



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії
та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Ректор Міжнародного
гуманітарного університету
доц. професор

Костянтин ГРОМОВЕНКО

сергій 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

BIG DATA ТА ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Галузь знань	<u>01 «Освіта/Педагогіка»</u>
Спеціальність	<u>014.09 – «Середня освіта (Інформатика)»</u>
Назва освітньої програми	<u>«Інформатика та програмування»</u>
Рівень вищої освіти	<u>Другий (магістерський)</u>

Одеса – 2024 рік

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук
Протокол № 1 від 28 серпня 2024 року.

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
професор кафедри комп'ютерних наук, к.т.н., доц. Соловська Ірина Миколаївна	+380505980558	i.solovskaya@mgu.edu.ua

Завідувач кафедри комп'ютерних наук,
к.т.н., доцент

 Ірина СОЛОВСЬКА

Гарант освітньої програми
к.т.н., доцент

 Віктор ГОРБАЧОВ

Узгоджено
Начальник навчального відділу

 Лариса РАЙЧЕВА

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів – 6, загальна кількість годин – 180	Галузь – 01 «Освіта/Педагогіка» Спеціальність – 014.09 «Середня освіта (Інформатика)»	Денна форма	Заочна форма
		обов'язкова	
		Рік підготовки:	
		1	
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – другий (магістерський)	Семестр:	
		1	
		Лекційні заняття:	
		28	4
		Практичні заняття:	
		18	4
		Самостійна робота:	
		134	172
		Вид контролю:	
		екзамен	

Дисципліна «Big Data та хмарні технології» формує у здобувачів необхідний обсяг теоретичних і практичних знань про великі дані Big Data, методи та засоби їхнього аналізу та обробки, основних принципів управління великими даними. Вивчення дисципліни забезпечує володіння знаннями щодо хмарних технологій та технологій віртуалізації, гіпервізорів, систем управління, балансування трафіку хмарних ресурсів та забезпечення гарантованої якості обслуговування. Знання, отримані при вивченні дисципліни «Big Data та хмарні технології» дозволять здобувачам виконувати інтелектуальний аналіз та обробку великих даних, формувати віртуальні хмарні середовища та володіти навичками контейнерної віртуалізації, володінню інструментами конфігурування віртуальних хмарних ресурсів і способами оцінки ефективності хмарної інфраструктури.

Мета викладання дисципліни – формування знань та засвоєння базових понять в навчальному процесі закладу вищої освіти як інструментів підвищення ефективності підготовки фахівців та взаємодії зі здобувачами; удосконалення й набуття умінь та навичок впевненого, критичного та відповідального використання і обробки даних для освіти з використанням баз великих даних Big Data та їхньої обробки за допомогою хмарних технологій. Вивчення загальних принципів та методів застосування сучасної теорії великих даних Big Data за допомогою сучасних хмарних технологій та принципів віртуалізації в навчальному процесі.

