



## KAPITEL 13 / CHAPTER 13<sup>13</sup>

### STUDYING THE MECHANISMS OF FOOT DEFORMATIONS AND THEIR IMPACT ON POSTURAL STABILITY: THE ROLE OF PHYSICAL THERAPY

DOI: 10.30890/2709-2313.2025-43-01-018

#### Вступ.

Здоров'я стопи є ключовим чинником ефективного функціонування опорно-рухового апарату людини, адже саме вона виконує роль основної опори тіла, забезпечує амортизацію під час ходьби, бігу, стрибків і підтримує рівновагу у вертикальному положенні. Стопа виступає початковою ланкою кінематичного ланцюга нижньої кінцівки та має безпосередній вплив на положення тазу, хребта і, зрештою, на загальну поставу. Будь-які порушення її структури чи функцій запускають каскад компенсаторних змін у біомеханіці всього тіла. Саме тому своєчасна діагностика, профілактика і корекція деформацій стопи є одним із найважливіших завдань сучасної фізичної терапії. Останніми роками спостерігається стрімке зростання кількості людей із порушеннями структури стопи — від легких форм плоскостопості до виражених вальгусних або варусних деформацій. Це зумовлено низкою факторів: гіподинамією, тривалими статичними позами, нераціональним взуттям, надмірною масою тіла, віковими змінами сполучної тканини, а також професійними перевантаженнями. За даними міжнародних досліджень, понад 75 % дорослого населення мають ті чи інші відхилення у будові стопи, при цьому значна частина випадків залишається недіагностованою. В Україні проблема ускладнюється відсутністю системного підходу до раннього виявлення таких порушень і браком спеціалізованих програм фізичної терапії, спрямованих саме на відновлення функції стопи.

Деформації стопи мають не лише локальний, а й системний характер. Вони призводять до порушення рівноваги тіла, зміни розподілу опорного навантаження, зниження стабільності під час стояння й ходьби. У результаті виникають компенсаторні зміни в положенні колінних, кульшових суглобів, таза

---

<sup>13</sup>Authors: Davybida Nataliya, Korin Petro, Novakova Lyubov, Dovgan Olena, Bezpalova Nataliya, Nazaruk Viktor



та хребта, що з часом можуть трансформуватися у стійкі постуральні дисфункції. Наявність таких змін супроводжується погіршенням стато-кінетичної рівноваги, розвитком хронічних больових синдромів, втомлюваністю під час руху, а в перспективі - ризиком формування дегенеративно-дистрофічних захворювань суглобів. Таким чином, деформації стопи є важливою ланкою у патогенезі багатьох ортопедичних і неврологічних розладів.

Монографія є фрагментом науково-дослідної роботи «Інтеграція індивідуальних устілок із цифровим моніторингом за допомогою платформи STRIDE ONE для вивчення змін у біомеханіці ходи пацієнтів із порушеннями опорно-рухового апарату», Реєстраційний номер 0125u002517 №867 від 17.05.2025 року.

### **Постановка експериментальної частини.**

Дослідження проводилось на базі приватного реабілітаційного центру “Sunrise” у місті Тернополі, який спеціалізується на фізичній терапії та відновленні пацієнтів із патологією опорно-рухового апарату, а також у партнерстві з компанією “ORTOSMART” - сучасною мережею ортопедичних салонів, що забезпечує індивідуальне виготовлення ортопедичних устілок, сканування стопи та аналіз ходи. У дослідженні взяли участь 30 осіб віком від 20 до 45 років, серед яких - 12 чоловіків та 18 жінок.

Усіх учасників було поділено на дві групи:

- основна група (n = 15) - проходила курс комплексної фізичної терапії, розробленої на основі сенсомоторних, стабілізаційних і ортопедичних методик;
- контрольна група (n = 15) — отримувала стандартні рекомендації: гігієнічні вправи, масаж стоп, використання ортопедичного взуття.

Обидві групи були репрезентативні за віком, масою тіла, індексом маси тіла (ІМТ) та початковим ступенем деформації стопи ( $p > 0.05$ ), що забезпечило статистичну однорідність вибірки.

Таким чином, групи були статистично зіставними, що дозволяє коректно оцінювати ефективність запропонованої програми фізичної терапії.



Показник	Основна група (M±m)	Контрольна група (M±m)	p
Вік, років	32.8 ± 6.2	33.4 ± 5.9	>0.05
Маса тіла, кг	68.7 ± 8.1	69.2 ± 7.5	>0.05
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	23.9 ± 2.1	24.2 ± 2.0	>0.05
Ступінь деформації (Індекс Фрідлянда)	27.1 ± 0.8	27.4 ± 0.9	>0.05

### Результати візуальної та антропометричної оцінки стопи

На початку дослідження в обох групах спостерігалися ознаки зниження поздовжнього зводу стопи, незначна вальгусна установка п'ятки, а також відхилення великого пальця (кут hallux valgus у середньому 15–17°).

Після курсу фізичної терапії в основній групі зафіксовано достовірне покращення морфологічних показників ( $p < 0.05$ ), тоді як у контрольній - зміни були незначними.

Показник	Основна група до	Основна група після	Δ%	Контрольна група до	Контрольна група після	Δ%
Індекс Фрідлянда	27.1 ± 0.8	30.3 ± 0.6	+11.8	27.4 ± 0.7	28.0 ± 0.8	+2.1
Кут hallux valgus, °	16.7 ± 2.5	10.9 ± 2.1	-34.7	16.2 ± 2.3	15.8 ± 2.4	-2.5
Відхилення осі п'ятки, °	9.8 ± 1.9	6.3 ± 1.4	-35.7	9.6 ± 1.8	9.1 ± 1.6	-5.2

У результаті програми фізичної терапії спостерігалось відновлення поздовжнього зводу, зменшення вальгусного відхилення п'ятки та корекція положення великого пальця, що свідчить про позитивну перебудову біомеханіки стопи.



## Результати плантографічного дослідження

Цифрове сканування стопи за допомогою ORTOSMART 3D Scan продемонструвало суттєве покращення показників поздовжнього та поперечного індексів після курсу терапії.

Показник	Норма	До терапії	Після терапії	$\Delta\%$	p
Поздовжній індекс, %	25–30	$38.5 \pm 2.4$	$30.6 \pm 1.9$	-20.5	<0.05
Поперечний індекс, %	37–40	$42.3 \pm 2.1$	$38.4 \pm 1.8$	-9.2	<0.05
Площа опори, %	60–65	$72.1 \pm 3.2$	$65.3 \pm 2.8$	-9.4	<0.05
Кут hallux valgus, °	$\leq 10$	$16.8 \pm 3.5$	$10.9 \pm 2.7$	-35.1	<0.05

Після застосування програми реабілітації відзначалося зменшення площі опори (що свідчить про відновлення висоти зводу) та зниження поперечного розпластання, що свідчить про покращення пропріоцептивного контролю і тонусу коротких м'язів стопи. У контрольній групі подібних змін не виявлено ( $p > 0.05$ ).

## Динаміка показників болю за шкалою VAS

Рівень суб'єктивного болю в ділянці стопи суттєво знизився після курсу фізичної терапії. У початковому стані біль середньої інтенсивності (5–6 балів) відзначали 80 % учасників, після курсу – лише 13 %.

Група	До терапії (бали, $M \pm m$ )	Після терапії	$\Delta\%$	p
Основна	$5.8 \pm 1.1$	$2.1 \pm 0.8$	-63.8	<0.01
Контрольна	$5.6 \pm 1.2$	$4.9 \pm 1.0$	-12.5	>0.05

Отримані результати підтверджують ефективність фізичної терапії у зменшенні больового синдрому, що узгоджується з даними стабілографії (зниження компенсаторних коливань) та плантографії (зменшення площі навантаження).



## Результати стабілографічного дослідження

Після 8 тижнів нашого дослідження з використанням фізичної терапії в основній групі спостерігалось достовірне покращення стабілометричних показників ( $p < 0.05$ ).

