НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____Богдан КОРОБКО
«28» 03 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПЕРСПЕКТИВИ ТА РОЗВИТОК СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»
(назва навчальної дисципліни)

Підготовки — Доктор філософії
(назва ступеня вищої освіти)

Освітньої програми — Комп'ютерні науки
(назва освітньої програми)

Спеціальності — 122 Комп'ютерні науки
(код і назва спеціальності)

Полтава
2026 рік

2

Робоча програма навчальної дисципліни **«Перспективи та розвиток сервіс-орієнтованих обчислень»** для здобувачів вищої освіти спеціальності **122 Комп'ютерні науки**, третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Розробники: Янко А.С., доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем, к.т.н., доцент.

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ Олена ДВІРНА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Протокол від «26» серпня 2026 року № 1

Завідувач кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем _____ Олена ДВІРНА

«26» серпня 2026 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту інформаційних технологій і робототехніки

Протокол від «27» серпня 2026 року № 1

Голова навчально-методичної комісії навчально-наукового інституту інформаційних технологій і робототехніки _____ Олександр ШЕФЕР

«27» серпня 2026 року

© Янко А.С., 2026 рік
© Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2026 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="3">Найменування показників</td><td rowspan="3">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="2">форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td>денна</td><td>заочна</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="2">Галузь знань
12 Інформаційні технології</td><td colspan="2" rowspan="2">обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 120</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Модулів – 1</td><td rowspan="6">Спеціальність
122 Комп’ютерні науки</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-й</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Змістових модулів – 2</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td colspan="2">2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td>8 год</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Індивідуальне завдання – не передбачено</td><td rowspan="9">Ступінь вищої освіти

третій (освітньо-науковий)</td><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>20 год</td><td>6 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td>106</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Вид контролю: екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобуття освіти – 40/80
для заочної форми здобуття освіти – 14/106

2. Мета навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни «Перспективи та розвиток сервіс-орієнтованих обчислень» полягає у поглибленні та систематизації в здобувачів вищої освіти концептуальних теоретичних знань і практичних компетентностей щодо принципів, моделей і технологій сервіс-орієнтованої архітектури (SOC), а також у розвитку їхньої здатності здійснювати критичний аналіз та системне оцінювання сучасних і перспективних хмарних рішень у контексті проведення власних дисертаційних досліджень.

Мета досягається через системне дослідження та практичне переосмислення еволюції парадигм розподілених обчислень (від SOA та мікросервісів до Serverless-архітектур), глибокий аналіз сучасних протоколів і методів комунікації (REST, gRPC, EDA), а також через розробку та апробацію практичних рішень із проєктування композитних сервісів, управління розподіленими транзакціями й оркестрації Cloud-Native систем у хмарному середовищі.

Завдання дисципліни «Перспективи та розвиток сервіс-орієнтованих обчислень» полягають у формуванні в здобувачів вищої освіти розуміння архітектурних патернів побудови відмовостійких і масштабованих систем (API Gateway, Event Sourcing, Service Mesh), вивченні інструментів розгортання та забезпечення якості обслуговування (QoS) у хмарному середовищі, дослідженні перспективних напрямків розвитку SOC (Zero Trust Architecture, AI as a Service, Edge/IoT Computing), а також у розвитку навичок застосування засад сервіс-орієнтованих обчислень для вирішення складних науково-прикладних задач, а також спрямовані на формування та поглиблення у здобувачів вищої освіти **загальних та спеціальних (фахових) компетентностей**:

ІК. Здатність продукувати нові ідеї, розв’язувати комплексні проблеми у сфері комп’ютерних наук, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

СК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проєкти у галузі комп'ютерних наук та дотичних до неї міждисциплінарних проєктах, демонструвати лідерство під час реалізації.

СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна базується на попередньо вивчених дисциплінах другого (магістерського) рівня вищої освіти.

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення обов’язкової дисципліни здобувачів вищої освіти повинні сформувати такі програмні результати навчання (знання й уміння):

РН01. 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 напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН08. Визначати актуальні наукові та практичні проблеми у сфері комп’ютерних наук, глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та викладацькій практиці.

РН10. Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума Балів	Значення ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	**A**	**Відмінно**	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних завдань підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	**Високий**, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	**B**	**Добре**	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних завдань, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	**Достатній**, що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	**C**	**Добре**	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	**Достатній**, конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 – 73	**D**	**Задовільно**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних	**Середній**, що забезпечує достатньо надійний рівень

			завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядались з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	**E**	**Достатньо**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень і володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	**Середній,** що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 – 59	**FX**	**Незадовільно** з можливістю повторного складання екзамену	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є неправильними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	**Низький**, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	**F**	**Незадовільно** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену.	**Незадовільний**, здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: усне опитування, виконання практичних завдань, виконання завдань для самостійної роботи, модульний контроль, підсумковий контроль - ***екзамен***.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.
Концептуальний фундамент SOC, архітектурні патерни та хмарна інфраструктура розгортання

Тема 1. Методологічні засади та еволюція сервіс-орієнтованих обчислень (SOC).