Передумовами для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні навчальних дисциплін бакалаврської підготовки. Знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при паралельному вивченні таких дисциплін: «Машинне навчання», «Інформаційно-комунікаційні технології» та написанні кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність	
ІК	Здатність розв'язувати складні задачі або проблеми в галузі освіти, що передбачає здійснення інновацій та/або проведення педагогічних досліджень і характеризується невизначеністю умов.
Загальні компетентності	
ЗК1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
ЗК2	Здатність використовувати цифрові освітні ресурси, інформаційні та комунікаційні технології у професійній діяльності
ЗК5	Здатність генерувати нові ідеї (креативність) та приймати обґрунтовані рішення
Фахові компетентності	
ФК1	Здатність до поглиблення знань і розуміння предметної області та професійної діяльності
ФК2	Здатність використовувати інновації у професійній діяльності
Предметні компетентності	
ПК1	Здатність розуміти концептуальні засади освіти в галузі інформатики та методики її викладання у закладах освіти, тенденції розвитку інформатики й інформатизації суспільства, використовувати теоретичні знання і практичні вміння щодо формування у здобувачів освіти базових і предметних інформатичних компетентностей
ПК2	Здатність до поглиблення знань і розуміння предметної області та професійної діяльності
ПК4	Здатність розробляти діагностичний інструментарій та здійснювати діагностику, моніторинг і оцінювання якості набутих знань і сформованих вмінь з інформатики у здобувачів освіти
ПК7	Здатність розуміти інноваційні ІКТ-зорієнтовані педагогічні технології та використовувати їх в навчальному процесі
ПК8	Здатність проектувати електронні освітні ресурси, використовувати їх у навчальному процесі, здійснювати експертне оцінювання педагогічної спроможності електронних ресурсів, їх адаптацію до вимог і потреб педагогічного процесу
Фахові програмні результати навчання	
РН1	Демонструє вміння застосовувати знання з психології, педагогіки, фундаментальних і прикладних наук (Інформатики) у практичних ситуаціях здійснення освітньої діяльності, поглиблює знання з предметної області
РН2	Демонструє вміння використовувати цифрові освітні ресурси, інформаційні та комунікаційні технології для пошуку, обробки та обміну інформацією у професійній діяльності, презентації власних та спільних результатів, реалізації дистанційного та змішаного навчання тощо
РН4	Формулює наявні проблеми у сфері освітньої діяльності, демонструє навички їх критичного аналізу, генерує нові ідеї, аргументує можливі шляхи їх вирішення та критично оцінює їх спроможність
РН7	Визначає, аналізує та характеризує педагогічні інновації, демонструє вміння їх практичного застосування у професійній діяльності
Предметні програмні результати навчання	
ПРН1	Розуміє концептуальні засади освіти в галузі інформатики та методики її викладання у закладах освіти, тенденції розвитку інформатики й інформатизації суспільства
ПРН2	Демонструє теоретичні знання і практичні вміння щодо формування у здобувачів освіти базових і предметних інформатичних компетентностей
ПРН3	Проявляє здатність до пошуку додаткової інформації, її самостійного опрацювання з метою поглиблення знань предметної області

ПРН4	Розуміє і визначає специфіку викладання інформатики у профільній школі, демонструє вміння організації навчального процесу з інформатики у профільних класах
ПРН5	Володіє вміннями розв'язку задач шкільного курсу інформатики різних профілів і вибіркового модулю, вміє аналізувати та оцінювати ефективність їх розв'язку
ПРН6	Вміє розробляти діагностичний інструментарій та проводити діагностику, моніторинг і оцінювання якості набутих знань і сформованих умінь з інформатики у здобувачів освіти
ПРН7	Вміє розробляти і реалізовувати навчальні проєкти з інформатики та проєкти із залученням інформаційних технологій
ПРН8	Вміє розробляти інтегровані завдання та завдання прикладного характеру, використовувати у навчальному процесі

В результаті вивчення цієї навчальної дисципліни здобувач має набутися такі компетентності.

Знання:

- методи та засоби аналізу, агрегації та обробки великих даних Big Data різних видів;
- методи та засоби візуалізації великих даних Big Data;
- хмарні технології та сервіси, механізми управління хмарною інфраструктурою;
- алгоритми та методи прогнозування та балансування трафіку даних хмарної інфраструктури.

Вміння:

- використовувати засоби інтеграції великих даних, обирати та використовувати методи та алгоритми фільтрації, валідації та зберігання великих даних із застосуванням специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій;
- розробляти моделі та засоби інтелектуальної обробки даних;
- розгортати та використовувати хмарні технології різних видів для навчального процесу;
- використовувати широкий спектр засобів навчання організованих на базі Big Data та хмарних технологій в офлайн/онлайн режимі як для навчальних, так і для особистих цілей, формуючи відповідний набір навичок та умінь, розуміючи механізми та особливості функціонування середовища великих даних Big Data та хмарних технологій.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Технології Big Data

Методи і технології аналізу великих даних. Інфраструктура збереження і обробки великих об'ємів даних Hadoop. Методи класифікації, кластеризації й прогнозування. Метод опорних векторів. Методи найближчого сусіда KNN, WKNN. Байєсовська класифікація.

Сервіси AWS для роботи з BigData. Amazon EMR, Amazon Glue, Amazon StepFunctions, Amazon Textract, Amazon Lex, Amazon Polly, Amazon Rekognition.

Тема 2. Хмарні технології

Основні визначення ITU-T Rec. Y.3500-3501. Методи розгортання (приватна, публічна та гібридна). Класифікація хмарних систем IaaS, SaaS, PaaS. Порівняння та приклади реалізації

кожного виду хмарних систем в навчальному процесі. Системи управління хмарною інфраструктурою. Віртуалізація та види гіпервізорів. Конфіденційність та безпека хмарних технологій та сервісів на їх основі. Актуальні проблеми та перспективи хмарних технологій.