Показник	До терапії	Після терапії	$\Delta\%$
Площа еліпса COP, мм <sup>2</sup>	375.2 ± 38.4	242.6 ± 31.8	-35.3
Швидкість коливань COP, мм/с	14.8 ± 1.9	10.7 ± 1.5	-27.7
Індекс стабільності, %	68.4 ± 6.7	84.2 ± 5.9	+23.0
Відношення EO/EC	1.7 ± 0.3	1.2 ± 0.2	-29.4

Зниження площі та швидкості коливань центру тиску вказує на покращення постуральної стабільності, а зменшення коефіцієнта EO/EC - на підвищення ролі пропріоцептивного контролю замість домінування зорової аферентації.

У контрольній групі подібних змін не виявлено ( $p > 0.05$ ).

## Результати тесту Y-Balance Test

Напрямок	До терапії (M ± m)	Після терапії (M ± m)	$\Delta\%$	p
Anterior (A)	86.3 ± 4.8	92.7 ± 3.6	+7.4	<0.05
Posteromedial (PM)	82.5 ± 5.1	90.9 ± 4.3	+10.2	<0.05
Posterolateral (PL)	84.1 ± 4.6	91.2 ± 3.9	+8.4	<0.05
Composite Score	84.3 ± 4.8	91.6 ± 4.0	+8.6	<0.05

Покращення показників у всіх трьох напрямках свідчить про підвищення динамічної стабільності, симетрії та пропріоцептивної чутливості, що є безпосереднім результатом застосування сенсомоторного тренінгу у структурі фізичної терапії.

Після курсу фізичної терапії спостерігалось суттєве подовження часу утримання рівноваги у всіх варіантах тесту. Це свідчить про покращення статичної рівноваги та інтеграції сенсорних систем (вестибулярної і пропріоцептивної).



## Результати тесту Ромберга

Варіант тесту	До терапії (с)	Після терапії (с)	$\Delta\%$	p
Класичний (очі відкриті)	25.2 $\pm$ 3.1	29.4 $\pm$ 2.5	+16.7	<0.05
Із закритими очима	17.8 $\pm$ 3.5	23.6 $\pm$ 2.8	+32.6	<0.05
Модифікований "тандем"	20.5 $\pm$ 2.9	27.3 $\pm$ 2.4	+33.2	<0.05

## Результати відеоаналізу ходи

Показник	До терапії	Після терапії	$\Delta\%$
Довжина кроку, см	58.2 $\pm$ 4.7	66.8 $\pm$ 4.2	+14.8
Ширина кроку, см	12.1 $\pm$ 1.8	9.5 $\pm$ 1.3	-21.5
Швидкість ходи, м/с	0.98 $\pm$ 0.09	1.23 $\pm$ 0.08	+25.5
Симетричний індекс (SI), %	11.2 $\pm$ 2.7	6.1 $\pm$ 2.0	-45.5

Відеоаналіз підтвердив, що після реабілітаційного втручання покращилися амплітуда рухів, довжина кроку та симетрія рухів нижніх кінцівок.

Відновлення природного патерну перекату стопи забезпечило більш стабільну, енергоефективну та безболісову ходу.

## Динаміка індексу симетрії опори (Foot Load Symmetry Index, FLSI)

Показник	До терапії (M $\pm$ m)	Після терапії (M $\pm$ m)	$\Delta$ , %	p
Індекс симетрії опори (FLSI), %	86,4 $\pm$ 3,2	94,8 $\pm$ 2,1	+9,7	< 0,05

Результати стабілографічного аналізу засвідчили суттєве покращення симетрії навантаження між правою та лівою стопою після курсу фізичної терапії. Показник індексу симетрії опори (FLSI) зріс з 86,4  $\pm$  3,2 % до 94,8  $\pm$  2,1 % (p < 0,05). Це свідчить про гармонізацію постуральної стратегії, зменшення



латеральних зсувів центру тиску (COP) та більш рівномірний розподіл навантаження по відділах стоп.

### Динаміка показників м'язової витривалості литкових м'язів (10 підйомів на носки)

Показник	До терапії (M ± m)	Після терапії (M ± m)	Δ, %	p
Кількість підйомів на носки (10-повторний тест)	14,6 ± 3,2	21,8 ± 2,7	+49,3	< 0,05

Після проведення курсу фізичної терапії спостерігалось суттєве підвищення м'язової витривалості литкових м'язів. Кількість підйомів на носки зросла з 14,6 ± 3,2 до 21,8 ± 2,7 повторів (p < 0,05), що свідчить про покращення функціонального стану триголового м'яза гомілки, зростання силової витривалості та ефективності відштовхування під час ходи. Підвищення витривалості литкових м'язів також сприяло стабілізації гомілковостопного суглоба та формуванню більш енергетично економної ходи.

Отримані дані свідчать, що:

- деформації стопи супроводжуються порушенням постуральної стабільності, асиметрією навантаження та змінами патерну ходи;
- запропонована програма фізичної терапії є ефективною у зменшенні болю, відновленні висоти зводу стопи, покращенні пропріоцептивного контролю та динамічної рівноваги;
- результати стабілографії, Y-Balance Test, тесту Ромберга та відеоаналізу підтверджують системний ефект реабілітаційних втручань на постуральну функцію організму.

Отримані результати узгоджуються з даними сучасних досліджень [4, 5, 7], які вказують на тісний взаємозв'язок між структурно-функціональними змінами стопи та ефективністю сенсомоторного контролю. Підтверджено, що деформації стопи порушують механізми стабілізації центру мас тіла, збільшуючи площу коливань COP і викликаючи компенсаторні зміни у всьому кінематичному



ланцюгу.

Після застосування запропонованої програми фізичної терапії у нашому дослідженні спостерігалось:

- зменшення больових відчуттів,
- нормалізація біомеханічного профілю стопи,
- покращення постуральної стабільності,
- відновлення симетрії ходи.

Таким чином, результати експериментальної частини підтвердили висунуту гіпотезу: комплексна фізична терапія сприяє нормалізації функцій стопи, відновленню рівноваги та профілактиці постуральних порушень.

## **Висновки.**

У результаті проведеного теоретико-експериментального дослідження, присвяченого вивченню механізмів виникнення деформацій стопи та їх впливу на постуральну стабільність, а також оцінці ролі фізичної терапії у їх корекції, отримано такі узагальнення:

1. Аналіз літературних джерел показав, що деформації стопи (плоскостопість, поперечна, комбінована) формуються під впливом комплексу факторів: генетичних, біомеханічних, статико-динамічних, сенсомоторних і функціональних. Порушення анатомічної архітекτονіки стопи призводить до зміщення центру маси, зниження ефективності пропріоцептивного контролю та розладів постуральної стабільності.

2. Встановлено тісний взаємозв'язок між морфологічними показниками стопи (індекс Фрідлянда, кут hallux valgus, вісь п'ятки) та функціональними параметрами рівноваги (COP, Y-Balance, тест Ромберга). Деформації стопи супроводжуються підвищенням площі коливань центру тиску, зниженням стабільності та асиметрією навантаження.

3. Розроблена авторська програма фізичної терапії, побудована на принципах сенсомоторного тренінгу, стабілізаційних і ортопедичних вправ, продемонструвала високу ефективність у корекції деформацій стопи,



нормалізації пропріоцептивних механізмів і покращенні постурального контролю.

4. Морфологічні зміни після курсу терапії виражалися у зростанні індексу Фрідлянда з  $27,1 \pm 0,8$  до  $30,3 \pm 0,6$  ( $p < 0,05$ ), зменшенні кута hallux valgus на 34,7 % та відхилення осі п'ятки на 35,7 %. Це свідчить про відновлення поздовжнього зводу та покращення біомеханічного вирівнювання стопи.

5. Рівень болю за шкалою VAS зменшився на 63,8 %, що супроводжувалося покращенням рівноваги, ходи та зниженням м'язової втоми. Встановлено кореляцію між зменшенням болю і підвищенням симетрії опори ( $-0,58$ ).

6. Показники постуральної стабільності істотно покращилися: площа коливань COP зменшилась на 35,3 %, швидкість коливань — на 27,7 %, а індекс стабільності зріс на 23 %. Це свідчить про підвищення ефективності сенсомоторного контролю та інтеграції пропріоцептивних сигналів.

