

Кафедра комп'ютерних наук

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету МКТ

Борис ЗЛОТЕНКО

2024 року



## **РОБОЧА ПРОГРАМА**

Дисципліни **Математичне моделювання складних процесів та структурних об'єктів**

Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Комп'ютерні науки
Факультет	мехатроніки та комп'ютерних технологій

Київ 2024рік

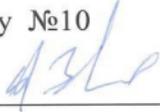
РОЗРОБЛЕНО: Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Віктор ЧУПРИНКА, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук  
Геннадій МЕЛЬНИК, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

Схвалено Вченою Радою факультету мехатроніки та комп'ютерних технологій

Протокол від 19 червня 2024 року №10

Декан факультету МКТ  Борис ЗЛОТЕНКО

Обговорено та рекомендовано на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол від 25 травня 2024 року №11

Завідувачка кафедри КН  Наталія ЧУПРИНКА

## 1 ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика дисципліни	
		денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість кредитів – 4	Спеціальність: <u>122</u> <u>Комп'ютерні науки</u>	обов'язкова	
<b>Змістові модулі*</b> – 1	Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)	<b>Рік підготовки:</b>	
<b>Розділи**</b> – 1		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 120		<b>Семестр</b>	
		2-й	2-й
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача вищої освіти – 9		20 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		12 год.	2 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
	88 год.	114 год.	
	<b>Вид підсумкового контролю:</b> Екзамен (семестр 2).		

\* – кількість змістових модулів відповідає кількості семестрів;

\*\* – при необхідності змістовий модуль може ділитись на розділи.

## 2 АНОТАЦІЯ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальної дисципліни складається з 1 змістовного модуля:

**Змістовий модуль 1.** Математичні та інтелектуальні методи в інформаційно-керуючих системах легкої промисловості.

**Мета курсу** – формування у здобувачів системних, поглиблених теоретичних і методологічних знань у сфері проєктування, математичного та комп'ютерного моделювання, дослідження й впровадження інтелектуальних інформаційно-керуючих систем із використанням сучасних технологій, а також розвиток здатності розв'язувати складні наукові та науково-прикладні задачі комп'ютерних наук і суміжних галузей (зокрема легкої промисловості) на рівні сучасних світових досягнень із дотриманням принципів академічної доброчесності та професійної етики.

### **Результати навчання:**

**знати:** сучасні концепції, парадигми та архітектури інтелектуальних інформаційно-керуючих систем; методології та методи математичного й комп'ютерного моделювання процесів і технічних систем; підходи до використання нейромереж, нечіткої логіки, роботизованих сервісів, AR/VR та хмарних технологій у системах керування; принципи побудови хмарно-орієнтованих інфраструктур; методи аналізу ефективності інформаційно-керуючих і комп'ютерних систем; сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій;

**вміти:** формулювати та обґрунтовувати наукові й науково-прикладні задачі у сфері комп'ютерних наук; розробляти концептуальні, математичні та комп'ютерні моделі процесів і систем; застосовувати сучасні цифрові технології та інформаційні системи у науково-дослідній діяльності; планувати та виконувати теоретичні й експериментальні дослідження; аналізувати, інтерпретувати та узагальнювати результати досліджень; оцінювати ефективність і доцільність впровадження інтелектуальних систем у виробничі процеси, зокрема в легкій промисловості;

**здатен продемонструвати:** абстрактне мислення, аналіз і синтез при вирішенні комплексних проблем комп'ютерних наук; системний науковий до дослідження складних інформаційно-керуючих систем; здатність критично оцінювати результати власних і сторонніх наукових досліджень;

**володіти навичками:** пошуку, відбору та критичного аналізу наукової інформації; використання математичних, статистичних і комп'ютерних методів дослідження складних систем; роботи з даними складної структури; застосування спеціалізованого програмного забезпечення і цифрових інструментів для проєктування, дослідження та оцінювання інтелектуальних інформаційно-керуючих систем;

**самостійно вирішувати:** складні наукові та науково-прикладні задачі комп'ютерних наук і міждисциплінарних напрямів; задачі розроблення та впровадження інноваційних комп'ютерних і інформаційно-керуючих систем; проблеми підвищення ефективності виробничих процесів на основі сучасних цифрових та інтелектуальних технологій; задачі формування, перевірки та обґрунтування наукових гіпотез із використанням математичного та комп'ютерного моделювання.