Забезпечення масштабованості, автоматичної композиції та гарантування якості обслуговування (QoS) у розподілених системах. Еволюція парадигм обчислень: монолітні архітектури, системи з тісним зв'язуванням, сервіс-орієнтований підхід. Принципи SOA: Loose Coupling, Service Contract, Reusability, Autonomy; корпоративна шина даних (ESB). Комунікаційні протоколи: SOAP (WSDL, XML, WS-* стандарти), REST (HTTP, JSON, statelessness), gRPC (Protocol Buffers, HTTP/2, потокова передача).

Практичне заняття №1.

Практичне заняття №2.

Тема 2. Мікросервісна архітектура, декомпозиція та децентралізоване управління даними.

Декомпозиція складних систем на незалежні мікросервіси. Моделювання предметної області на основі Domain-Driven Design (DDD) та Bounded Context. Принципи побудови автономних сервісів: Statelessness та Idempotency операцій. Визначення гранулярності сервісів (Service Granularity). Патерни міжсервісної взаємодії: API Gateway, Service Discovery. Децентралізоване управління даними: Shared Database проти Database per Service. Асинхронна комунікація.

Практичне заняття №3.

Тема 3. Контейнеризація (Docker) та динамічна оркестрація (Kubernetes) у Cloud-Native середовищах.

Обмеження застосування віртуальних машин у динамічних розподілених системах. Контейнеризація: ізоляція, відтворюваність (Reproducibility), управління томами (Volumes), мережева взаємодія у Docker. Динамічна оркестрація в Kubernetes (K8s): Pods, Deployments, Services. Управління конфігураціями та секретами (ConfigMaps, Secrets). Патерни стійкості: Circuit Breaker, Bulkhead. Передумови переходу до сітки сервісів (Service Mesh).

Практичне заняття №4.

Тема 4. Архітектура та інфраструктурні функції Service Mesh.

Обмеження L4-оркестрації та L7-комунікації в розподілених мережах. Обмеження застосування вбудованих клієнтських бібліотек («Товстий Клієнт»). Архітектура Service Mesh: Data Plane (Sidecar Pattern, Envoy/Linkerd-proxy, IPtables) та Control Plane (xDS, K8s API, mTLS). Управління трафіком (Canary, Shadow Deployments, Traffic Shaping), реалізація принципів Zero Trust, збір телеметрії.

Практичне заняття №5.

Змістовий модуль 2. Якість обслуговування (QoS), консистентність, Serverless, Edge-обчислення та наукові горизонти SOC

Тема 5. Забезпечення якості обслуговування (QoS), надійності (SRE) та спостережливості (Observability).

Оцінка якості функціонування та операційної досконалості розподілених систем. Метрики QoS: доступність, затримка (P99/P99.9 latency), пропускна здатність. Принципи Site Reliability Engineering (SRE): SLI, SLO, SLA, бюджети помилок (Error Budgets). Концепція Observability: кореляція логів, метрик та розподіленого трасування (Logs, Metrics, Traces).

Практичне заняття №6.

Тема 6. Консистентність даних у децентралізованих архітектурах та адаптивна безпека.

Забезпечення ACID-властивостей у мікросервісних середовищах. CAP-теорема, BASE-модель. Обмеження двофазної фіксації (2PC). Патерни розподілених транзакцій: Saga

(оркестраційна та хореографічна моделі, компенсаційні транзакції), Try-Confirm-Cancel (TCC). Формальна верифікація компенсаційних процесів. Протоколи доступу: OAuth 2.0, OpenID Connect (OIDC). Концепція Zero Trust Architecture (ZTA).

Практичне заняття №7.

Тема 7. Безсерверні обчислення (Serverless/FaaS) та інтеграція штучного інтелекту як сервісу (AIaS).

Перехід від CaaS до Functions-as-a-Service (FaaS). Подійно-орієнтована модель Serverless, Scaling to Zero, модель оплати Pay-per-Use. Виклики FaaS: Cold Start, стратегії мінімізації, State Management. Концепція AI as a Service (AIaS) та MLOps: життєвий цикл ML-моделей, виправлення зсуву даних (Model Drift). Інтерпретовність AI-сервісів (Explainable AI: LIME, SHAP).

Практичне заняття №8.

Тема 8. Розширення SOC на Edge/IoT та інтеграція архітектурного континууму.

Обмеження централізованих хмарних обчислень: латентність, пропускна здатність, конфіденційність даних. Edge/IoT Computing та мікро-компоненти SOC (Nano-Gateways, K3s, KubeEdge). Подолання гетерогенності апаратного забезпечення й мережевих протоколів (MQTT, CoAP). Гібридний континуум Edge-Cloud: Service Placement Decisions, подійні комунікації, FaaS on Edge. Забезпечення приватності (Federated Learning), самоадаптивні архітектури.

Практичне заняття №9.

Тема 9. Системний синтез архітектурного континууму та наукові горизонти SOC.