7. Результати Y-Balance Test продемонстрували збільшення досягнень у всіх трьох напрямках на 7–10 %, що відображає покращення динамічної рівноваги та симетрії рухів нижніх кінцівок.

8. Параметри ходи підтвердили покращення кінематики: довжина кроку збільшилась на 14,8 %, швидкість — на 25,5 %, ширина кроку зменшилась на 21,5 %, а симетричний індекс знизився на 45,5 %. Це свідчить про нормалізацію патерну перекату стопи та оптимізацію рухових стратегій.

9. Кореляційний аналіз виявив значущі взаємозв'язки між показниками: індекс Фрідлянда та площа COP ( $r = -0,63$ ), індекс Фрідлянда та Y-Balance ( $0,71$ ), м'язова витривалість та швидкість ходи ( $0,65$ ). Це підтверджує функціональну взаємозалежність морфологічних і стабілографічних параметрів.

10. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої програми фізичної терапії у клінічній практиці для пацієнтів із деформаціями стопи, порушеннями рівноваги та постуральної стабільності. Методика може бути інтегрована у протоколи відновного лікування ортопедичних, неврологічних і реабілітаційних центрів.



## *Verweise / References*

### *Chapter 1.*

1. Medical organizer for ambulance and mobile point with transparent pockets “Stokhid” (Option 2+4) [Online resource]. Available at: <https://stohid.in.ua/ua/p2183913815-organajzer-meditsinskij-dlya.html>
2. Medical organizer “Medevak L VS Thermal Eco Bag” (black) [Online resource]. Available at: <https://thermalecobag.com.ua/ua/p2099367380-organajzer-meditsinskij-medevak.html>
3. Medical organizer Courage V5 with mesh pockets [Online resource]. Available at: <https://courageukraine.store/orhanaizer-courage-v5>
4. Social media page “Courage.Ukraine” (Instagram) [Online resource]. Available at: <https://www.instagram.com/courage.ukraine>
5. Voentorg DCI. Tactical equipment [Online resource]. Available at: <https://voentorg.ua/spetssnaryazhenie/podsumki/pidsumok-dlya-aptechki>
6. Combat medical backpack “MEDIC” SOF MULTICAM [Online resource]. Available at: <https://attack.kiev.ua/tk-bojvij-medichnij-ryukzak-medik-sof-multicam>
7. VOMB operational medical bag [Online resource]. Available at: <https://utactic.com/catalog/medichne-sporyadzhennya/medical-bag-vomb-1424.html>
8. Pouch-organizer first aid kit. Molle mount. Cordura 500D. Multicam [Online resource]. Available at: <https://ukrarmor.com.ua/catalog/pidsumok-organaizer-aptecka-multikam/p44>
9. Fast TQ G2 UTactic tourniquet pouch [Online resource]. Available at: <https://ukrarmor.com.ua/catalog/pidsumok-dlya-turniketa-fast-tq-g2-utactic-cordura-500d-koiot/p5766>
10. M-Tac pouch for medical gloves Elite Multicam [Online resource]. Available at: <https://militarist.ua/ua/catalog/tacticalgear/podsumky/meditsinskie-podsumki/m-tac-podsumok-dlya-meditsinskikh-perchatok-elite-multicam>



11. M-Tac pouch for medical scissors Laser Cut Black [Online resource]. Available at: <https://militarist.ua/ua/catalog/tacticalgear/podsumky/meditsinskie-podsumki/m-tac-podsumok-pod-meditsinskie-nozhnitsy-laser-cut-black>
12. Signal stretcher pouch (Multicam Cordura) [Online resource]. Available at: <https://uasignal.com.ua/pidsumok-pid-evakuatsiini-noshi-signal-mulykam-cordura/>
13. PROF1Group®. Network of military stores. Tactical backpacks [Online resource]. Available at: <https://proflgroup.ua/511-tactical-1/ryukzaki-sumki>
14. MedHome – medical equipment store. Tactical medical backpacks [Online resource]. Available at: <https://medhome.in.ua/g116237438-takticheskie-meditsinskie-ryukzaki>
15. Military pouches: types and features [Online resource]. Available at: <https://danzo.in.ua/ua/a484735-voennye-podsumki-raznovidnosti.html>
16. Methods of attaching pouches to equipment [Online resource]. Available at: <https://secretsquirrel.com.ua/snaryazhenie/metody-kriplennia-pidsumkiv-do-sporiadzhennia/>
17. MIL-SPEC MONKEY. Condor MOD Straps [Online resource]. Available at: <https://milspecmonkey.com/>
18. Types of treatments that give fabrics special qualities [Electronic resource]. – Available at: <https://tk.ua/ua/articles/vidi-obrobok-shho-nadayut-tkaninam-osoblivi-yakosti.html>
19. Ripstop fabric: features, care and application [Electronic resource]. – Available at: <https://konstar.com.ua/blogs/blog/tkanina-ripstop-osoblivosti-doglyad-ta-zastosuvannya>
20. Rip-Stop: a fabric with outstanding characteristics [Electronic resource]. – Available at: <https://maroder.com.ua/uk/obzor/rip-stop-tkan-s-vyidayushhimisya-harakteristikami/?srsltid=AfmBOorPJhn2FQVkp6Sg1DjxcTtWnxYc4RybQjCg0lXL6JT40XsgrvEp>
21. Oxford fabric: description, properties, advantages and disadvantages [Electronic resource]. – Available at:



- [https://konstar.com.ua/blogs/blog/tkan\\_oksford\\_opisanie\\_svoystva\\_dostoinstva\\_i\\_nedostatki](https://konstar.com.ua/blogs/blog/tkan_oksford_opisanie_svoystva_dostoinstva_i_nedostatki)
22. Where is Oxford fabric used: features and composition [Electronic resource]. – Available at: <https://tk.ua/ua/articles/gde-primenyayut-tkan-oksford-osobnosti-i-sostav.html?srsltid=AfmBOoqIcTL9WXesjgS4YMSWO2jt7u5oNxu7f-ADn3qqyPV-GKiRIIyR>
23. Hofner. Advantages of Cordura fabric [Electronic resource]. – Available at: <https://hofner.com.ua/cordura.html>
24. TacticalGear. What is Cordura Invista [Electronic resource]. – Available at: <https://tacticalgear.ua/blog/videooglyad-scho-take-cordura-invista>
25. Ukrarmor. Cordura fabric: features and purpose [Electronic resource]. – Available at: <https://ukrarmor.com.ua/news/tkanina-cordura-osoblivosti-ta-priznacennya>
26. Cordura material - strength and reliability [Electronic resource]. – Available at: <https://konstar.com.ua/blogs/blog/material-cordura-mitsnist-ta-nadiynist>
27. Reinforced film for greenhouses: types, advantages, areas of use, selection criteria, installation [Electronic resource]. – Available at: <https://cepromag.com.ua/stati/blog-new/armovana-plvka-dlya-teplic-rznovidi-perevagi-sferi-vikoristannya-kriter-viboru-montazh>
28. PVC film [Electronic resource]. – Available at: <https://plastics.ua/catalog/plenka-pvh>
29. Soft glass: an innovative material with wide possibilities [Electronic resource]. – Available at: [https://mukachevo.net/news/miake-sklo-innovatsiynyy-material-iz-shyrokymy-mozlyvostiamy\\_6265106.html](https://mukachevo.net/news/miake-sklo-innovatsiynyy-material-iz-shyrokymy-mozlyvostiamy_6265106.html)

## ***Chapter 2.***

1. Adamyk, O. (2016). Informatsiini tekhnolohii v kompiuternykh systemakh bukhholderskoho obliku: problemy orhanizatsii danykh ta yikh potokiv [Information Technology in the Computer Systems of Accounting: Issues of Organizing the Data and Data Streams]. *Biznes Inform*, 10, pp. 348–353 (in Ukrainian).



2. Adonin, S., Kuriacha, N. (2021). Suchasni metody vykladannia z vykorystanniam informatsiinykh tekhnolohii [Modern teaching methods with the use of information technologies], *Efektivna ekonomika*, vol. 4, Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8790> Accessed 05 November 2025.