### **Програмні результати навчання:**

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4 Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

ФК 2 Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.

ФК 3 Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

ФК 4 Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проєкти у

галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарних проєктах, демонструвати лідерство під час їх реалізації.

**ФК 6** Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

**ПРН 1** Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

**ПРН 3** Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

**ПРН 4** Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.

**ПРН 5** Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

**ПРН 6** Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

**ПРН 11** Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

**ПРН 12** Розробляти та реалізовувати інноваційні комп'ютерні системи для підвищення ефективності різних галузей виробництва, зокрема легкої промисловості.

**Необхідні передумови:** Ступінь магістра. Філософія науки та методологія досліджень. Іноземна мова для академічних цілей.

**Види навчальних занять:** лекція, практичне, консультація.

**Методи навчання:** словесний, пояснювально-демонстраційний, дослідницький.

**Методи контролю:** усний, практичний, тестовий.

**Інструменти, обладнання та програмне забезпечення:** Visual Studio Community, Python.

**Форми підсумкового контролю:** екзамен (семестр 2).

**Засоби діагностики успішності навчання:** питання для поточного, підсумкового контролю; тести, звіти з практичних робіт, розрахункові роботи.

**Мова навчання:** українська.

### 3 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

#### СЕМЕСТР 2

Змістовий модуль 1. Математичні та інтелектуальні методи в інформаційно-керуючих системах легкої промисловості.

ТЕМА 1 Проектування інтелектуальних систем. Архітектура, парадигми та методології. Моделювання багаторівневої архітектури інтелектуальної системи керування

ТЕМА 2 Математичне моделювання технологічних процесів. Моделі натягу нитки, формування пакувань та багатошарових тканин. Використання диференціальних рівнянь при проектуванні обладнання легкої промисловості

ТЕМА 3 Математичне моделювання обладнання. Моделювання механізмів ткацьких, в'язальних машин та кінетостатичний аналіз. Використання чисельного інтегрування при проектуванні обладнання легкої промисловості

ТЕМА 4. Штучний інтелект у керуванні. Нейромережі та нечітка логіка для автоматизації складних вузлів машин. Нейро-фаззи керування об'єктом з нелінійною динамікою.

ТЕМА 5. Роботизація та AR/VR. Інтелектуальні сервіси для роботизованих платформ та впровадження доповненої реальності на виробництві. Розробка прототипу інтелектуального сервісу для роботизованої системи

ТЕМА 6. Хмарна інфраструктура. Побудова хмарно-орієнтованих систем для збору та обробки даних з виробничих ліній. Інтеграція хмарних сервісів у систему моніторингу роботизованої системи

ТЕМА 7. Галузеві цифрові рішення (САПР). Математичне забезпечення систем автоматизованого проектування трикожного виробництва. Використання інтерполяції, екстраполяції та апроксимації при проектуванні обладнання легкої промисловості.