Тема 3. Віртуалізація

Передумови запровадження віртуалізації. Огляд технологій віртуалізації. Типи віртуалізації. Переваги та недоліки віртуалізації.

Віртуальні машини. Гіпервізор віртуальних машин (Xen, VirtualBox, KVM). Контейнерна віртуалізація (Namespaces и Control Groups). Docker-контейнеризація (Docker Workflow).

Контейнерна віртуалізація. Принципи функціонування та реалізації. Docker-контейнеризація. Приклади реалізації. Переваги та функціонування Docker-контейнеризації. Віртуалізація у службі хмарних обчислень Cloud Computing Service.

Тема 4. Алгоритми та методи прогнозування та балансування трафіку даних хмарної інфраструктури

Алгоритми та методи балансування навантаження в хмарному середовищі. Проблеми забезпечення продуктивності та часу затримки. Вплив властивостей самоподібності трафіку формуванні вимог до хмарних сховищ. Забезпечення характеристик якості обслуговування трафіку.

Балансування навантаження на мережевому, транспортному та прикладних рівнях. Статичне та динамічне балансування трафіку, який має ознаки самоподібності.

Алгоритми *Round Robin*, *Least Connections*, *Hash Scheduling* та *Source Hash Scheduling*, *Sticky Sessions*. Основні підходи щодо масштабування, розміщення та резервного копіювання.

Прогнозування характеристик трафіку (сплайн- та вейвлет-екстраполяція). Алгоритми та методи балансування трафіку даних хмарної інфраструктури. Проблеми забезпечення продуктивності та затримки.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Загалом	У тому числі			Загалом	У тому числі		
		Лекц.	Практ.	Сам.		Лекц.	Практ.	Сам.
Тема 1. Big Data	45	8	6	31	45	2	0	43
Тема 2. Хмарні технології	45	8	6	31	45	2	0	43
Тема 3. Віртуалізація	45	8	4	33	45	0	2	43
Тема 4. Прогнозування та балансування трафіку	45	4	2	39	45	0	2	43
Загалом	180	28	18	134	180	4	4	172
Підсумковий контроль – екзамен								

5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Big Data Концептуальні засади освіти в галузі інформатики. Основні тенденції розвитку інформаційних технологій, інформатики й інформатизації суспільства. Приклади використання технологій Big Data в навчальному процесі при викладанні інформатики. Методи класифікації й прогнозування великих даних. Використання технологій Big Data, організація навчального процесу з інформатики у профільних класах	6	0
Тема 2. Хмарні технології Хмарні системи IaaS, SaaS, PaaS Хмарні ресурси, інформаційні та комунікаційні технології для пошуку, обробки та обміну інформацією та реалізації дистанційного та змішаного навчання Використання хмарних технологій для діагностики, моніторингу і оцінювання якості набутих знань і сформованих умінь з інформатики у здобувачів освіти	6	0
Тема 3. Віртуалізація Віртуальні машини. Гіпервізор віртуальних машин (Xen, VirtualBox, KVM) Docker-контейнеризація (Docker Workflow). Використання принципів віртуалізації для організації навчального процесу з інформатики.	4	2
Тема 4. Прогнозування та балансування трафіку Алгоритми та методи балансування навантаження в хмарному середовищі Тенденції розвитку інформатики й інформатизації суспільства з огляду розширення використання технологій Big Data	2	2
Загалом	18	4

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Big Data Методи і техніка аналізу великих даних. Використання, збереження і обробка великих об'ємів даних Hadoop. Приклади використання технологій Big Data в навчальному процесі при викладанні інформатики. Тенденції розвитку інформатики й інформатизації суспільства. Методи класифікації й прогнозування. Метод опорних векторів. Методи найближчого сусіда KNN, WKNN. Байєсовська класифікація.	31	43
Тема 2. Хмарні технології. Створення хмарних систем IaaS, SaaS, PaaS. Використання хмарних технологій для діагностики, моніторингу і оцінювання якості набутих знань і сформованих умінь з інформатики у здобувачів освіти. Порівняння та приклади реалізації кожного виду хмарних систем в навчальному процесі. Переваги та недоліки.	31	43
Тема 3. Віртуалізація. Контейнерна віртуалізація. Принципи функціонування та реалізації. Docker-контейнеризація. Приклади реалізації. Використання принципів віртуалізації для організації навчального процесу з інформатики. Переваги та функціонування Docker-контейнеризації. Віртуалізація у службі хмарних обчислень Cloud Computing Service.	33	43
Тема 4. Прогнозування та балансування трафіку. Алгоритми та методи балансування трафіку (Round Robin, Least Connections, Hash Scheduling та Source Hash Scheduling, Sticky Sessions). Прогнозування трафіку (сплайн- та вейвлет-екстраполяція). Алгоритми та методи балансування трафіку. Проблеми забезпечення продуктивності. Тенденції розвитку інформатики й інформатизації суспільства з огляду розширення використання технологій Big Data	39	43
Загалом	134	172

