифрове середовище, діяльність людини.

### **Постановка проблеми:**

Протягом усієї історії досягнення в області інформаційних і комунікаційних технологій, енергетики і транспортних технологій, біотехнології та природничих наук, сільського господарства і промисловості, військових технологій, а також в інших науково-технічних областях відіграють важливу роль в процесі кардинальних змін у способах ведення своїх справ людиною та її навчання [1]. Сьогоднішнє суспільство вимагає нових принципів, критеріїв та засобів навчання/підготовки робітників в інформаційну еру, нових вимог до професійних знань і умінь, про що свідчить низка міжнародних документів, прийнятих на міжнародних форумах, і матеріали Всесвітнього економічного форуму в Давосі (2017-2019 рр.) [2]. Як наслідок, цифровий простір дедалі ширше охоплює усі сфери нашого життя [3].

Трансформація ролі інформаційних мереж, їх місця у житті людини привела до зміщення акцентів уваги проектувальників мереж у бік людино-центричного характеру їх побудови та існування, появи необхідності застосування поняття не тільки «інтеграції мереж», а і поняття «інтегрована людино-центрична мережа» з її відповідними особливостями [4]. Інтегрована

мережа нового типу стає не пасивним елементом інноваційних процесів, а активним, оскільки у ній значно виразніше проявляється зміна характеру сучасної творчості, яка стає “валютою” із своїми законами формування, розвитку, обігу та необхідності захисту [5]. Відповідно, зростає роль навчально-виховної діяльності в сфері освіти і, особливо, використання інформаційних технологій, які дозволяють будь-якій особі або ресурсу з активною «учнецентричною» активністю зайняти позицію учителя-вихователя, впливаючи на результати освіти та формування особистості [6].

Безпосереднє застосування комп'ютерних мереж у сфері освіти пов'язано з розробкою новітніх освітніх та навчальних програм, застосуванням Інтернет-технологій у навчальному процесі [6], створенням електронних бібліотек, довідково-інформаційних систем, систем менеджменту в освіті, автоматизацією та інформаційним супроводженням документів про освіту, використанням спеціалізованих банків даних і знань, дистанційним навчанням, використанням віртуальної та доповненої реальності, синтетичного навчального середовища [7]. Перехід людства від пост-індустріального суспільства до інформаційного супроводжується змінами вимог до майбутніх фахівців і, відповідно, до умов і засобів їх підготовки. Як наслідок, освіта в усьому світі переживає зміни парадигми навчання, використання ІКТ не тільки як допоміжного засобу, а як домінуючого (з точки зору інформаційного наповнення, своєчасності, надійності та безпеки), який орієнтується на особистість і створює умови для індивідуально-орієнтованого навчання та професійної підготовки [8]. У той же час відомо, що тривала праця з комп'ютером веде до пошкоджень здоров'я. Проте, якщо для фізичної праці ергономічна наука створила і науковий, і практичний базис, то для цифрового середовища необхідні основи лише обговорюються.

#### **Аналіз наукових робіт.**

Інформатизація суспільства передбачає випереджальну інформатизацію галузі освіти і науки, де формується когнітивний, кадровий і науково-технічний фундамент інформатизації як процесу та науково-технічного і соціально-економічного явища, та закладаються майбутні досягнення розвитку українського суспільства в цілому [9]. Безпосереднє застосування комп'ютерних мереж у сфері освіти пов'язано з розробкою новітніх освітніх та навчальних програм, застосуванням Інтернет-технологій у навчальному процесі, створенням електронних бібліотек, довідково-інформаційних систем, систем менеджменту в освіті, автоматизацією та інформаційним супроводженням документів про освіту, використанням спеціалізованих банків даних і знань, дистанційним навчанням, використанням віртуальної та доповненої реальності. Як вказували автори [10], 2016 р. можна розглядати як “світанок третьої хвилі пристроїв із застосуванням розширеної та віртуальної реальності (AR та VR), які визначають два спектри технології занурення, що могли б замінити мобільні обчислення”. Проте слід враховувати особливості такого синтетичного середовища [7] при проектуванні складних систем [11], розвитку останніх у напрямках хмарних технологій [12] та гібридних ІТ [13], загальних тенденцій в ергономічному проектуванні систем [14], їх орієнтації в

освіті на потреби обдарованої молоді [15], необхідності взаємної адаптації людини та техніки в освітніх системах [16].