ТЕМА 8. Аналіз результативності. Методи оцінки ефективності впроваджених інформаційно-керуючих систем. Оцінювання ефективності та надійності інформаційно-керуючої системи

#### 4 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів (розділів) і тем	Кількість годин													
	Денна форма здобуття вищої освіти							Заочна форма здобуття вищої освіти						
	усього	у тому числі:						усього	у тому числі:					
		л	пр	лаб	сем	інд	СРС		л	пр	лаб	сем	інд	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Освітній компонент 1</b>														
<b>Семестр 2 Змістовий модуль 1. Назва</b>														
Тема 1. Проектування інтелектуальних систем	15	2	2				11							
Тема 2. Математичне моделювання технологічних процесів	16	3	2				11							
Тема 3: Математичне моделювання обладнання	16	3	2				11							
Тема 4: Штучний інтелект у керуванні	15	3	2				11							
Тема 5: Роботизація та AR/VR	14	2	1				11							
Тема 6: Хмарна інфраструктура	14	2	1				11							
Тема 7: Галузеві цифрові рішення (САПР).	16	3	2				11							
Тема 8: Аналіз результативності.	14	2	1				11							
<b>Всього годин за модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	<b>12</b>				<b>88</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>2</b>				<b>114</b>

#### 5 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми практичного заняття	Кількість годин
1	Практична робота 1. Моделювання багаторівневої архітектури інтелектуальної системи керування.	2
2	Практична робота 2. Використання диференціальних рівнянь при проектуванні обладнання легкої промисловості	2
3	Практична робота 3. Використання чисельного інтегрування при проектуванні обладнання легкої промисловості	2
4	Практична робота 4. Нейро-фаззи керування об'єктом з нелінійною динамікою	2
5	Практична робота 5. Розробка прототипу інтелектуального сервісу для роботизованої системи	1
6	Практична робота 6. Інтеграція хмарних сервісів у систему моніторингу роботизованої системи	1
7	Практична робота 7. Використання інтерполяції, екстраполяції та апроксимації при проектуванні обладнання легкої промисловості	2
8	Практична робота 8. Оцінювання ефективності та надійності інформаційно-керуючої системи	1
<b>Всього</b>		<b>12</b>

## 6 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Види робіт	Кількість годин
1	Підготовка до практичних робіт	30
2	Підготовка до всіх видів контролю	10
3	Виконання самостійних завдань	48
Всього		88

## 7 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ АСПІРАНТИ

### Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточне оцінювання та самостійна робота								Екзамен	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
10	12	12	12	10	12	12	10	10	100

### Розподіл балів з дисципліни

Види робіт, що оцінюються в балах	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Усього
Виконання і захист практичної роботи	6	8	8	8	6	8	8	8	60
Самостійна робота студента	4	3	4	3	4	4	4	4	30
Екзамен	10								10
<b>Всього з дисципліни</b>									<b>100</b>

### Критерії оцінювання

Об'єктом оцінювання знань здобувачів є програмний матеріал освітнього компоненту, засвоєння якого перевіряється під час навчальних занять та СРС.

Поточний контроль знань і умінь здобувачів вищої освіти проводиться після вивчення логічно завершеної частини навчального матеріалу освітнього компоненту.

Оцінювання виконаних видів робіт здійснюється з врахуванням самостійності та повноти виконання, якості оформлення звіту та своєчасності представлення результатів.

Виконаним вважається практичне заняття, що відпрацьовано в повному обсязі, оформлено у вигляді звіту (протоколу) та своєчасно подано викладачу для оцінювання, але не пізніше 2 робочих днів до початку сесії.

Виконаною вважається самостійна робота, яка зроблена в повному обсязі та вчасно подана на перевірку викладачу, але не пізніше 2 робочих днів до початку сесії.

### *Критерії оцінювання видів робіт*

Оцінка у відсотках від макс. кількості балів, відведених за певний вид роботи	Критерії оцінювання видів робіт
100%	Здобувач виконав весь обсяг запланованих робіт заняття і бездоганно відповідає на запитання про виконану роботу.
80%	Здобувач виконав весь обсяг запланованих робіт заняття, але при відповіді на запитання робить помилки, які виправляє самостійно після вказування на них.