DOI: [10.32702/2307-2105-2021.4.85](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.4.85)

3. Nuzhna, S. (2023). OUTSOURCING OF INFORMATION TECHNOLOGIES AS A TOOL OF INNOVATIVE MANAGEMENT OF FINANCIAL AND CREDIT INSTITUTIONS. Materialy konferentsii MTsND, (31.03.2023; Sumy, Ukraina), pp. 28–31. Available at: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/478> (in Ukrainian).

4. Babinska, S. (2022). Informatsiini potoky mizh korystuvachamy bukhhalterskoi informatsii. [Information flows between users of accounting information]. *Economy and Society*. (43).

DOI: [10.32782/2524-0072/2022-43-25](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-25)

5. Havrilenko, N., Kozitska, N. (2022). Analitychne zabezpechennia tsyfrovyykh transformatsii [Analytical support of digital transformations]. *Economy and Society*. (38).

DOI: [10.32782/2524-0072/2022-38-38](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-38)

6. Harkusha, S. (2021). Orhanizatsiia bezpaperovoho upravlinskoho obliku na pidpriemstvakh maloho biznesu [Organization of paperless management accounting in small business enterprises]. *Economy and Society*, (23).

DOI: [10.32782/2524-0072/2021-23-12](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-23-12)

7. Ivakhnenkov, S. (2010). Informatsiini tekhnolohii audytu ta vnutrishnohospodarskoho kontroliu v konteksti svitovoi intehratsii [Information technology audit and internal control in the context of world integration]. Zhytomyr: Ruta (in Ukrainian).

8. Korablinova, I.A. (2018). Informatsiine seredovyshe kompanii v umovakh suchasnoi khvyli «tsyfrovoy transformatsii» [Information environment of the company in the conditions of the modern wave of "digital transformation"]. *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal «Biznes-navihator»*, vol. 2-2(45), pp.11-15 (in



Ukrainian).

9. Korol, S., Klochko, A. (2020). Tsyfrovi tekhnolohii v obliku y audyti [Digital technologies in accounting and auditing]. *Derzhava ta rehiony*. vol. 1, pp. 170–176 .

DOI: [10.32840/1814-1161/2020-1-29](https://doi.org/10.32840/1814-1161/2020-1-29)

10. Korol, S., Polovyk, Ye. (2019). Didzhytalizatsiia ekonomiky profesiinoho rozvytku [Digitization of the Economy as Professional Development Factor]. *Modern Economics*. 18(2019), pp. 67-73.

DOI: [10.31521/modecon.V18\(2019\)-11](https://doi.org/10.31521/modecon.V18(2019)-11)

11. Moroz, S. and Nuzhna, S. (2021). Intehratsiia informatsiinykh system i tekhnolohii u pobudovi informatsiinoho prostoru silskohospodarskykh pidpriemstv [Integration of information systems and technologies in construction of information space of agricultural enterprises]. *Efektivna ekonomika*. vol. 5.

DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.87](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.87)

12. Nuzhna S., Karimov H. & Karimov I. (2025). Excel-shablony dlia bukhhaltera ta finansovoho menedzhera [Excel templates for accountants and financial managers]. *Ekonomichnyi analiz*. 34(1). pp. 213-225.

DOI: [10.35774/econa2024.01.213](https://doi.org/10.35774/econa2024.01.213)

13. Oneshko, S., Viter, S. & Viremeichyk, A. (2021). [Audit development strategy in the condition of digital economy]. *Investytsiyyi: praktyka ta dosvid*. vol. 15, pp. 64–69.

DOI: [10.32702/2306-6814.2021.15.64](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.15.64)

14. Plaksienko, V., Lipskyi, R. (2018). Bukhhalterskyi oblik v upravlinni pidpriemstvom: problemy teorii i praktyky [Accounting in enterprise management: problems of theory and practice]. Available at: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/7.2/039.pdf> pp. 39-43. Accessed 05 November 2025. (in Ukrainian).

15. Putseneilo, P.R. and Humeniuk, O.O. (2018). [Digital economy as the new vector of reconstruction of the traditional economy]. *Innovatsiina ekonomika*. vol. 5-6, pp. 131-143. Available at: <http://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/305> (in



Ukrainian).

16. Tarlopov I. O. (2020). Orhanizatsiia bukhhalterskoho obliku na pidpriemstvakh v umovakh tsyfrovoy ekonomiky [Organization of accounting at enterprises in the digital economy. Investments: practice and experience]. *Investyt sii: praktyka ta dosvid*. no. 17-18. pp. 24-28. Available at: [http://www.investplan.com.ua/pdf/17-18\\_2020/6.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/17-18_2020/6.pdf) (in Ukrainian).
17. Technology and innovation. Big Data. Available at: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/big-data-bolshie-dannye> Accessed: 05 November 2025 (in Ukrainian).
18. Kholiavko, N., Popelo, O., Dubyna, M., & Tarasenko, A. (2022). [Modern information technologies in the market of financial services of Ukraine]. *Problems and Prospects of Economics and Management*. 1(29), pp. 77–87.  
DOI: [10.25140/2411-5215-2022-1\(29\)-77-87](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-1(29)-77-87)
19. Diachuk S. F. (2021). Excel 2013-2016: navchalnyi posibnyk. Ternopil: Vydavnytstvo TNTU imeni Ivana Pulia (in Ukrainian).

### Chapter 3.

1. Opwonya J., Doan D.N.T., Kim S.G., Kim J., Ku B., Kim S., Park S., Kim J.U., Saccadic Eye Movement in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Neuropsychology Review*, Vol.32, 2022, pp. 193–227.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11065-021-09495-3>.
2. Jansson D., Rosén O., and Medvedev A., Non-parametric analysis of eye-tracking data by anomaly detection, *IEEE Transaction control system technology*, Vol.23, 2015, pp. 1578–1586.  
DOI: <https://doi.org/10.23919/ECC.2013.6669561>.
3. Bro V., Medvedev A., Continuous and Discrete Volterra-Laguerre Models with Delay for Modeling of Smooth Pursuit Eye Movements, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol.70, No.1, 2023, pp. 97–104.



DOI: <https://doi.org/10.1109/TBME.2022.3185669>.

4. Lanata L., Sebastian L., Di Gruttola F., Di Modica S., Scilingo E.P., and Greco A., Nonlinear Analysis of Eye-Tracking Information for Motor Imagery Assessments, *Frontiers in Neuroscience*, Vol.13, 2020, pp. 1431.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01431>.

5. Pavlenko V., Milosz M., Dzienkowski M., Identification of the oculo-motor system based on the Volterra model using eye tracking technology, 4th Int. Conf. on Applied Physics, Simulation and Computing (APSAC'2020) 2020, 23-25 May, Rome, Italy. *Journal of Physics: Conference Series* 1603, pp. 1–8.

DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1603/1/012011>.

6. Keehn B., Monahan P., Enneking B., Ryan T., Swigonski N., Keehn R.M., Eye-Tracking Biomarkers and Autism Diagnosis in Primary Care, *JAMA Netw Open*, Vol.7, No.5, 2024, pp.1-14.

DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.11190>.

7. Weiss K., Kolbe M., Lohmeyer Q., and Meboldt M., Measuring teamwork for training in healthcare using eye tracking and pose estimation, *Front. Psychol. Sec. Organizational Psychology*, Vol.14, 2023, pp. 1–12.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1169940>.

8. Pavlenko V., Shamanina T., Chori V., Eyetracking Technology and its Application in Neuroscience, *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS-2023)*, 7-9 September, Dortmund, Germany, Vol. 1, 2023, pp. 187-193.

DOI: <https://doi.org/10.1109/IDAACS58523.2023.10348754>.

9. Pavlenko V.D., Shamanina T.V., Chori V.V., Nonlinear Dynamics Identification of the Oculo-Motor System based on Eye Tracking Data, *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, Vol.15, 2021, pp. 569-577. (E-ISSN: 1998-4464).

DOI: <https://doi.org/10.46300/9106.2021.15.63>.