**Мета статті** – проаналізувати основні тенденції та можливості впровадження здобутків ергономічної науки, зокрема ергономічних вимог до використання електронних освітніх ресурсів у навчальному процесі.

### **Результати.**

Питання ефективності, безпеки та комфорту діяльності людини входять до проблематики ергономічної науки, предметом якої є взаємодія людини, засобів діяльності та середовища (в широкому розумінні – інформаційного, організаційного, природнього, предметного, соціального) в процесі діяльності [17]. Проте їх сутність змінилась із переходом людства до інформаційної ери, оскільки засоби діяльності (інформація) стали одночасно і засобами, і середовищем, і частиною людини (в певному сенсі), що зумовлює розроблення нових принципів ергономічного проектування навчального робочого місця [18] з урахуванням усієї множини можливих діючих факторів розумового навантаження [19]. Якщо для матеріальних об'єктів ергономіка має необхідні критерії та засоби захисту, то для інформаційного середовища відповідні рішення не існують на часі, а питання безпеки потребують нових наукових і практичних рішень [5].

Таким чином, існує протиріччя – безпека та ефективність діяльності людини в інформаційному середовищі життєдіяльності потребують відповідних рішень, а пропоновані ергономікою рішення є дієвими тільки для матеріального середовища; нові загрози для людини, що породжуються інформаційним середовищем, потребують нових засобів їх уникнення, а діюче нормативно-законодавче забезпечення діяльності людини не розроблено в достатній мірі; практика вимагає точного та надійного прогнозу працездатності (насамперед, розумової) та розвитку когнітивних можливостей людини з метою управління ефективністю ергатичної системи, а існуючі підходи вибору показників та методів прогнозування не забезпечують необхідну точність.

Аналіз стану розвитку ергономічної науки показує, що дотепер в ній склалися такі основні напрями: фізична, організаційна та когнітивна ергономіка [20].

*«Фізична» ергономіка* вивчає питання, пов'язані з анатомічними, антропометричними, фізіологічними та біомеханічними характеристиками людини, які мають відношення до фізичної праці. Найбільш актуальні проблеми цього напрямку включають: робочу позу, обробку матеріалів, рухи, що повторюються, розлади опорно-рушійного апарату, компоновку робочого місця, надійність, здоров'я.

*«Когнітивна» ергономіка* зв'язана з такими психічними процесами, як, наприклад, сприйняття, пам'ять, прийняття рішень, оскільки вони мають вплив на взаємодію між людиною та іншими елементами системи. Відповідні проблеми включають: розумову працю, прийняття рішень, кваліфікацію, взаємодію людини та комп'ютера, підготовку та безперервне навчання.

*«Організаційна» ергономіка* розглядає питання, пов'язані з оптимізацією соціо-технічних систем, включаючи їх організаційні структури та процеси

управління. Проблеми включають: системи зв'язку між індивідуумами, управління груповими ресурсами, розробку проектів, кооперацію, кооперативну роботу та управління.

Зважаючи на загально визнану (умовну) класифікацію видів праці як фізичну та розумову, можна виділити такі відповідні рівні ергономічних задач: для фізичної праці — нано, мікро, міді та макро; для розумової праці — індивідуальний, груповий та суспільний.

З цього можна зробити висновок, що проблеми діяльності учасника навчально-виховно-розвивального процесу (НВРП) як форми розумової діяльності відносяться до усіх трьох напрямів ергономічної науки. При цьому учасник НВРП в цифровому середовищі набуває фактично рис оператора-дослідника, для якого є характерними: використання апарату понятійного мислення і досвіду, закладеного в образно-концептуальних моделях. Органи керування грають для нього меншу роль, ніж в інших видах операторської праці, а вага інформаційних моделей, навпроти, істотно збільшується. Основний режим діяльності - творче мислення. Для аналізу та синтезу діяльності такого типу, можуть бути застосовані принципи, критерії та моделі, як і до типу оператор-спостерігач [16].