70%	Здобувач виконав весь обсяг запланованих робіт заняття, але при відповіді на запитання робить помилки, які виправляє з деякою підказкою викладача.
60%	Здобувач виконав весь обсяг запланованих робіт заняття, але при відповіді на запитання робить помилки, які не виправляє самостійно після вказування на них. Здобувач орієнтується у всіх питаннях, що стосуються дисципліни (теми заняття).
50%	Здобувач виконав весь обсяг запланованих робіт заняття, але при відповіді на запитання робить помилки, які не виправляє самостійно після вказування на них. Здобувач орієнтується не у всіх, а у більшості питань що стосуються дисципліни (теми заняття).
40%	Здобувач виконав весь обсяг запланованих робіт заняття, але не орієнтується у питаннях, що стосуються дисципліни (теми заняття), або не виконав весь обсяг запланованих робіт, але орієнтується у запитаннях щодо виконаної частини роботи і оформлення звіту (протоколу) відповідає вимогам.
20%	Здобувач не виконав весь обсяг запланованих робіт заняття, не відповідає на запитання про виконану роботу, оформлення звіту (протоколу) не відповідає вимогам. Здобувач повинен повторно відпрацювати і захистити роботу.

#### **Критерії оцінювання для екзамену**

Здобувач допускається до складання екзамену, якщо виконані всі види робіт, передбачені робочою програмою та сума накопичених протягом семестру балів не менша ніж 35.

Екзамен проводиться у формі тестового контролю та складається з 10 питань на знання та розуміння теоретичних відомостей та на володіння навичками застосування теоретичних знань для розв'язання практичних задач спеціальності по 1 балу за кожне питання.

Всього – 10 балів.

#### **Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу**

Оцінка за національною шкалою для екзамену, КП, КР /заліку/	Оцінка в балах	Оцінка за шкалою ECTS	Пояснення
<b>Відмінно/ зараховано</b>	90-100	<b>A</b>	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
<b>Добре/ зараховано</b>	82-89	<b>B</b>	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
	74-81	<b>C</b>	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
<b>Задовільно/ зараховано</b>	64-73	<b>D</b>	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
	60-63	<b>E</b>	<b>Достатньо</b> (виконання відповідає мінімальним критеріям)
<b>Незадовільно/ незараховано</b>	35-59	<b>FX</b>	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
	0-34	<b>F</b>	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

## **8 ПОЛІТИКА КУРСУ**

8.1 Обов'язкове дотримання академічної доброчесності здобувачами, а саме:

- a. самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни;
  - b. посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
  - c. дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
  - d. надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.
- 8.2 Виконання та захист практичних занять, СРС має відбуватися під час навчальних занять та консультацій відповідно графіку освітнього процесу.
- 8.3 Перенесення терміну здачі робіт/перездача:
- a. допускається з поважних причин (лікарняний, академічна мобільність тощо) за письмовою заявою, завіреною працівниками деканату;
  - b. в умовах воєнного часу допускається звітування щодо виконаних практичних занять та курсових робіт в інші дні і часи, ніж передбачені планом занять, але лише за умов узгодженості з викладачами.
- 8.4 При виявленні плагіату робота здобувача не оцінюється, а відправляється на повторне виконання або за новим варіантом завдання.
- 8.5 Виконані роботи можуть бути завантажені у відповідний модуль діяльності на сторінці дисципліни в МСОП до початку сесії;
- 8.6 Допускається визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та інформальній освіті відповідно до «Положенням про порядок визнання та перезарахування результатів навчання, здобутих шляхом формальної, неформальної та/або інформальної освіти та визначення академічної різниці у Київському національному університеті технологій та дизайну».

## 9 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Математичне моделювання складних процесів та структурних об'єктів: Конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки/ укл.: к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Г. В. Мельник. – К. : КНУТД, 2024.
2. Математичне моделювання складних процесів та структурних об'єктів: Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Укл. к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Мельник Г.В. – К.: КНУТД 2024 р.
3. Математичне моделювання складних процесів та структурних об'єктів: Методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Укл. к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Мельник Г.В. – К.: КНУТД 2024 р.