10. Slipchenko O., Klymenko S., Аналіз сучасного стану інформаційних



технологій оцінки психоемоційного стану людини, Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій, Том 23, 2019. С. 52-58.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15421/431906>

11. Ілуща А.С., Гідулян В.І., Павленко В.Д. Поєднання сервісів PaaS та SaaS на платформі для хмарних обчислень для застосувань у нейронауках. *Вісник ДНУ імені Олеся Гончара. Серія: Ракетно-космічна техніка*. 34(2). 2025. С. 131-139.

DOI: <https://doi.org/10.15421/452522>.

12. Pavlenko V., Ilutsa A., Kravchenko Y., Eye-tracker signals processing in system identification of human oculomotor apparatus with using cloud technologies, *WSEAS Transactions on Signal Processing*, Vol.20, 2024, pp. 125-137.

DOI: <https://doi.org/10.37394/232014.2024.20.13>

13. Saraswat M., Tripathi R. C., Cloud computing: Analysis of top 5 CSPs in SaaS, PaaS and IaaS platforms, 9th International Conference System Modeling and Advancement in Research Trends (SMART), 2020, pp. 300-305.

DOI: <https://doi.org/10.1109/SMART50582.2020.9337157>.

14. Kollipara P., An Overview on Cloud Computing, *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, Vol.4, No.8, 2021, pp. 35-37.

URL: <https://journal.ijresm.com/index.php/ijresm/article/view/1147>.

15. King T. S., Reviews of Cloud Computing For Education: Services And Benefits, *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, Vol.1, No.1, 2015, pp. 1299-1305.

DOI: <https://doi.org/10.20319/pijss.2015.s21.12991305>.

16. Singh A., Sharma S., Kumar S. R., Yadav S. A., Overview of PaaS and SaaS and its application in cloud computing, *International Conference on Innovation and Challenges in Cyber Security (ICICCS-INBUSH)*, 2016, pp. 172-176.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ICICCS.2016.7542322>

17. Mohammed C. M., Zeebaree, S. R., Sufficient comparison among cloud computing services: IaaS, PaaS, and SaaS, *International Journal of Science and Business*, Vol.5, No.2, 2021, pp. 17-30.



URL: <https://ijsab.com/wp-content/uploads/667.pdf>.

18. Wulf F., Lindner T., Strahringer S., Westner M., IaaS, PaaS, or SaaS? The why of cloud computing delivery model selection. Vignettes on the post-adoption of cloud computing, Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-54), 4-9 January, Lahaina, Hawaii, USA, 2021, pp. 6285-6294.

URL: [https://aisel.aisnet.org/hicss-54/os/practice-based\\_research/5/](https://aisel.aisnet.org/hicss-54/os/practice-based_research/5/).

19. Nadeem F., Evaluating and ranking cloud IaaS, PaaS and SaaS models based on functional and non-functional key performance indicators, IEEE Access, Vol.10, 2022, pp. 63245-63257.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3182688>.

20. Yoo S. K., Kim B. Y., The effective factors of cloud computing adoption success in organization, The Journal of Asian Finance, Economics and Business, Vol.6, No.1, 2019, pp. 217-229.

DOI: <https://doi.org/10.13106/jafeb.2019.vol6.no1.217>.

21. Faridi F., Sarwar H., Ahtisham M., Jamal K., Cloud computing approaches in health care, Materials Today: Proceedings, Vol.51, No.1, 2022, pp. 1217-1223.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.210>.

22. Larcher T., Gritsch P., Nastic S., Ristov S., BaaSLess: Backend-as-a-Service (BaaS)-Enabled Workflows in Federated Serverless Infrastructures, IEEE Transactions on Cloud Computing, Vol.12, No.4, 2024, pp. 1088-1102.

DOI: <https://doi.org/10.1109/TCC.2024.3439268>.

23. Parast F. K., Sindhav C., Nikam S., Yekta H. I., Kent K. B., Hakak S., Cloud computing security: A survey of service-based models, Computers & Security, Vol.114, 2022, pp. 102580.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102580>.

24. Fatima E., Sumra I. A., Naveed R., A Comprehensive Survey on Security Threats and Challenges in Cloud Computing Models (SaaS, PaaS and IaaS), Journal of Computing & Biomedical Informatics, Vol.7, No.1, 2024, pp. 537-544.

URL: <https://jcbi.org/index.php/Main/article/view/403/428>.

25. Arunkumar M., Ashokkumar K., A review on cloud computing security challenges,



attacks and its countermeasures, AIP Conference Proceedings of International Conference on Recent Innovations in Science and Technology (RIST2022), 8–9 July, Malappuram, India, Vol.3037, No.1, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0196063>.

#### ***Chapter 4.***

1. Olsen, A. et al. *DeepWeeds: A Multiclass Weed Species Image Dataset for Deep Learning*. Scientific Reports, 2019.
2. Bah, M. D. et al. *CropWeed Dataset: Open Dataset for Crop and Weed Detection*. Agriculture, 2020.
3. Dos Santos Ferreira, A. et al. *Weed Detection in Soybean Crops Using ConvNets*. Computers and Electronics in Agriculture, 2019.
4. Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F. *Deep Learning in Agriculture: A Survey*. Computers and Electronics in Agriculture, 2022.
5. Zhang, L. et al. *Multi-Crop Weed Detection with Transfer Learning*. Plant Methods, 2024.
6. Li, X. et al. *Federated Learning for Smart Agriculture*. IEEE IoT Journal, 2023.
7. Wang, Y. et al. *Distributed Deep Learning for Precision Weed Control*. Sensors, 2023.
8. Zhao, H. et al. *Swin Transformer for Crop-Weed Segmentation*. Frontiers in Plant Science, 2025.

#### ***Chapter 5.***

1. What Is Camera Calibration?. Mathworks. URL: <https://www.mathworks.com/help/vision/ug/camera-calibration.html> (дата звернення: 07.11.2025).
2. Lobo T. Understanding Structure From Motion Algorithms. *Medium*. 18.12.2023. URL: <https://medium.com/@loboateresa/understanding-structure-from-motion-algorithms-fc034875fd0c> (дата звернення: 01.11.2025).
3. Timothy M. What is Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)?. *Roboflow*.



20.09.2024. URL: <https://blog.roboflow.com/sift/> (дата звернення: 04.11.2025).

4. BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features). Opencv. OpenCV-Python Tutorials. 17.06.2025. URL: [https://docs.opencv.org/3.4/dc/d7d/tutorial\\_py\\_brief.html](https://docs.opencv.org/3.4/dc/d7d/tutorial_py_brief.html) (дата звернення: 07.11.2025).

### ***Chapter 6.***

1. Берневек Т., Прохоров В. Інтеграція морської транспортної системи України в глобальні транспортні мережі. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 35 (74). № 5. 2024. С. 68-72. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.5.2/12>
2. Смерічевський С., Райчева Л., Михальченко О. Проблеми і перспективи модернізації транспортного комплексу національної економіки. Економіка та суспільство. №38. 2022. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-76>
3. Клименко А. В. Новий морський коридор – цілком безпечний. АрміяInform. URL: <https://armyinform.com.ua/2023/08/19/andrij-klymenkj>
4. Постанова Кабінету Міністрів України «Деякі питання управління публічними інвестиціями» від 28.02.2025 №527. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deiaki-pytannia-upravlinnia-publichnymu-investytsiiamy-i-527>
5. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розроблення та моніторингу реалізації середньострокового плану пріоритетних публічних інвестицій держави» від 28.02.2025 №294. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-poriadku-rozroblennia-ta-monitorynhu-realizatsii-serednostrokovoho-planu-s294280225>
6. Цифрова екосистема для підзвітного управління відновленням DREAM URL: <https://dream.gov.ua/ua>
7. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018. № 430-р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/kp241550>
8. Sotnychenko L., Naichenia O., Omelchenko T., Kuzmenko K. Assessment of



Consistency in the Functioning of Seaports of Ukraine. Economics. Ecology. Socium. 2024. V. 8. P. 78-88. DOI: <https://doi.org/10.61954/2616-7107/2024.8.1-7>