Ергономічні основи ІКТ когнітивної діяльності здобувача освіти (КДЗО) можна визначити таким чином:

- понятійно-категоріальний апарат КДЗО;
- закономірності системної організації психофізіологічного забезпечення когнітивної діяльності;
- індивідуальні та групові психофізіологічні властивості учня, що впливають на когнітивний розвиток;
- вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на ефективність КД;
- організація процесу діагностики та використання її результатів з метою управління КДЗО;
- удосконалення тестування когнітивних здібностей та оптимізація поточної КД здобувача освіти;
- побудова моделей КД;
- проектування та експлуатація ІКТ оцінювання КДЗО.

Ураховуючи, що ергономіка вивчає людину, технічні засоби діяльності та середовище в їх взаємодії (тобто діяльності), а в цифровому просторі відбувається співпадіння інформаційного середовища та інструментів діяльності [4], то в інформаційному суспільстві постають нові питання для ергономіки:

- Які повинні бути засоби захисту людини ?
- Від чого вони мають захищати ?
- Як можемо захистити людину від інформації, якщо вона є одночасно :
  - засобом,
  - інструментом,
  - умовою діяльності,

- метою,
- частиною людини ?

Відповідно до нових проблем ергономіки в цифровому світі пропонується новий напрям ергономічної науки визначити як “інформаційну” ергономіку, оскільки відповідні завдання не можуть бути зведені до завдань когнітивної та організаційної, тим більше фізичної ергономіки. Актуальні проблеми інформаційної ергономіки можуть бути сформульовані таким чином:

- оцінка небезпеки інформації для життя і діяльності людини,
- забезпечення ефективності обробки інформації,
- можливість захисту від неї або пом'якшення її негативного впливу,
- розвиток культури інформаційної безпеки,
- вирішення питань гармонізації можливостей людини та інформаційного середовища.

Серед триади цілей ергономіки — ефективність, безпека, комфорт — особливе місце займає безпека, яка в цифровому середовищі співпадає з проблемою кібер-безпеки, але у більш широкому розумінні (колі завдань), ніж це визначається відповідним законодавством України. Насамперед, відмінність полягає у доцільності вважати: 1) людину — активним складником системи кібер-безпеки, 2) інтелектуальний капітал - критичним елементом економіки (як це все більше визнається на світовому рівні).

Основні розроблені ергономічні вимоги до електронних засобів навчання — продуктивність, легкість і простота використання, гнучкість (можливість змінювати, додавати, розширяти), здатність до взаємодії, цілісність [21] — доцільно розширити відповідністю вимогам до ергономічних властивостей — керованість, обслуговуваність, освоєваність, життєздатність (у цифровому середовищі), життєстійкість. Останню властивість — життєстійкість (*англ.* — *resilience*) – пропонується включити до складу загально визнаних ергономічних властивостей, зважаючи на новий сенс відновлюваності/гнучкості в інформаційному середовищі як по відношенню до системи «людина-техніка-середовище» (СЛТС), так і по відношенню до людини.

Будь-які вимоги мають сенс, якщо вони виконуються, а їх виконання може бути поміряне та оцінене. Але як оцінити «ергономічність» (ергономічну якість) дизайну СЛТС для цифрової діяльності людини в eWorld?

З цією метою пропонується методика, що використовує:

- вимірювані окремі показники та оцінки за результатами анкетування,
- окремі показники, об'єднані в групові показники,
- групові показники, об'єднані в комплексні («ергономічні властивості») з урахуванням вагових коефіцієнтів,
- обчислення інтегральної «ергономічності», що нормалізується за шкалою [0,1].

*Ергономічність* - інтегральна властивість технічного виробу, що виявляється в пристосуванні СЛТС до освоєння, керування, обслуговування та використання людиною. Ергономічні вимоги регламентують ергономічні властивості промислових виробів і процесів. Рівень, ступінь виразності

ергономічних властивостей оцінюють кількісними показниками, які отримали назву *ергономічних*.