Інтеграція SOC-компонентів (K8s, Service Mesh, API Gateway/BFF, EDA, Serverless, Edge). Аналіз наукових прогалин (Knowledge Gaps): оптимізація Serverless, MLOps у гетерогенних середовищах, нові моделі консистентності даних. Напрямки PhD-досліджень: адаптивне управління ресурсами, формальна верифікація розподілених процесів, AI-Driven Zero Trust.

Практичне заняття №10.

8. Структура навчальної дисципліни

а) денної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1. Концептуальний фундамент SOC, архітектурні патерни та хмарна інфраструктура розгортання						
Тема 1. Методологічні засади та еволюція сервіс-орієнтованих обчислень (SOC).	13	4	4	-	-	5
Тема 2. Мікросервісна архітектура, декомпозиція та децентралізоване управління даними.	9	2	2	-	-	5
Тема 3. Контейнеризація (Docker) та динамічна оркестрація (Kubernetes) у Cloud-Native середовищах.	14	2	2	-	-	10
Тема 4. Архітектура та інфраструктурні функції Service Mesh.	14	2	2	-	-	10
Разом за змістовим модулем 1	**50**	**10**	**10**	**-**	**-**	**30**
Змістовий модуль 2. Якість обслуговування (QoS), консистентність, Serverless, Edge-обчислення та наукові горизонти SOC						
Тема 5. Забезпечення якості обслуговування (QoS), надійності (SRE) та спостережливості (Observability).	14	2	2	-	-	10

Тема 6. Консистентність даних у децентралізованих архітектурах та адаптивна безпека.	14	2	2	-	-	10
Тема 7. Безсерверні обчислення (Serverless/FaaS) та інтеграція штучного інтелекту як сервісу (AIaS).	14	2	2	-	-	10
Тема 8. Розширення SOC на Edge/IoT та інтеграція архітектурного континууму.	14	2	2	-		10
Тема 9. Системний синтез архітектурного континууму та наукові горизонти SOC.	14	2	2	-		10
Разом за змістовим модулем 2	**70**	**10**	**10**	-	-	**50**
Усього годин	**120**	**20**	**20**	-	-	**80**

8.1. Структура навчальної дисципліни

б) заочної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1. Концептуальний фундамент SOC, архітектурні патерни та хмарна інфраструктура розгортання						
Тема 1. Методологічні засади та еволюція сервіс-орієнтованих обчислень (SOC).	10			-	-	10
Тема 2. Мікросервісна архітектура, декомпозиція та децентралізоване управління даними.	12	2		-	-	10
Тема 3. Контейнеризація (Docker) та динамічна оркестрація (Kubernetes) у Cloud-Native середовищах.	12			-	-	12
Тема 4. Архітектура та інфраструктурні функції Service Mesh.	26	2	2	-	-	22
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**4**	**2**	-	-	**54**
Змістовий модуль 2. Якість обслуговування (QoS), консистентність, Serverless, Edge-обчислення та наукові горизонти SOC						
Тема 5. Забезпечення якості обслуговування (QoS), надійності (SRE) та спостережливості (Observability).	10			-	-	10
Тема 6. Консистентність даних у децентралізованих архітектурах та адаптивна безпека.	12	2		-	-	10
Тема 7. Безсерверні обчислення (Serverless/FaaS) та інтеграція штучного інтелекту як сервісу (AIaS).	10			-	-	10
Тема 8. Розширення SOC на Edge/IoT та інтеграція архітектурного континууму.	12		2	-		10
Тема 9. Системний синтез архітектурного континууму та наукові горизонти SOC.	16	2	2	-		12
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**4**	**4**	-	-	**52**
Усього годин	**120**	**8**	**6**	-	-	**106**