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю		Складові оцінювання
Поточний контроль та тестування, які здійснюються у ході проведення практичних занять, консультацій та відпрацювань		50%
Підсумковий контроль, який здійснюється у ході проведення екзамену		50%
Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, тестові завдання, робота у групах, розв'язання практичних завдань, екзамен	

Питання для підсумкового контролю

1. Концептуальні засади освіти в галузі інформатики.
2. Основні тенденції розвитку інформаційних технологій, інформатики й інформатизації суспільства.
3. Дайте визначення поняттю «великі дані», які структури даних віднесені до Big Data.
4. Які методи використовуються для аналізу великих даних, наведіть приклади та порівняння.
5. Використання технологій Big Data, організація навчального процесу з інформатики у профільних класах.
6. Наведіть методи, які використовуються для класифікації великих даних та прогнозування. Приклади використання технологій Big Data в навчальному процесі при викладанні інформатики.
7. Метод опорних векторів. Застосування, переваги та недоліки методу, що використовується для аналізу великих даних.
8. Методи найближчого сусіда KNN, WKNN. Порівняння та вибір коефіцієнтів.
9. Байєсовський метод аналізу великих даних.
10. Порівняння методів аналізу великих даних, методи найближчого сусіда KNN та WKNN, Байєсовський метод. Переваги та недоліки.
11. Сервіси AWS для роботи з BigData. Amazon EMR, Amazon Glue, Amazon StepFunctions, Amazon Textract, Amazon Lex, Amazon Polly, Amazon Rekognition.
12. Основні визначення щодо «хмарних технологій», види хмар та їхня класифікація.
13. Методи розгортання (приватна, публічна та гібридна).
14. Класифікація хмарних систем IaaS, SaaS, PaaS.
15. Діагностика, моніторинг і оцінювання якості набутих знань і сформованих умінь з інформатики у здобувачів освіти
16. Актуальні проблеми та перспективи розвитку хмарних технологій. Використання хмарних технологій для діагностики, моніторингу і оцінювання якості набутих знань і сформованих умінь з інформатики у здобувачів освіти
17. Хмарні ресурси, інформаційні та комунікаційні технології для пошуку, обробки та обміну інформацією та реалізації дистанційного та змішаного навчання
18. Передумови запровадження віртуалізації. Огляд технологій віртуалізації. Типи віртуалізації. Переваги та недоліки віртуалізації.
19. Віртуальні машини. Гіпервізор віртуальних машин (Xen, VirtualBox, KVM).
20. Контейнерна віртуалізація (Namespaces и Control Groups).
21. Docker-контейнеризація (Docker Workflow). Приклади реалізації. Переваги та функціонування Docker-контейнеризації.
22. Віртуалізація у службі хмарних обчислень Cloud Computing Service в навчальному

процесі.

23. Використання принципів віртуалізації для організації навчального процесу з інформатики.

24. Проблеми забезпечення продуктивності та часу затримки.

25. Вплив властивостей самоподібності трафіку формуванні вимог до хмарних сховищ. Забезпечення характеристик якості обслуговування трафіку.

26. Балансування навантаження на мережевому, транспортному та прикладних рівнях.

27. Статичне та динамічне балансування трафіку, який має ознаки самоподібності.

28. Алгоритми *Round Robin*, *Least Connections*, *Hash Scheduling* та *Source Hash Scheduling*, *Sticky Sessions*. Основні підходи щодо масштабування, розміщення та резервного копіювання.

29. Прогнозування характеристик трафіку (сплайн- та вейвлет-екстраполяція).

30. Тенденції розвитку інформатики й інформатизації суспільства з огляду розширення використання технологій Big Data.

8. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

«Відмінно» / «Зараховано» (А) – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, на підсумковому контролі демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляв активність у науково-дослідній роботі.

«Добре» / «Зараховано» (В) – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу на підсумковому контролі, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляв активність і творчість у науково-дослідній роботі.

«Добре» / «Зараховано» (С) – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу на підсумковому контролі, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність виконаних завдань до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі.

«Задовільно» / «Зараховано» (D) – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, на підсумковому контролі володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність виконаних завдань до самостійної роботи.

«Задовільно» / «Зараховано» (Е) – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, на підсумковому контролі володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, виконав не всі завдання до самостійної роботи.

«Незадовільно з можливістю повторного складання» / «Не зараховано» (FХ) – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

«Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «Не зараховано» (F) – від 1 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала за ECTS	Національна шкала	
		Екзамен	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Recommendation ITU-T Y.3500. Information technology. Cloud technology. Overview and vocabulary. 08/2014. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3500-201408-I>.
2. Recommendation ITU-T Y.3501. Information technology. Cloud technology. Framework and high-level requirements. 06/2016. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3500-201408-I>. ETSI GS NFV 002 V1.1.1 Network Functions Virtualisation (NFV). Architectural Framework. 2013-10. URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/nfv/001_099/002/01.01.01_60/gs_nfv002_v010101p.pdf
3. Литвин В. В., Пасічник В. В., Нікольський Ю. В. Аналіз даних та знань: навчальний посібник. Львів: Магнолія, 2021. 276 с.
4. Іванчук Я.В., Месюра В.І., Яровий А.А., Манжілевський О.Д. Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання. Частина 1. Базові методи та засоби аналізу даних. Вінниця: ВНТУ, 2021. 69 с.
5. Сергєєв-Горчинський О.О., Іщенко Г.В. Інтелектуальний аналіз даних: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», спеціалізацій «Інформаційні системи та технології проектування», «Системне проектування сервісів» / за рец. В.С. Рогози. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 73 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24971/1/Komp_prakt.pdf
6. Banachewicz K., Massaron L. The Kaggle book: Data analysis and machine learning for competitive data science. Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., 2022. 531 p. URL: <https://github.com/PacktPublishing/The-Kaggle-Book>
7. Byte Size Infographic: Visualising data // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.redcentricplc.com/resources/infographics/byte-size/>
8. IoT Fundamentals: Big Data & Analytics // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.netacad.com/courses/iot/big-data-analytics>
9. Олещенко Л.М. Технології оброблення великих даних. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 227 с. [Електронний ресурс] (istu.edu.ua).
10. Тарн В.І., Гордієнко Ю. Г., Стіренко С.Г. / Технології BIG DATA Практикум // Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 56 с.
11. Raheem N. Big Data: A Tutorial-Based Approach. Taylor & Francis Group LLC, CRC Press, 2019.
12. L.Peterson, C. Cascone, B. Davie Software-Defined Networks: A Systems Approach. Systems Approach, LLC, 2021 – 194 p. URL: <https://www.amazon.com/Software-Defined-Networks-Approach-Larry-Peterson/dp/1736472100>

13. Doug Marschke, Jeff Doyle, Pete Moyer Software Defined Networking (SDN): Anatomy of OpenFlow Volume I, United States, 2015. URL:[https://www.semanticscholar.org/paper/Software-defined-networking-\(SDN\)-%3A-anatomy-of-Marschke-Doyle/57e2d37f89c66955699d4a4d61641d80c6c76047](https://www.semanticscholar.org/paper/Software-defined-networking-(SDN)-%3A-anatomy-of-Marschke-Doyle/57e2d37f89c66955699d4a4d61641d80c6c76047)
14. R. Chayapathi, S. Hassan, P. Shah Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN 1st Edition. Addison-Wesley Professional; 1st editio, November 28, 2016. URL: <https://www.amazon.com/Network-Functions-Virtualization-NFV-Touch/dp/0134463056>
15. Зінченко О.В., Іщеряков С.М., Прокопов С.В., Сєрих С.О., Василенко В.В. Хмарні технології. – Навчальний посібник. – К: ФОП Гуляєва В.М., 2020.
16. Олексюк В. Основи хмарних технологій / В. Олексюк. – Тернопіль: Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти. – 156 с.