9. Постанова Кабінету Міністрів України «Деякі питання ремонту та покращення портової інфраструктури» від 20.12.2024 № 1475 (в редакції від 25.06.2025). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1475-2024-%D0%BF#Text>
10. Степаненко В., Штик Ю. Напрями підвищення конкурентоспроможності морської транспортної інфраструктури України. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. Т. 33(72). №2. 2022. С. 14-21. URL: <https://doi.org/10.32782/2523-4803/72-2-3>
11. Адміністрація морських портів України. URL: <https://www.uspa.gov.ua/>
12. Дунайська гавань. URL: <https://dhafen.com/v-port/>
13. Результати засідання Комітету з питань транспорту та інфраструктури Верховної Ради України 10 березня 2025 року. URL: <https://ndu.kr.ua/424-rezultati-zasidannya-komitetu-z-pitan-transportu-ta-infrastrukturi-verkhovnoji-radi>
14. Сотниченко Л.Л., Кузьменко К.М., Станева Я.М. Теоретичні основи організації та управління портовим сервісом в галузі морського транспорту. Наука і техніка сьогодні, серія «Економіка», № 2(30) 2024. С. 449-462. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-2\(30\)-449-461](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-2(30)-449-461)
15. Кирлик Н. Глобальні тренди розвитку транспортно-логістичних послуг. Актуальні проблеми економіки. № 3 (237). 2021. С. 53-59. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2021-1-237-53-59>

### ***Chapter 7.***

1. Perrot, A.; Rangeard, D.; Courteille, E. 3D Printing of Earth-Based Materials: Processing Aspects. Constr Build Mater 2018, 172, 670–676, doi:10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.04.017
2. Ali, M.H.; Issayev, G.; Shehab, E.; Sarfraz, S. A Critical Review of 3D Printing



- and Digital Manufacturing in Construction Engineering. *Rapid Prototyp J* 2022, 28
3. Wang, B.; Zhai, M.; Yao, X.; Wu, Q.; Yang, M.; Wang, X.; Huang, J.; Zhao, H. Printable and Mechanical Performance of 3D Printed Concrete Employing Multiple Industrial Wastes. *Buildings* 2022, 12, doi:10.3390/buildings12030374
  4. Flatt, R.J.; Wangler, T. On Sustainability and Digital Fabrication with Concrete. *Cem Concr Res* 2022, 158, doi:10.1016/j.cemconres.2022.106837
  5. Jin Hyun Lee, Jae Hong Kim, Matric suction and its effect on the shape stability of 3D printed concrete, *Cement and Concrete Research*, Volume 159, 2022, 106864, ISSN 0008-8846, doi:10.1016/j.cemconres.2022.106864
  6. T. Wangler, E. Lloret, L. Reiter, N. Hack, F. Gramazio, M. Kohler, M. Bernhard, B. Dillenburger, J. Buchli, N. Roussel, R. Flatt. Digital concrete: opportunities and challenges. *RILEM Tech. Lett.*, 1 (2016), pp. 67-75, doi:10.21809/rilemtechlett.2016.16
  7. Agustí-Juan, F. Müller, N. Hack, T. Wangler, G. Habert. Potential benefits of digital fabrication for complex structures: environmental assessment of a robotically fabricated concrete wall. *J. Clean. Prod.*, 154 (2017), pp. 330-340, doi:10.1016/j.jclepro.2017.04.002
  8. Panda, B.; Ruan, S.; Unluer, C.; Tan, M.J. Improving the 3D Printability of High Volume Fly Ash Mixtures via the Use of Nano Attapulgite Clay. *Compos B Eng* 2019, 165, doi:10.1016/j.compositesb.2018.11.109
  9. Hager I., Golonka A., Putanowicz R. 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction? // *Procedia Engineering*. 2016. № 151. P. 292–299. doi:10.1016/j.proeng.2016.07.357
  10. Wu, Y.; Liu, C.; Bai, G.; Liu, H.; Meng, Y.; Wang, Z. 3D Printed Concrete with Recycled Sand: Pore Structures and Triaxial Compression Properties. *Cem Concr Compos* 2023, 139, doi:10.1016/j.cemconcomp.2023.105048
  11. S. Bhattacharjee, A.S. Basavaraj, A.V. Rahul, M. Santhanam, R. Gettu, B. Panda, E. Schlangen, Y. Chen, O. Copuroglu, G. Ma, L. Wang, M.A. Basit Beigh, V. Mechtcherine. Sustainable materials for 3D concrete printing *Cem. Concr. Compos.*, 122 (2021),



Article 104156, doi:10.1016/j.cemconcomp.2021.104156

12. M.K. Mohan, A.V. Rahul, G. De Schutter, K. Van Tittelboom. Extrusion-based concrete 3D printing from a material perspective: a state-of-the-art review. *Cem. Concr. Compos.*, 115 (2021), Article 103855, doi:10.1016/j.cemconcomp.2020.103855
13. Dvorkin, L.; Marchuk, V.; Hager, I.; Maroszek, M. Design of Cement–Slag Concrete Composition for 3D Printing. *Energies* (Basel) 2022, 15, doi:10.3390/en15134610
14. Yu Chen, Stefan Chaves Figueiredo, Zhenming Li, Ze Chang, Koen Jansen, Oğuzhan Çopuroğlu, Erik Schlangen, Improving printability of limestone-calcined clay-based cementitious materials by using viscosity-modifying admixture, *Cement and Concrete Research*, Volume 132, 2020, 106040, ISSN 0008-8846, doi:10.1016/j.cemconres.2020.106040
15. Sanytsky, M.; Sobol, H.; Markiv, M. Modified cement composites. NULP, Lviv, Ukraine, 2010, 132 p. (in Ukraine)
16. Sanytsky, M.; Marushchak, U.; Olevych, Y.; Novytskyi, Y. Nano-Modified Ultra-Rapid Hardening Portland Cement Compositions for High Strength Concretes. In *Lecture Notes in Civil Engineering*; 2020; Vol. 47
17. Ivashchyshyn H., Sanytsky M., Kropyvnytska T., Rusyn B. Study of low- emission multi-component cements with a high content of supplementary cementitious materials // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4, № 6 (100). P. 39–47
18. Chen, Y.; Veer, F.; Copuroglu, O.; Schlangen, E. Feasibility of Using Low CO2 Concrete Alternatives in Extrusion-Based 3D Concrete Printing. In *RILEM Bookseries*; 2019; 19
19. Dvorkin, L.; Marchuk, V.; Mróz, K.; Maroszek, M.; Hager, I. Energy-Efficient Mixtures Suitable for 3D Technologies. *Appl. Sci.* 2024, 14, 3038. doi:10.3390/app14073038
20. Hager, I.; Maroszek, M.; Mróz, K.; Kęsek, R.; Hebda, M.; Dvorkin, L.; Marchuk, V. Interlayer Bond Strength Testing in 3D-Printed Mineral Materials for



- Construction Applications. Materials 2022, 15, doi:10.3390/ma15124112
21. Dvorkin L., Zhitkovsky V., Sonebi M., Marchuk V., Stepasiuk Y. Improving Concrete and Mortar Using Modified Ash and Slag Cements. London: Boca Raton CRC Press, 2020. 184p
  22. Wang, B.; Zhai, M.; Yao, X.; Wu, Q.; Yang, M.; Wang, X.; Huang, J.; Zhao, H. Printable and Mechanical Performance of 3D Printed Concrete Employing Multiple Industrial Wastes. Buildings 2022, 12, 374. doi:10.3390/buildings12030374
  23. Du, Y.; Wang, S.; Hao, W.; Shi, F; Wang, H.; Xu, F.; Du, T. Investigations of the Mechanical Properties and Durability of Reactive Powder Concrete Containing Waste Fly Ash. Buildings 2022, 12(5), 560
  24. Dvorkin, L.; Konkol, J.; Marchuk, V.; Huts, A. Effectiveness of Polymer Additives in Concrete for 3D Concrete Printing Using Fly Ash. Polymers 2022, 14, 5467. doi:10.3390/polym14245467
  25. Krivenko, P. Why Alkaline Activation - 60 Years of the Theory and Practice of Alkali-Activated Materials. Journal of Ceramic Science and Technology 2017
  26. Dvorkin L., Dvorkin O., Ribakov Y. Multi-Parametric Concrete Compositions Design. Nova Science Publishers, New York, 2013. – 223 p

### ***Chapter 8.***

1. Valovoi, O. I., Eremenko, O. Yu., Valovoi, M. O., & Volkov, S. O. (2020). Crack Resistance and Width of Crack Opening of Beams with Hybrid Reinforcement Using BFRP and Metal Armature. In Key Engineering Materials (Vol. 864, pp. 149–157). Trans Tech Publications, Ltd.

DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.864.149

2. Arbili, M. M., Alqurashi, M., Majdi, A., Ahmad, J., & Deifalla, A. F. (2022). Concrete Made with Iron Ore Tailings as a Fine Aggregate: A Step towards Sustainable Concrete. Materials, 15(18), 6236.

DOI: 10.3390/ma15186236

3. Bangalore Chinnappa, G., & Karra, R. C. (2020). Experimental and statistical



- evaluations of strength properties of concrete with iron ore tailings as fine aggregate. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 24(1), 04019038  
DOI: 10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000480
4. Evangelista, L., de Brito, J. Flexural behaviour of reinforced concrete beams made with fine recycled concrete aggregates. *KSCE J Civ Eng* 21, 353–363 (2017)  
DOI: 10.1007/s12205-016-0653-8
5. Krishna, Y.M., Dhevasenaa, P.R., Srinivasan, G. et al. Effect of iron ore tailings as partial replacement to fine aggregate on the performance of concrete. *Innov. Infrastruct. Solut.* 9, 8 (2024)  
DOI: 10.1007/s41062-023-01318-z
6. Arbili, Mohamed & Alqurashi, Muwaffaq & Majdi, Ali & Ahmad, Jawad & Deifalla, Ahmed. (2022). Concrete Made with Iron Ore Tailings as a Fine Aggregate: A Step towards Sustainable Concrete. *Materials*. 15.  
DOI: 10.3390/ma15186236
7. B.C., Gayana & Karra, Ram Chandar. (2019). Experimental and Statistical Evaluations of Strength Properties of Concrete with Iron Ore Tailings as Fine Aggregate. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*. 24  
DOI: 10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000480
8. Soleimani, S. M., Boyd, A. J., Komar, A. J. K., & Roudsari, S. S. (2019). Fatigue in Concrete under Low-Cycle Tensile Loading Using a Pressure-Tension Apparatus. *Applied Sciences*, 9(16), 3217  
DOI: 10.3390/app9163217
9. Han, B., Gao, H., Zhang, L. et al. The Response of Angle Steel Skeleton-Reinforced Concrete Beams to Low-Cycle and Static Loads. *KSCE J Civ Eng* 28, 3805–3819 (2024)  
DOI: 10.1007/s12205-024-1279-x
10. Li, J., Liu, H., Guo, Q., Dai, G., Zhou, J., & Xie, P. (2022). Low-Cycle Reverse Loading Tests of the Continuous Basalt Fiber-Reinforced Polymer Column Filled with Concrete. *Applied Sciences*, 12(13), 6359  
DOI: 10.3390/app12136359



### **Chapter 9.**

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Національний звіт про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2023 рік. – Київ, 2024. – 178 с.
2. European Environment Agency. Construction and demolition waste management in the EU. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. – 42 p.
3. Eurostat. Waste statistics – construction and demolition waste. – Luxembourg, 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat/>
4. Департамент екології та природних ресурсів Криворізької міської ради. Звіт про стан довкілля м. Кривий Ріг за 2023 рік. – Кривий Ріг, 2024. – 96 с.
5. Ministry of the Environment, Japan. Construction Recycling Promotion Act and its Implementation. – Tokyo, 2023. – 30 p.
6. Державна служба статистики України. Статистичний щорічник України за 2023 рік. – Київ, 2024. – 508 с.
7. European Commission. Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. – Brussels, 2020. – 26 p.
8. Пікер Р. Техніко-економічний аналіз переробки відходів бетону та залізобетону. – Берлін, 2019. – 214 с.
9. Skyline Concrete. Enviro-Matic recycling technology report. – California, 1985. – 76 p.
10. Національний науково-дослідний інститут будівельних матеріалів. Використання вторинного щебеню у виробництві бетонів: економічні аспекти. – Київ, 2022. – 148 с.

### **Chapter 10.**

1. Залесський, В. І. Тонкодисперсна технічна крейда: застосування, шанси підвищення виробництва та споживання в Україні / В. І. Залесський, В. І. Миголь, Т. В. Ковеня // Хімічна промисловість України. – 2003. – № 3. – С. 52–56.
2. Валіуллін А. К. Виробництво хімічно осадженої крейди : навч. посіб.



/ А. К. Валіуллін. – К. : Либідь, 1984. – 73 с.

3. Михайлова Є. О. Одержання осажденного карбонату кальцію з відходів содового виробництва : дис. ... канд. тех. наук : 05.17.01 : захищ. 09.11.06 : затв. 15.03.07 / Михайлова Євгенія Олександрівна. – Харків, 2006. – 139 с.
4. Сода : навч. посіб. / В.Я. Кожухар, В.Г. Рябих, В.В. Брем, Л.В. Іванченко. – Одеса: «Сімекс-прінт», 2012 – 208 с.
5. Бірюкович Л. О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія : підручник / Л. О. Бірюкович. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.
6. Хімічно осаждена крейда. Технічні умови. URL: <https://vsegost.com/Catalog/31/31114.shtml> (дата звернення: 10.11.2024).
7. Астрелін І. М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. – К. : Вища. шк., 1992. – 399 с.

### Chapter 11.

1. Parade, S. H., Huffhines, L., Daniels, T. E., Stroud, L. R., Nugent, N. R., & Tyrka, A. R. (2021). A systematic review of childhood maltreatment and DNA methylation: Candidate gene and epigenome-wide approaches. *Translational Psychiatry, 11*, Article 134. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01207-y>
2. Nie, Y., Wen, L., Song, J., Wang, N., Huang, L., Gao, L., & Qu, M. (2022). Emerging trends in epigenetic and childhood trauma: Bibliometrics and visual analysis. *Frontiers in Psychiatry, 13*, Article 925273. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.925273>
3. Thumfart, K. M., Jawaid, A., Bright, K., Flachsmann, M., & Mansuy, I. M. (2022). Epigenetics of childhood trauma: Long-term sequelae and potential for treatment. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 132*, 1049–1066. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.10.042>
4. Malin, K. J., Provenzi, L., & colleagues. (2023). Scoping review of early toxic stress and epigenetic alterations in the neonatal intensive care unit. *Advances in Pediatrics, 70*(1), 75–89.



<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10278559/>

5. Großmann, N. L., Binder, E. B., Teumer, A., Homuth, G., Klinger-König, J., Grabe, H. J., et al. (2024). Methylation patterns of the FKBP5 gene in association with childhood maltreatment and depressive disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3), 1485. <https://doi.org/10.3390/ijms25031485>
6. Zhou, A., Ancelin, M.-L., Ritchie, K., & Ryan, J. (2023). Childhood adverse events and BDNF promoter methylation in later life. *Frontiers in Psychiatry*, 14, Article 1108485. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1108485>
7. Meier, M., et al. (2024). Childhood trauma is linked to epigenetic age deceleration in young adults with previous youth residential care placements. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 11275517. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11275517/>
8. Gladish, N., et al. (2022). Childhood trauma and epigenetics: State of the science and future directions. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 16, Article 887123. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.887123>
9. Beurel, E., et al. (2024). Early life adversity, microbiome, and inflammatory pathways: Links to epigenetic mechanisms and later health. *Frontiers in Immunology*, 15, Article 1432751. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1432751>

### Chapter 12.

1. Moon D., та ін. Вплив включення «short-foot» у реабілітацію рівноваги в осіб із плоскостопістю: РКД. *Journal of Physical Therapy Science*, 2021. DOI:10.1589/jpts.33.
2. Wei Z., та ін. Тренування власних м'язів стопи: систематичний огляд і метааналіз. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2022.
3. Huang C., та ін. «Short-foot exercise» при плоскостопості: метааналіз РКД. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022;19(19):11994.
4. Yalfani A., Ahmadi M., та ін. Ортези стопи й динамічний баланс у тхеквондистів із гнучкою плоскостопістю: РКД. *Foot (Edinb)*, 2023;56:102042.
5. Kirmizi M., та ін. Вправи для м'язів стопи vs індивідуальні устілки: вплив на