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачені	0

10. Перелік питань для практичних занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
1	**Практичне заняття 1. Моделювання та сервісні контракти (OpenAPI/Swagger vs WSDL).** Аналіз монолітної системи e-Commerce та її декомпозиція на Order-Service і Customer-Service (оцінка Cohesion та Coupling).Проєктування сервісних контрактів у форматі OpenAPI/Swagger (YAML/JSON-схеми, визначення REST-етапів). Імплементація міжсервісного виклику та тестування стійкості до порушень сервісного контракту (версіонування API). Порівняльний аналіз REST (OpenAPI) та SOAP (WSDL) у контексті легкості впровадження, гнучності та стандартизації.	2	-
2	**Практичне заняття 2. Розробка Подійно-орієнтованих систем (EDA) та асинхронних протоколів.** Проєктування архітектури подій, топіків та схем даних (Avro/Protobuf) для асинхронного міжсервісного обміну. Налаштування брокера повідомлень (Apache Kafka / RabbitMQ), конфігурування Producer/Consumer groups та партиціонування. Імплементація патернів Event Sourcing та CQRS (Command Query Responsibility Segregation) для відокремлення операцій читання/запису. Тестування гарантій доставки повідомлень (At-least-once, Exactly-once) при імітації мережевих розривів.	2	-
3	**Практичне заняття 3. Архітектурні патерни Service Discovery та API Gateway.** Розробка екосистеми слабо зв'язаних мікросервісів (Product-Service та Inventory-Service) у контейнерах Docker. Імплементація механізму Client-Side Discovery та створення динамічного/статичного реєстру сервісів (Service Registry). Побудова єдиної точки входу (API Gateway) для агрегації та композиції даних із декількох джерел. Аналіз обмежень P2P-комунікації та дослідницькі перспективи застосування ШІ для динамічного балансування навантаження.	2	-
4	**Практичне заняття 4. Оркестрація Cloud-Native систем у Kubernetes та патерни стійкості.** Створення декларативних маніфестів Kubernetes (Pods, Deployments, Services) для розгортання сервісної системи. Управління конфігураціями та секретами за допомогою об'єктів ConfigMaps та Secrets. Практична реалізація та налаштування патернів стійкості Circuit Breaker та Bulkhead у контейнеризованому середовищі. Аналіз поведінки системи при каскадних збоях та тестування механізмів самовідновлення (Self-healing).	2	-
5	**Практичне заняття 5. Конфігурування Service Mesh (Istio/Linkerd) та управління L7-трафіком.** Розгортання Control Plane (Istio/Linkerd) у кластері Kubernetes та налаштування автоматичної ін'єкції Sidecar-проксі (Envoy). Налаштування прозорого перехоплення трафіку (IPtables) та взаєм-	2	2

	ної автентифікації mTLS між сервісами. Декларативне управління маршрутизацією L7-трафіку: реалізація стратегій Canary Deployment та Traffic Mirroring (Shadowing). Оцінка інфраструктурних витрат (Overhead) та затримок (Latency), внесених Sidecar-проксі.		
6	**Практичне заняття 6. Інструментування розподіленого трасування та побудова системи Observability.** Інтеграція агентів збору метрик (Prometheus) та налаштування дашбордів моніторингу в Grafana. Інструментування коду мікросервісів для передачі контексту трасування (Trace ID, Span ID) за допомогою OpenTelemetry. Налаштування централізованого збору та кореляції логів, метрик і трейсів у середовищі Jaeger/Zipkin. Практичний аналіз P99/P99.9 латентності та локалізація вузьких місць («вузьких горловин») у складному ланцюжку міжсервісних викликів.	2	-
7	**Практичне заняття 7. Реалізація патерну Saga, компенсуючих транзакцій та Zero Trust.** Обґрунтування вибору моделі Saga (Хореографія vs Оркестрація) для розподіленої обробки замовлень.Налаштування асинхронного транспорту (RabbitMQ/Kafka/Redis Streams) та контейнеризація мікросервісів (Order, Inventory, Payment). Програмування успішного сценарію розподіленої транзакції (Success Path) на основі обробки подій/команд. Моделювання збоїв у Payment Service та розробка компенсуючих транзакцій для забезпечення Eventual Consistency. Проєктування та верифікація токенів доступу (JWT) і протоколів OAuth 2.0 / OIDC. Налаштування політик мікросегментації та реалізація принципів Zero Trust Architecture (ZTA).	2	-
8	**Практичне заняття 8. Розгортання Serverless-функцій (FaaS) та інтеграція моделей AIaS (MLOps).** Розгортання локальної безсерверної платформи (OpenFaaS / Knative) у середовищі Kubernetes. Розробка та деплой FaaS-функцій із вимірюванням затримок «холодного старту» (Cold Start) та оцінкою стратегій їх мінімізації. Контейнеризація та розгортання ML-моделі у формі REST/gRPC мікросервісу (AI as a Service) за допомогою TorchServe/Triton. Практичний аналіз метрик MLOps, виправлення зсуву даних (Model Drift) та інструментів інтерпретованості (Explainable AI: SHAP/LIME).	2	-
9	**Практичне заняття 9. Інтеграція Edge-вузлів (K3s/KubeEdge) та гібридного континууму.** Налаштування полегшеного оркестратора K3s/KubeEdge для винесення обчислювальних сервісів на Edge-вузли. Подолання гетерогенності протоколів (MQTT, CoAP) та розгортання Nano-Gateways. Реалізація сценарію обробки даних на межі мережі (Edge) з подальшою синхронізацією результатів із Cloud-центричною системою. Оцінка рішень щодо розміщення сервісів (Service Placement Decisions), латентності та забезпечення приватності (Federated Learning).	2	2
10	**Практичне заняття 10. Системна інтеграція архітектурного континууму та верифікація PhD-проекту.** Комплексна інтеграція всіх компонентів екосистеми (K8s + Service Mesh + API Gateway + EDA + Serverless/Edge). Практичний аналіз існуючих наукових прогалин (Knowledge Gaps) на	2	2

	стику архітектурних рішень. Застосування методів формальної верифікації для перевірки сумісності контрактів та коректності розподілених процесів. Оформлення, апробація та захист підсумкового розрахунково-аналітичного дисертаційного проєкту з дисципліни.		
	Разом	**20**	**6**