Ергономічні властивості СЛТС навчального призначення визначимо таким чином:

- опановуваність - закладені в засобі навчання та експлуатаційної документації можливості якнайшвидшого його освоєння (придбання необхідних знань, умінь і навичок управління та обслуговування),

- обслуговуваність - відповідність конструкції засобу навчання (або окремих його елементів) оптимальній психофізіологічній структурі та процесу діяльності з його експлуатації, обслуговування та ремонту (відновлення функцій),

- керованість - відповідність заданим вимогам до засобу навчання та якості діяльності з управління людиною оптимальними, точнісними, швидкісними й надійнісними параметрами засобу,

- життєздатність - відповідність умов функціонування засобу навчання біологічно оптимальним параметрам робочого середовища, що забезпечує людині нормальний розвиток, здоров'я та високу працездатність,

- життєстійкість (в системах управління) - когнітивна стійкість до кіберзагрози, відновлюваність функціонування усіх елементів та системи в цілому після припинення дії руйнівного фактору.

Прикладом групових показників можуть слугувати: соціально-психологічні, психологічні, фізіологічні, психофізіологічні, антропометричні, гігієнічні.

Прикладом окремих показників, що входять до останнього групового показника, можуть бути: освітленість, можливість вентиляції, температура, вологість, тиск, напруженість магнітного та електричного полів, запиленість, радіація, токсичність, шум, вібрація.

Для оцінювання ергономічних показників якості засобу навчання використовуються оцінні шкали, мета яких - зафіксувати зв'язок і установити залежність між базовими значеннями показників (чи нормованими ергономічними вимогами) і значеннями їхніх оцінок. Тим самим оцінні шкали дозволяють здійснити перехід від фіксації значень показників до їх оцінки.

Типова оцінна шкала включає три групи ранжированих характеристик:

- ряди базових значень показників (чи нормованих ергономічних вимог), які фіксуються у натуральній кількісній формі (лк, м, м/сек тощо) або у вигляді якісних описів і експертних оцінок;

- ряди значень оцінок цих показників (чи ергономічних вимог), які фіксуються у балах чи ціннісних характеристиках ("добре - погано");

- змістовні трактування результатів оцінювання.

Інтегральна оцінка (ергономічність електронного навчального засобу) обчислюється як сума зважених комплексних показників і має таку інтерпретацію (Табл.1).

Розроблений науково-методичний апарат є в значній мірі розвитком та розширенням розробок інших авторів у напрямі збільшення уваги до людської

ланки системи «людина - технічні засоби - середовище».

Таблиця 1

### Шкала ергономічності за значеннями інтегрального показника

№ п/п	Бальна оцінка значення показника	Стан ергономічних властивостей об'єкту оцінки	Характеристика значень показників об'єкту оцінювання
1	0,8 (відмінно)	Оптимальний	Відповідає базовим значенням чи перевищує їх.
2	0,5 - 0,8 (добре)	Припустимий	Близькі до базових значень.
3	0,2 - 0,5 (задовільно)	Умовно припустимий	Далекі від базових, тимчасово допускається функціонування з умовою модифікації об'єкта оцінки.
4	0 - 0,2	Неприпустимий	Практично не забезпечують життєдіяльності та працездатності людини, експлуатація об'єкта не рекомендується.

#### Висновки.

1. Проблеми діяльності учасника навчально-виховно-розвивального процесу відносяться до усіх напрямів ергономічної науки, теоретичний і практичний апарат якої може бути застосований для сфери освіти.

2. Розроблений науково-методичний апарат є розвитком методичного забезпечення ергономіки для сфери освіти в цифрову еру.

3. Запропоновано новий напрям ергономічних досліджень - «інформаційна» ергономіка.

4. До відомих ергономічних властивостей — опановуваність, обслуговуваність, керуваність, життєздатність — запропоновано для електронних ресурсів включити «життєстійкість».