## 10 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

### Основна

1. Щербань В.Ю. Математичне моделювання систем і технологічних процесів / В.Ю. Щербань, О.З. Колиско, Ю.Ю. Щербань, Г.В. Мельник, М.І. Колиско, А.М. Кириченко. – К.: ТОВ "Фастбінд Україна", 2023. – 937 с.
2. Щербань В.Ю. Методи представлення, збереження та аналізу даних інформаційних систем / В.Ю. Щербань, С.М. Краснитський, Т.І. Астістова, В.М. Яхно. – К.: К.: ТОВ "Фастбінд Україна", 2023. – 470 с.
3. Щербань В.Ю. Алгоритмічне та математичне забезпечення при комп'ютерному проектуванні складних систем / В.Ю.Щербань, О.З.Колиско, Ю.Ю.Щербань, Г.В.Мельник, М.І.Колиско, В.Ю.Калашник. – К.: Освіта України, 2021. – 930 с. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/18414>

4. Shcherban' V. Yu. Mathematical software models for determining technological efforts in the production of technical fabrics and knitwear for military needs / V. Yu. Shcherban', L.E. Halavska, O.Z. Kolysko, Yu.Yu. Shcherban', T.V. Ielina, M.I. Kolysko. – K.: Education of Ukraine, 2021. – 148 p. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/17679>
5. Щербань В.Ю. Комп'ютерна реалізація алгоритмічних та програмних компонентів прикладних задач систем автоматизованого проектування / В.Ю. Щербань, Г.О. Корогод, Н.В. Чупринка, А.П. Волівач, А.М. Кириченко. – К.: Освіта України, 2021. – 645 с.
6. Shcherban' V.Yu., Rezanova V.G., Demkivska T.I. Programming of numerical methods and examples of practical application. – K.: Education of Ukraine, 2021. – 150 p. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/19146>
7. Shcherban V. Yu. Methods and systems of artificial intelligence / V. YU. Shcherban, Y.O. Demkivskiy, T.I. Demkivska, B. L. Shramchenko, V.G. Rezanova. – K.: ТОВ "Фастбінд Україна", 2022. – 210 p. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/19910>
8. Melin P., Castillo O., Kacprzyk J. Design of Intelligent Systems Based on Fuzzy Logic, Neural Networks and Nature-Inspired Optimization. Springer Cham, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-17747-2.
9. Castillo O., Melin P. (Eds.). Intelligent System Design Based on Soft Computing Models. Springer Cham, 2025. DOI: 10.1007/978-3-031-97309-3.
10. Zgurovsky M., Pankratova N. (Eds.). System Analysis & Intelligent Computing: Theory and Applications. Springer Cham, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-94910-5.
11. Freeman J., Avons S. E., Gabbard J. (Eds.). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. ACM Books, 2017. DOI: 10.1145/2792790.
12. Wiley (Ed.). Emerging Extended Reality Technologies for Industry 4.0: Experiences with Conception, Design, Implementation, Evaluation and Deployment. Wiley, 2020. DOI: 10.1002/9781119654674.
13. Wufka M., Canonico M. Introduction to Cloud Computing. Springer Cham, 2026. DOI: 10.1007/978-3-032-07151-4.
15. Yang J. Cloud Computing and MicroServices. Springer Cham, 2025. DOI: 10.1007/978-3-031-93478-0.
14. Zbakh M. et al. (Eds.). Cloud Computing and Big Data: Technologies, Applications and Security. Springer Cham, 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-97719-5.
15. Khezrimotlagh D., Chen Y. Decision Making and Performance Evaluation Using Data Envelopment Analysis. Springer Cham, 2018. DOI: 10.1007/978-3-319-76345-3.
16. Gribaudo M., Iacono M., Sarvestani S. S. (Eds.). Performance Evaluation Methodologies and Tools: Valuetools 2024. Springer, 2026. DOI: 10.1007/978-3-032-06818-7.
17. Cortés-Serrano D., Molina-Gutiérrez A., Ponce-Cruz P. Enabling Systems for Intelligent Manufacturing in Industry 4.0. Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-65547-1.
18. Goecks L. S. et al. "Industry 4.0 and Smart Systems in Manufacturing". Applied System Innovation, 7(2), 24, 2024. DOI: 10.3390/asi7020024.
19. Innovative Computing 2025, Volume 1: International Conference on Innovative Computing. Springer, 2025. DOI: 10.1007/978-981-96-7999-7.
20. Awotunde J. B., Muduli K., Brahma B. (Eds.). Computational Intelligence in Industry 4.0 and 5.0 Applications: Trends, Challenges and Applications. Auerbach Publications, 2025. DOI: 10.1201/9781003581963
21. Вербицький О. С. "Аналіз методів поясності нейронних мереж для подолання проблеми чорного ящика", *Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи*, 2024.
22. Щербань В.Ю., Іщенко В. Д., Колиско О.З., Мельник Г.В., Щербань Ю.Ю. Структура комп'ютерної програми для визначення оптимального шляху орієнтованого графа при використанні алгоритму Дейкстри / В.Ю. Щербань, В. Д. Іщенко, О.З. Колиско, Г.В. Мельник, Ю.Ю. Щербань // Вісник Хмельницького національного університету. – 2022, №6, Том 1 (315)
23. Shcherban' V., Kolysko O., Melnyk G., Shcherban' Yu., Ishchenko V. Determining the tension of complex chemical threads during interaction with guide surfaces / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. - volume 4. - № 1 (124).