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
	Лабораторні заняття не передбачені	0

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи здобувачів вищої освіти є: систематизація, поглиблення та наукова інтерпретація теоретичних знань із розвитку сервіс-орієнтованих обчислень (SOC), хмарних інфраструктур, мікросервісних архітектур та Edge-технологій; формування навичок критичного аналізу сучасного архітектурного ландшафту, виявлення наукових прогалин (Knowledge Gaps) у міжнародних публікаціях та наукометричних базах даних (Scopus, Web of Science); опанування інструментарію контейнеризації, оркестрації, сіток сервісів (Service Mesh) та безсерверних обчислень (FaaS); розробка та формальна верифікація патернів розподілених транзакцій (Saga), моделей Zero Trust та MLOps; а також підготовка розрахунково-аналітичного дисертаційного проєкту, наукових публікацій і презентацій результатів власних досліджень із використанням сучасного Cloud-Native інструментарію.

Види самостійної роботи здобувача вищої освіти:

– опрацювання лекційного матеріалу;

– опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;

– опрацювання матеріалу практичних робіт;

– підготовка до виконання модульної контрольної роботи;

– відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);

– підготовка до складання екзамену за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
1	**Тема 1. Методологічні засади та еволюція сервіс-орієнтованих обчислень (SOC).** Формалізація критеріїв сумісності сервісних контрактів (WSDL/OpenAPI) у розподілених гетерогенних середовищах. Дослідження еволюції корпоративних шин даних (ESB) та їх трансформація у lightweight-маршрутизатори. Аналіз моделей надійності комунікаційних протоколів (SOAP, REST, gRPC) за критеріями затримки (latency) та обсягу надлишкових даних (overhead).	5	10
2	**Тема 2. Мікросервісна архітектура, декомпозиція та децентралізоване управління даними.** Методологія формалізації Bounded Context при декомпозиції монолітних систем за допомогою підходів Domain-Driven Design (DDD). Аналіз антипатернів декомпозиції («Nano-services», «Distributed Monolith»). Математичні та алгоритмічні моделі забезпечення узгодженості децентралізованих баз даних у патерні Database per Service.	5	10

3	**Тема 3. Контейнеризація (Docker) та динамічна оркестрація (Kubernetes) у Cloud-Native середовищах.** Аналіз ізоляції ресурсів на рівні ядра Linux (cgroups, namespaces) та її вплив на продуктивність обчислень. Дослідження алгоритмів декларативного розгортання, планирування (scheduling) та самовідновлення (self-healing) Pods у Kubernetes. Моделювання поведінки патернів стійкості Circuit Breaker та Bulkhead при каскадних відмовах у високонавантажених кластерах.	10	12
4	**Тема 4. Архітектура та інфраструктурні функції Service Mesh.** Порівняльний аналіз механізмів перехоплення трафіку (IPtables vs eBPF) у проксі-контейнерах Data Plane. Оптимізація продуктивності Control Plane (xDS API) при масштабуванні кількості вузлів кластера. Формалізація моделей автоматичного управління ротацією mTLS-сертифікатів у концепції Zero Trust на рівні інфраструктури.	10	22
5	**Тема 5. Забезпечення якості обслуговування (QoS), надійності (SRE) та спостережливості (Observability).** Математичне моделювання та розрахунок бюджетів помилок (Error Budgets) на основі метричних показників SLI/SLO. Алгоритми кореляції логів, метрик та розподілених трейсів (OpenTelemetry) для автоматизованого виявлення аномалій. Моделювання затримок у хвостових розподілах (P99/P99.9 Latency) у високонавантажених розподілених системах.	10	10
6	**Тема 6. Консистентність даних у децентралізованих архітектурах та адаптивна безпека.** Формальна верифікація компенсаційних транзакцій у патерні Saga для запобігання втратам консистентності в умовах Eventual Consistency. Порівняльний аналіз механізмів координації транзакцій: Saga (Choreography/Orchestration) проти TCC (Try-Confirm-Cancel). Моделі криптографічного захисту та протоколи доступу (OAuth 2.0, OpenID Connect, JWT) у мікросервісних інфраструктурах.	10	10
7	**Тема 7. Безсерверні обчислення (Serverless/FaaS) та інтеграція штучного інтелекту як сервісу (AIaS).** Аналіз процесів ініціалізації середовища виконання та розробка методів мінімізації затримок «холодного старту» (Cold Start) у FaaS-платформах. Концепція MLOps: автоматизація пайплайнів CI/CD для моделей машинного навчання та моніторинг зсуву даних (Model Drift). Інструментарій Explainable AI (SHAP, LIME) для забезпечення інтерпретованості результатів AIaS-сервісів.	10	10
8	**Тема 8. Розширення SOC на Edge/IoT та інтеграція архітектурного континууму.** Моделювання критеріїв прийняття рішень щодо розміщення сервісів (Service Placement Decisions) у гібридному середовищі Edge-Cloud. Управління апаратною та протокольною гетерогенністю (MQTT, CoAP) за допомогою полегшених оркестраторів (K3s, KubeEdge). Застосування концепції федеративного навчання (Federated Learning) для обробки даних на межі мережі з дотриманням вимог приватності.	10	10
9	**Тема 9. Системний синтез архітектурного континууму та наукові горизонти SOC.** Аналіз та систематизація існуючих наукових прогалин (Knowledge Gaps) у галузі сервіс-орієнтованих обчислень. Застосування формальних методів для	10	12