#### Література

1. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні / Нац. акад. пед. наук України; за заг. ред. В.Г. Кременя. Київ: Пед. думка, 2016. 448 с.

2. The Global Human Capital Report 2017: Preparing people for the future of work. *World Economic Forum*. URL: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Our\\_Shared\\_Digital\\_Future\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Our_Shared_Digital_Future_Report_2018.pdf)

3. Strategies for the New Economy. Skills as the Currency of the Labour Market. *Centre for the New Economy and Society White Paper. World Economic Forum*. January 2019. URL: <http://www3.weforum.org/docs>

/WEF 2019 Strategies for the New Economy Skills.pdf, p.5.

4. Burov O. Virtual Life and Activity: New Challenges for Human Factors/Ergonomics. In Symp. *Beyond Time and Space* STO-MP-HFM-231. STO NATO. 2014. Pp. 8-1...8-8.

5. Burov O. Y. Educational networking: human view to cyber defense. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. №. 52, вип. 2. С. 144-156.

6. Биков В.Ю. Суспільство знань і освіта 4.0. *Освіта для майбутнього у світлі викликів XXI століття*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, 2017. С. 30-45.

7. Пінчук, О.П., Литвинова, С.Г., Буров О.Ю. Синтетичне навчальне середовище – крок до нової освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Том 60. № 4 (2017). С. 28-45.

8. Биков В.Ю., Лещенко М.П. Цифрова гуманістична педагогіка відкритої освіти. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. № 4. С. 115-130.

9. Биков В.Ю., Спірін О.М., Пінчук О.П. Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти: Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. 2017. URL: <http://lib.iitta.gov.ua>.

10. Hall S., Takahashi R. Augmented and virtual reality: the promise and peril of immersive technologies. *World Economic Forum*. 2 September, 2017. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2017/09/augmented-and-virtual-reality-will-change-how-we-create-and-consume-and-bring-new-risk>.

11. Сергеев С. Ф. Эргономика иммерсивных сред. Дис. д-ра наук, каф. эргоном. и инж. психолог. фак-т психолог. СПб гос. ун.-та, СПб, 2010.

12. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: монографія. Київ: Компринт, 2016. 354 с.

13. Rapoza Jim. Hybrid IT is the new normal for IT infrastructure. November 2017. URL: [https://media.bitpipe.com/io\\_14x/io\\_144637/item\\_1795863/17068-rr-hybrid-it-success2021\\_59017259USEN.pdf](https://media.bitpipe.com/io_14x/io_144637/item_1795863/17068-rr-hybrid-it-success2021_59017259USEN.pdf)

14. Wilson John R., Carayon Pascale: Systems ergonomics: Looking into the future. – Editorial for special issue on systems ergonomics/human factors. *Applied Ergonomics*. Volume 45, Issue 1, 3–4, 2014.

15. Буров О. Ю., Камишин В. В. Оцінювання обдарованості: проблеми кількісної міри. *Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика*. К.: Інститут обдарованої дитини АПН України. 2009. Т.2. С.5-9.

16. Лавров Е. А., Барченко Н. Л. Проблемы адаптации в человеко-машинных обучающих системах. *Вісник Сумського національного аграрного університету: серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. Суми: СНАУ, 2005, Вип. 11 (14), С. 73–82.

17. ДСТУ 3899-99. Дизайн та ергономіка. Терміни та визначення. Київ, Держстандарт України, 33, 1999.

18. Burov O. Y., Pertsev M. A. Ergonomic principles to design learning workplace. *Zastosownia ergonomii: Wybrane kierunki badan ergonomicznych w 2014 roku 2014.*- 229-235.



19. Veltman H., Wilson G., Burov O. Cognitive load. *NATO Science Series RTO-TR-HFM-104*, Brussels, 2004. pp. 97-112.
20. Karwowski, W. The discipline of human factors and ergonomics. *Handbook of human factors and ergonomics*. 2012. 4. 3-37.
21. Burov O., Tsarik O. Ergonomic evaluation of e-learning systems *Zastosowania Ergonomii*. 2013. Pp. 225-234.