24. Shcherban' V., Melnyk G., Kolysko M., Kirichenko A., Shcherban' Yu., Lukianenko S., Ostashevskiy I., Vdovin P. Determining the rational structure of multilayer technical fabric for woven power clamps / EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 2024
25. Свідоцтво № 89242 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма для реалізації чисельних методів. Системи лінійних рівнянь, апроксимація та інтерполяція експериментальних даних»/Щербань В.Ю., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Петко А.К., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 03.06.2019 р.
26. Свідоцтво № 89243 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма. Програмний комплекс для визначення оптимальної траєкторії нитки на трикотажних машинах»/Щербань В.Ю., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Петко А.К., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 03.06.2019 р.
27. Свідоцтво № 94555 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма. Програмний комплекс для реалізації чисельних методів. Системи диференційних рівнянь, системи лінійних рівнянь, апроксимація та інтерполяція експериментальних даних»/Щербань В.Ю., Петко А.К., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 09.12.2019 р.
28. Свідоцтво № 94556 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма. Програмний комплекс для реалізації чисельних методів. Визначений інтеграл, системи лінійних рівнянь, апроксимація та інтерполяція експериментальних даних»/Щербань В.Ю., Петко А.К., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 09.12.2019 р.
29. Свідоцтво № 94557 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма. Програмний комплекс для реалізації чисельних методів. Визначення всіх коренів поліному ступеня N, системи лінійних рівнянь, апроксимація та інтерполяція експериментальних даних»/Щербань В.Ю., Петко А.К., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 09.12.2019 р.
30. Свідоцтво № 110144 про реєстрацію авторського права на твір Комп'ютерна програма. Програмний комплекс варіанту 6.0 для реалізації алгоритму рекурсії при визначенні технологічних навантажень»/ Щербань В. Ю., Макаренко Ю. В., Колиско О. З., Мельник Г. В., Петко А. К., Колиско М. І., Калашник В. Ю., Осипенко В. В. – Дата реєстрації 06.12.2021р. Опубліковано 31.01.2022, бюл. №68. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1677626/>
31. Свідоцтво № 110143 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма. Програмний комплекс варіанту 7.0 для реалізації алгоритму рекурсії при визначенні технологічних навантажень»/ Щербань В. Ю., Макаренко Ю. В., Колиско О. З., Мельник Г. В., Петко А. К., Колиско М. І., Калашник В. Ю., Осипенко В. В. – Дата реєстрації 08.12.2021р. Опубліковано 31.01.2022, бюл. №68. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1677627/>