	верифікації та доведення коректності складних композитних сервісів. Сформулювання та обґрунтування наукових гіпотез у межах дисертаційного проєкту з дисципліни.		
	Разом	**80**	**106**

13. Індивідуальне завдання

Індивідуальне завдання не передбачено планом.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні (вербальні), наочно-ілюстративні та практично-дослідницькі методи навчання.

Словесні та наочні методи застосовуються під час проведення лекційних занять, а також індивідуальних і групових консультацій. Практичні та дослідницькі методи реалізуються під час проведення практичних занять та при виконанні здобувачами вищої освіти самостійної роботи.

Під час проведення лекцій застосовуються такі інтерактивні та словесні методи, як проблемна лекція, лекція-візуалізація, наукове пояснення та дискусійне обговорення.

До наочних методів належать: мультимедійні презентації, демонстрація архітектурних схем, графічних моделей, коду та інфраструктурних маніфестів.

Для формування загальних компетентностей (soft skills) та науково-дослідницьких навичок застосовуються: робота в малих групах, аналіз ситуаційних вправ (кейс-метод / case study), архітектурні дискусії та командна розробка проєктних рішень.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час лекційних занять, практичних занять, оцінювання виконання здобувачами вищої освіти самостійної роботи або в ході індивідуальних співбесід зі здобувачами вищої освіти під час консультацій. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається викладачем, що проводить заняття. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань здобувачів вищої освіти залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння здобувачем вищої освіти певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі написання контрольної роботи).

Підсумковий контроль здійснюється у формі ***екзамену***.

16. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

а) денної форми здобуття освіти

Види ро-біт/контролю	Перелік тем									
	Тема 1		**Тема 2**	**Тема 3**	**Тема 4**	**Тема 5**	**Тема 6**	**Тема 7**	**Тема 8**	**Тема 9**
	Практичне заняття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Опитування	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання практичних завдань	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Виконання завдань самостійної роботи	2		2	2	2	2	2	2	2	2
Модульна контрольна робота					1					1

Всього за темами	8	5	5	6	5	5	5	5	6
Екзамен	***50***								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***								

б) заочної форми здобуття освіти

Види робіт/контролю	Перелік тем								
	Тема 1	**Тема 2**	**Тема 3**	**Тема 4**	**Тема 5**	**Тема 6**	**Тема 7**	**Тема 8**	**Тема 9**
	Практичне заняття								
				1				2	3
Опитування				5				5	5
Виконання практичних завдань				5				5	5
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Модульна контрольна робота				1					1
Всього за темами	2	2	2	13	2	2	2	12	13
Екзамен	***50***								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***								

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

денної форми здобуття освіти

Бали для денної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
1	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Здобувач вищої освіти вільно володіє науково-понятійним апаратом.
0,5	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування заочної форми здобуття освіти

Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
5	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Здобувач вищої освіти вільно володіє науково-понятійним апаратом.
4	Відповідь правильна по суті, але недостатньо розгорнута, або допущено 1–2 дрібні неточності у формулюваннях. На додаткові запитання студент відповідає правильно, але з невеликими паузами.
3	Студент знає лише базовий матеріал (орієнтується у визначеннях), але відповідь фрагментарна. Потребує значної кількості навідних запитань викладача.
2	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
1	Повна відмова від відповіді, повне незнання матеріалу або тривале мовчання.

Шкала та критерії оцінювання виконання модульної контрольної роботи (денної/заочної форми здобуття освіти)

Бали для денної/заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
1	Відповідь надана у письмовій формі, повна (не менше 90% потрібної інформації) та правильна.
0,8	Відповідь надана у письмовій формі, достатньо повна (не менше 75% потрібної інформації) або повна з незначними неточностями.
0,4-0,6	Відповідь надана у письмовій формі, неповна (не менше 60% потрібної інформації) з несуттєвими помилками
0-0,2	Відповідь відсутня / надана у письмовій формі, коротка (менше 10% потрібної інформації) із суттєвими помилками

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань (денної форми)

Бали для денної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань (заочної форми)

Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
5	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чи-