- розподіл плантарних сил і постуру стопи при гнучкій плоскостопості. *Gait & Posture*, 2024.
6. Chinpeerasathian C., та ін. Ефект ортезів на баланс у людей із плоскостопістю: систематичний огляд і метааналіз. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2024.
  7. Peters-Dickie J.L., та ін. «Foot core» і мінімалістичне взуття: систематичний огляд. *Footwear Science*, 2024.
  8. Daryabor A., та ін. 3D-друковані устілки при плоскостопості: систематичний огляд/метааналіз. *Gait & Posture*, 2023.
  9. Bai X., та ін. Плантарні ударні характеристики ходьби у пацієнтів із плоскостопістю. *Frontiers in Physics*, 2022.
  10. Shen B., та ін. 12-тижневе перенавчання ходи + «foot core»: вплив на кінематику зводу. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2022.
  11. Barbee C.E., та ін. Hallux valgus і швидкість ходьби: динамічний баланс у літніх. *Gait & Posture*, 2020.
  12. Shima H., та ін. Порушення постуральної стабільності при двобічному hallux valgus. *Foot and Ankle Surgery*, 2021.
  13. Fleischer A., та ін. Хірургія HV: ранні покращення рівноваги й ходи. 2022.
  14. Liu Y., та ін. Високий ризик падінь у літніх із HV: стабілометрія та клінічні тести. 2025.
  15. Hurn S.E., та ін. Активність m. abductor hallucis і постуральний sway при HV (випадок-контроль). 2025.
  16. Tanaka K., та ін. Коморбідна «hammer toe» погіршує динамічну стабільність при двобічному HV. 2025.
  17. Sung P-S., та ін. Оцінювання постуральної стабільності при плоскостопості методом Time-in-Boundary. *J Orthop Res*, 2025.
  18. Kethüdaoğlu M.O., та ін. Негайні ефекти IASTM vs перкусійного масажу на статичний/динамічний баланс при pes planus. 2024.
  19. Rakhmatova R., та ін. Як pes planus впливає на стрибок і баланс: рандомізоване подвійне сліпе дослідження. 2025.
  20. Utsahachant N., та ін. «Short foot» + зміцнення нижньої кінцівки при гнучкому



- плоскостопості: зміни динаміки ходи. *Clinical Biomechanics*, 2023.
21. Estepa-Gallego A., та ін. Global Postural Re-education: вплив на контроль постави й ROM гомілковостопного суглоба. *J Orthop Res*, 2022.
22. Lai Z., та ін. Тренування внутрішніх м'язів стопи у поєднанні з вправами нижніх кінцівок у літніх: вплив на постуральний контроль (РКД). *BMC Geriatrics*, 2025.
23. Kirmizi M., та ін. Комплексна 6-тижнева програма вправ покращує ND та кут зводу при гнучкому плоскостопості. 2023.
24. Chinpreerasathian S., та ін. (дубль тематики) Ортези і баланс при плоскостопості: метааналіз — про неоднорідність ефектів. 2024.

### *Chapter 13.*

1. Андреева О. М., Соколова І. Л. Фізична реабілітація при деформаціях стопи у дорослих і дітей. – Київ: Олімпійська література, 2019. – 184 с.
2. Пироваров О. М. Біомеханічні особливості формування плоскостопості у підлітків. *Фізична культура, спорт і здоров'я нації*, №2 (25). 2018. С. 55–61.
3. Івченко В. П. Сенсомоторна корекція деформацій стопи засобами фізичної терапії. *Вісник реабілітаційної медицини*. №3. 2020. С. 72–79.
4. Михайлов С. Ю. Функціональні взаємозв'язки деформацій стопи та постуральної стабільності. – Харків. ХНМУ. 2021. 176 с.
5. Романова Н. О. Вплив сенсомоторного тренінгу на параметри рівноваги у осіб з плоско-вальгусною деформацією стоп. *Фізична терапія і ерготерапія*. №4 (32). 2022. С. 28–35.
6. Козлов Д. В. Порівняльна оцінка стабілометричних показників у пацієнтів з різними типами деформацій стопи. *Сучасні проблеми біомеханіки*. №1. 2020. С. 19–27.
7. Лисенко Т. О. Стабілометричні показники у пацієнтів з плоскостопістю: оцінка ефективності фізичної терапії. *Вісник фізичної культури і спорту*. №1. 2020. С. 63–69.
8. Костюк Н. І., Федорук О. В. Біомеханіка стопи при порушеннях поздовжнього



- зводу у жінок середнього віку. // Фізична терапія, ерготерапія. – 2021. – №3 (25). – С. 44–51.
9. Яременко І. Г., Бондар О. С. Динамічна рівновага у пацієнтів з деформаціями стопи: роль пропріоцептивних тренувань. Фізична реабілітація та здоров'я людини. №2 (28). 2022. С. 17–24.
10. Черниш О. Г. Сучасні методи плантографічного обстеження стопи у фізичній терапії. Вісник реабілітаційної медицини. №3 (27). 2020. С. 42–48.
11. Воронова Н. О. Сенсомоторний тренінг у фізичній терапії порушень рівноваги. Наука і освіта. №6. 2019. С. 57–61.
12. Яковенко В. В., Левчук Ю. І. Діагностика та корекція деформацій стопи в практиці фізичного терапевта. // Фізична реабілітація і рекреація. – 2018. – №1 (15). – С. 29–36.



**SCIENTIFIC EDITION**

**MONOGRAPH**  
**DAS INTELLEKTUELLE UND TECHNOLOGISCHE POTENZIAL DES XXI**  
**JAHRHUNDERTS**

**INNOVATIVE TECHNOLOGIEN; INFORMATIK; TRANSPORT UND**  
**VERKEHRSSYSTEME; ARCHITEKTUR UND BAUWESEN; CHEMIE UND**  
**PHARMAZIE; MEDIZIN**

*INTELLECTUAL AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF THE XXI CENTURY*  
*INNOVATIVE TECHNOLOGY; COMPUTER SCIENCE; TRANSPORT AND TRANSPORT*  
*SYSTEMS; ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION; CHEMISTRY AND PHARMACEUTICALS;*  
*MEDICINE*

**MONOGRAPHIC SERIES «EUROPEAN SCIENCE»**  
*BOOK 43. PART I*

*Authors:*

Oliinyk H. (1), Rubanka A. (1), Lutsker T. (1), Ostapenko N. (1), Mamchenko Y. (1),  
Rashkivska I. (1), Nuzhna S. (2), Ilutsa A. (3), Pavlenko V. (3), Hoshko B.M. (4),  
Stan'ko V.Y. (4), Ryzhuk A.V. (5), Tabenskyy S. (6), Dvorkin L.I. (7), Marchuk V.V. (7),  
Zhitkovsky V.V. (7), Valovyi O.I. (8), Valovyi M.O. (8), Balaba D.V. (8), Valovyi O.I. (9),  
Valovyi M.O. (9), Balaba D.V. (9), Zolotarova O.V. (10), Yastrebova O.S. (11),  
Davybida N. (12), Novakova L. (12), Korin P. (12), Davybida N. (13), Korin P. (13),  
Novakova L. (13), Dovgan O. (13), Bezpaloa N. (13), Nazaruk V. (13)

The scientific achievements of the authors of the monograph were also reviewed and recommended for publication at the international scientific symposium  
**«Das intellektuelle und technologische Potenzial des XXI Jahrhunderts/**  
**Intellectual and technological potential of the XXI century '2025»**  
(October 30, 2025)

Monograph published in the author's edition

The monograph is included in  
*International scientometric databases*

500 copies  
October, 2025

Published:  
*ScientificWorld -Net Akhat AV*  
*Lußstr 13,*  
*Karlsruhe, Germany*



e-mail: [editor@promonograph.org](mailto:editor@promonograph.org)  
<https://desymp.promonograph.org>

ISBN 978-3-989241-20-6



9 783989 241206



<https://desymp.promonograph.org>

e-mail: editor@promonograph.org