Допоміжна

17. Strelkovskaya I., Solovskaya I. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics. *Journal of Electrical Engineering*. 2019. Vol. 70, Is. 4. P. 310-316. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061>
18. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Different extrapolation methods in Problems of Forecasting. *Advances in Information and Communication Technology and Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 152. Springer. P. 217-228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_12
19. Стрелковська І.В., Соловська І.М., Макоганюк А.О., Северин М.В. Прогнозування характеристик самоподібного трафіку за допомогою сплайн-екстраполяції. *Вісник університету «Україна»*. 2019. № 1 (22). С. 87-94.
20. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Paskalenko V. Spline-extrapolation method for restoring self-similar traffic. *Цифрові технології. Збірник наукових праць*. 2019. Вип. 25. С. 42-51.
21. Стрелковська І.В., Соловська І.М., Стрелковська Ю.О. Застосування дійсних та комплексних сплайнів в задачах інфокомунікацій. *Проблеми телекомунікацій*. – 2021. – № 1(28). – С. 3-19.
22. 1. Strelkovskaya I. Solovskaya I., Makoganiuk A. Predicting characteristics of self-similar traffic. *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics UkrMiCo' 2018*. Odessa. 10-15 September, 2018. P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo43733.2018.9047536>
23. Strelkovskaya I.V., Solovskaya I., Makoganiuk A. Predicting self-similar traffic using cubic B-splines. *3rd IEEE International Conference Advanced Information and Communication Technologies (AICT-2019)*, July 2-6, 2019, Lviv. P. 153-156. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847761>
24. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A., Tsyra O. Comparative Analysis of the Methods of Wavelet- and Spline-extrapolation in Problems of Predicting Self-similar Traffic. *The Fourth International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2019)*. 9-13 September, 2019, Odesa. P. 1-6. <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo47782.2019.9165432>
25. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Forecasting 5G network multimedia traffic characteristics. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET 2020)*. February 25 – 29, 2020, Slavske. P. 982-987. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235585>
26. Стрелковська І.В. Підвищення якості підготовки та працевлаштування студентів ННІ ІКПі ОНАЗ ім. О.С. Попова / І.В. Стрелковська, О.А. Василенко, І.М. Соловська // *Обчислювальний*

інтелект: матеріали III науково-практичної конференції, Київ-Черкаси, 12-15 травня 2015 р.: тези доп. – М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т імені Тараса Шевченка та [ін.], 2015. – С. 395-396.

27. Стрелковська І.В. Використання сплайн-апроксимації та сплайн-екстраполяції в задачах інфокомунікацій / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська // VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Інформаційне суспільство: проблеми та перспективи»: матеріали конф., Одеса, 20 травня 2022 р.: тези доп. – Одеса: НУ ОЮА, 2022. □ С. 56-61. <http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/18196>

28. Стрелковська І.В. Прогнозування мультимедійного трафіку пристроїв Інтернет речей IoT/5G / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська // Міжнародна науково-практична конференція «Європейський вибір України, розвиток науки та національна безпека в реаліях масштабної військової агресії та глобальних викликів XXI століття» (до 25-річчя Національного університету «Одеська юридична академія» та 175-річчя Одеської школи права): матеріали конф., Одеса, 17 червня 2022 р.: тези доп. – Одеса: НУ ОЮА, 2022. □ С. 731-736. <http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/19774?locale-attribute=uk>

29. Стрелковська І. В., Соловська І. М., Стрелковська Ю. О., Використання методів сплайн-функцій в телекомунікаційних та інформаційних технологіях Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії»: матеріали конф., 17-20 липня 2023р.: тези доп. – Одеса: МГУ, 2023. – С. 70-79.

Інформаційні ресурси

30. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., бр., що надходять у фонд НПБ України]. Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2023. URL: catalogue.nplu.org . – Назва з екрана. Дата звернення: 1.08.2023.

31. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського Київ: НБУВ, 2013-2023. URL: www.nbuv.gov.ua – Назва з екрана. Дата звернення: 1.08.2023.

32. Технічна документація Docker: веб-сайт. URL: <https://www.docker.com/> (дата звернення: 01.08.2023).

33. Технічна документація Virtual BOX. URL: <http://download.virtualbox.org/virtualbox/UserManual.pdf> (дата звернення: 01.08.2023).

34. Технічна документація KVM. URL: <https://www.linux-kvm.org/page/Documents>