	ном оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
4	Практична робота виконана в повному обсязі. Є 1–2 некритичні помилки або незначні огріхи в оформленні звіту. Аспірант розуміє суть роботи, але при захисті може плутатися в деталях.
3	Практична робота виконана, але з суттєвими помилками або не до кінця (виконано мінімум 60% завдань). Оформлення звітів має недоліки. На захисті студент відповідає невпевнено.
2	Робота має грубі помилки, або виконано менше ніж 60% завдань. Студент не може пояснити хід виконання роботи та базову теорію. Робота відправляється на доопрацювання.
1	Робота не виконана, звіт не представлений, або виявлено повний плагіат (копіювання чужої роботи) без найменшого розуміння матеріалу.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	2	Відповідь надана у письмовій формі, повна (не менше 90% потрібної інформації) та правильна.
1,5	1,5	Відповідь надана у письмовій формі, достатньо повна (не менше 75% потрібної інформації) або повна з незначними неточностями.
0,5-1	0,5-1	Відповідь надана у письмовій формі, неповна (не менше 60% потрібної інформації) з несуттєвими помилками
0-0,5	0-0,5	Відповідь відсутня / надана у письмовій формі, коротка (менше 10% потрібної інформації) із суттєвими помилками

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1 Питання. (макс. по 30 балів)	20-30	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	10-20	Питання розкрите, матеріал викладено у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	5-10	Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	0-5	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
2. Практичне завдання	15-20	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	10-15	Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено у логічній послідовності, відповідь достатньо об-

		ґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	5-10	Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	0-5	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни

Сума балів	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A – відмінно	Відмінно
82 – 89	B – дуже добре	Добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	Задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	Незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них: при підсумковому контролі у вигляді екзамену до 50 балів здобувач вищої освіти може отримати впродовж семестру, решта 50 балів припадає на екзамен.

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

– робота на аудиторних заняттях (виконання завдань на практичних роботах) і самостійна робота (відповіді на лекціях, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять,– до 50 балів.

Присутність на лекціях та практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності здобувача вищої освіти на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Здобувач вищої освіти, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль. Підсумковим контролем є екзамен. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. Янко А.С. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Перспективи та розвиток сервіс-орієнтованих обчислень» для здобувачів усіх спеціальностей третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти. Полтава. Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». – Полтава, 2026. – 27 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Щербаков О. В., Парфьонов Ю. Е., Федорченко В. М. Основи об'єктно-орієнтованого програмування : навч. посіб. [електронне видання]. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. 237 с. URL: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi70/0051149.pdf

2. Service-Oriented Computing : 17th International Conference (ICSOC 2019, Toulouse, France, October 28–31, 2019) : Proceedings / ed. by S. Yangui, I. B. Rodriguez, K. Drira, Z. Tari. Cham : Springer, 2019. XIX, 583 p. (Lecture Notes in Computer Science ; vol. 11895). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33702-5

3. Horsdal Christian. Microservices in .NET : Building applications with ASP.NET Core. 2nd ed. Shelter Island : Manning Publications, 2022. 384 p.

4. Жаріков Е. В. Хмарні обчислення : навч. посіб. [електронне видання]. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 200 с. URL: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi86/0066212.pdf

5. Онищенко С. В., Вергал К. Ю., Глушко А. Д., Янко А. С. Кібербезпека та захист інформації: досвід ЄС для України : електрон. навч. посіб. Полтава : НУПП, 2025. 185 с. URL: https://eeisips-eplus.nupp.edu.ua/materiali-proektu.html

6. Bayer T., Polley T. The API Gateway Handbook : The API Handbook. 2nd ed. Bonn : predic8 GmbH, 2026. 330 p. URL: https://www.membrane-api.io/ebook/API-Gateway-Handbook-v2.0.0.pdf

7. Мікросервісна архітектура: переваги та недоліки її практичного застосування / В. Киселевич, О. Усата, Я. Сікора, Д. Вербівський, Д. Іванов. Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. 2024. № 2. С. 50–59. DOI: https://doi.org/10.32782/IT/2024-2-7

8. Krasnobayev V., Yanko A., Hlushko A., Myziura M. Implementation of Cryptographic Transformations Based on the Residue Number System to Enhance Digital Security. *Системи контролю інформації та інтелектуальні технології. Досягнення та застосування* : монографія / під ред. В. Вичужаніна. Львів – Торунь : Liha-Pres, 2025. С. 7–25. DOI: https://doi.org/10.36059/978-966-397-538-2-1

9. Social and Economic Security: Threats and Strengthening Targets : monograph / S. Onyshchenko, O. Maslii, A. Hlushko, A. Yanko, A. Cherviak. Warszawa : E-Science Space, 2023. 203 p. DOI: https://doi.org/10.54658/ESS.monograph.2023.pp.1-203

Допоміжна

1. Zhyvylo Y., Yanko A., Kuchma Y., Fesenko T. Self-Regulating Security Operations Center Based on Federated Learning with Post-Quantum Secure Aggregation Mechanisms. *Advanced Information Systems*. 2026. Vol. 10, No. 4. P. 116–125. DOI: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2026.4.11

2. Zhyvylo Ye., Yanko A., Kuchma Yu., Fesenko T., Kalashnikova Yu. Post-Quantum Multi-Factor Authentication in Multi-Domain Identity Federations with Adaptive Security Policy Management. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2026. № 4. С. 146–155. DOI: https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-4/146