#### Додаткова

1. Shcherban' V., Makarenko J., Petko A., Melnyk G., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer implementation of a recursion algorithm for determining the tension of a thread on technological equipment based on the derived mathematical dependences / V.Shcherban', J.Makarenko, A.Petko, G.Melnyk, Yu.Shcherban', G.Shchutska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2020. - volume 104. -№2/1. – pp.41-50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198286>
2. Shcherban' V., Melnyk G. , Sholudko M., Kolysko O. and Kalashnyk V. Improvement of structure and technology of manufacture of multilayer technical fabric/V.Shcherban' , G. Melnyk , M.Sholudko , O.Kolysko, V.Kalashnyk// Fibres and Textiles. – 2019. - volume 26 - № 2 - pp. 54-63. [http://vat.ft.tul.cz/2019/2/VaT\\_2019\\_2\\_10.pdf](http://vat.ft.tul.cz/2019/2/VaT_2019_2_10.pdf)
3. Shcherban' V., Korogod G., Kolysko O., Kolysko M., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer simulation of multiple measurements of logarithmic transformation function by two approaches / V. Shcherban', G. Korogod, O. Kolysko, M. Kolysko, Yu. Shcherban', G. Shchutska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2020. - volume 6. -№4 (108). – pp. 6-13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.218517>
4. Shcherban' V., Korogod G., Kolysko O., Kolysko M., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer

simulation of logarithmic transformation function to expand the range of high-precision measurements / V. Shcherban', G. Korogod, O. Kolysko, M. Kolysko, Yu. Shcherban', G. Shchutka // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2021. - volume 2. - №9 (110). – pp. 27-36.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.227984>

5. Shcherban' V., Kolysko O., Melnyk G., Kolysko M., Halavska L., Shcherban' Y. The influence of the curvature radius of the guiding surface on the tension of polyethylene and polyamide complex yarns during processing on weaving and knitting machines / V. Shcherban', O. Kolysko, G. Melnyk, M. Kolysko, L. Halavska, Y. Shcherban' // *Fibres and Textiles*. – 2021. - volume 28 - № 3 - pp. 72-81.

[http://vat.ft.tul.cz/2021/3/VaT\\_2021\\_3\\_8.pdf](http://vat.ft.tul.cz/2021/3/VaT_2021_3_8.pdf)

6. Nwakanma C. I. et al. *Explainable AI in Manufacturing and Industrial Cyber-Physical Systems: A Survey*. *Electronics*, Vol. 13, No. 17, 2024. — C. 3497. URL:

<https://doi.org/10.3390/electronics13173497>

7. Pilario K. E. S. et al. *XAI for Industrial Fault Diagnosis Using SHAP on Adversarial Autoencoder*. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 19, 2023 URL:

<https://doi.org/10.1109/TII.2023.3240601>

8. Christopher J. D. *2024 State of ICS/OT Cybersecurity Survey*. SANS Institute, 2024 URL:

<https://www.sans.org/press/announcements/2024-ics-ot-cybersecurity-survey-reveals-significant-progress>

9. Oks S. J. et al. *Cyber-Physical Systems in the Context of Industry 4.0: A Review, Categorization and Outlook*. *Information Systems Frontiers*, Vol. 26, 2024. — C. 1731–1772. URL:

<https://doi.org/10.1007/s10796-022-10252-x>

## 11 ИНТЕФЕТ-ПЕЦУПЧИ

1. <https://msnp.knutd.edu.ua/login/index.php>

2. <https://www.scopus.com/home.uri>

3. <https://scholar.google.com/>