3. Живило Є., Янко А., Рубін Е., Магалецька В. Адаптивна модель оцінювання довіри для міждоменних систем безпеки на основі архітектури Zero Trust. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2026. Вип. 1. С. 52–66. DOI: https://doi.org/10.32782/2078-0877-2026-26-1-7

4. Fesenko T., Yanko A., Magaletska V., Plakhtii M. Methods for Ensuring Quantum-Adaptive Security of Hybrid Cryptographic Protocols in Next-Generation Networks. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація*. 2026. Вип. 4(6(38)). С. 81–91. DOI: https://doi.org/10.32782/2786-9024/v4i6(38).359309

5. Янко А. С., Падусенко Я. В. Розподілена інтелектуальна система семантичного моніторингу гетерогенних даних у месенджері telegram на основі векторних представлень. *Тав-*

рійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2026. № 3. С. 221–229. DOI: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.3.23

6. Янко А. С., Мизюра М. С. Модель персоналізації навчального процесу через інтеграцію LLM у вебзастосунок із динамічною генерацією пояснень. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2026. Т. 16, № 1. С. 255–263. DOI: https://doi.org/10.32782/2220-8674-2026-16-1-29

7. Laktionov O., Yanko A., Boriak B., Mykhailichenko O. Predicting Robotic Platform Missions Using a Kernel Activation Network with an Asymmetric Kernel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 5, No. 9 (137). P. 93–103. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.340833

8. Hlushko A., Laktionov O., Yanko A., Isaiev O. Models for Industry Differentiation in Decision-Making Systems with an Application to the Ukrainian Economy. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2025. № 3(115). P. 37–52. DOI: https://doi.org/10.32620/reks.2025.3.03

9. Yanko A., Krasnobayev V., Hlushko A., Goncharenko S. Neurocomputer Operating in the Residue Class System. *Advanced Information Systems*. 2025. Vol. 9, No. 2. P. 84–92. DOI: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2025.2.11

10. Onyshchenko S., Haitan O., Yanko A., Zdorenko Y., Rudenko O. Method for Detection of the Modified DDoS Cyber Attacks on a Web Resource of an Information and Telecommunication Network Based on the Use of Intelligent Systems. *Proceedings of the Modern Data Science Technologies Workshop (MoDaST 2024)*. Lviv, 2024. Vol. 3723. P. 219–235. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3723/paper12.pdf

11. Янко А., Прокудін А., Філь І., Крук О. Виявлення атак типу LDDoS за допомогою SDN мереж з елементами машинного навчання. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2024. № 4. С. 287–296. DOI: https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-36

12. Krasnobayev V., Yanko A., Hlushko A., Kruk O., Kruk O., Gakh V. Cyberspace Protection System Based on the Data Comparison Method. *Economic and Cyber Security* : monograph. Kharkiv : PC TECHNOLOGY CENTER, 2023. Chapter 1. P. 3–29. DOI: https://doi.org/10.15587/978-617-7319-98-5.CH1

19. Інтернет- ресурси

1. Сторінка навчальної дисципліни на платформі дистанційного навчання Moodle: https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=7270

2. Офіційна документація Cloud Native Computing Foundation (CNCF): https://www.cncf.io/

3. Офіційна документація системи оркестрації Kubernetes: https://kubernetes.io/docs/

4. Офіційний портал та документація сервісної сітки Istio (Service Mesh): https://istio.io/latest/docs/

5. Документація та специфікація брокера подій Apache Kafka: https://kafka.apache.org/documentation/

6. Офіційна специфікація та документація OpenAPI (Swagger): https://swagger.io/docs/

7. Законодавча та нормативно-правова база України у сфері інформаційних технологій, криптографічного захисту та кібербезпеки: Офіційний вебпортал парламенту України «Законодавство України»: https://zakon.rada.gov.ua

8. Спеціалізація «Architecting with Google Compute Engine» (Google Cloud / Coursera): https://www.coursera.org/specializations/gcp-architecture

9. Професійна програма «Cloud Native Foundations» (IBM / edX): https://www.edx.org/certificates/professional-certificate/ibm-cloud-native-foundations

10. Сертифікаційний курс «Certified Kubernetes Administrator (CKA)» (Linux Foundation Training): https://training.linuxfoundation.org/certification/certified-kubernetes-administrator-cka/

11. Сертифікаційний курс «Certified Kubernetes Application Developer (CKAD)» (Linux Foundation Training): https://training.linuxfoundation.org/certification/certified-kubernetes-application-developer-ckad/

12. Курс «Introduction to Kubernetes» (The Linux Foundation / edX): https://www.edx.org/learn/kubernetes/the-linux-foundation-introduction-to-kubernetes
13. Інтерактивний навчальний трек «Kubernetes and Cloud Native Architecture» (O'Reilly Learning Platform): https://www.oreilly.com/topics/kubernetes
14. Онлайн-курс «Основи DevOps та Cloud Computing» (Prometheus): https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+DEVOPS101+2023_T2