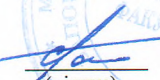


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ І МЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

  
(підпис) С.І. Гоменюк  
(ініціали та прізвище)  
« 02 » 09 2021 р.

**МЕТОДИ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки бакалавра  
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти  
спеціальності 126 – «Інформаційні системи та технології»,  
освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»

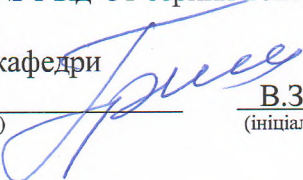
**Укладач** Леонтьєва В.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики і механіки.

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри прикладної  
математики і механіки

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 р.

Завідувач кафедри

(підпис)


  
В.З. Грицак  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
математичного факультету

Протокол № 1 від 02 вересня 2021 р.

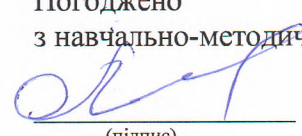
Голова науково-методичної ради  
математичного факультету

(підпис)

  
О.С. Пшенична  
(ініціали, прізвище)

Погоджено  
з навчально-методичним відділом

(підпис)

  
О.В. Лещинська  
(ініціали, прізвище)

2021 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 12 – «Інформаційні технології»	Кількість кредитів – 5	Вибіркова	
		Цикл вільного вибору в межах спеціальності	
Спеціальність: 126 – «Інформаційні системи та технології»	Загальна кількість годин – 150	Семестр:	
		8-й	8-й
Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»	Змістових модулів – 8	Лекції	
		28 год.	8 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 26	Лабораторні	
		28 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		94 год.	134 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Методи обробки великих даних» є оволодіння системними знаннями з основних теоретичних положень та методів обробки великих даних, їх моделювання, аналізу, прогнозування й використання, а також вироблення навичок застосування сучасних комп'ютерних технологічних засобів у процесі розробки прогнозів у практичній діяльності.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Методи обробки великих даних» є:

- оволодіння студентами базовими теоретичними знаннями стосовно постановки та розв'язання задач обробки та аналізу великих даних;
- набуття вмінь та практичних навичок використання математичних методів, отримання розв'язків стосовно задачі, що розв'язується, та розробки власних рекомендацій;
- набуття вмінь та навичок щодо проведення обчислювальних експериментів, порівняння результатів експериментальних даних і отриманих розв'язків;
- оволодіння студентами знаннями щодо оцінювання адекватності, якості й точності математичних моделей та отриманих за ними результатів аналізу великих даних;
- оволодіння знаннями та набуття навичок з використання та розроблення програмного забезпечення розв'язання задач обробки та аналізу великих даних.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<b>Результати навчання</b>	
Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проєктування і використання інформаційних систем та технологій.	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, пояснення, демонстрація, навчання на основі досвіду, керовані дискусії, виконання лабораторних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх впровадження у професійній діяльності.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрація, навчання на основі досвіду, керовані дискусії та дебати, виконання лабораторних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
<b>Компетентності</b>	
Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, пояснення, демонстрація, виконання лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, навчання на основі досвіду, пояснення, демонстрація, виконання лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрація, виконання лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрація, навчання на основі досвіду, виконання лабораторних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, пояснення, демонстрація, виконання лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.

**Міждисциплінарні зв'язки.** Курс «Методи обробки великих даних» застосовує досвід, отриманий здобувачами вищої освіти під час вивчення дисциплін «Організація та обробка електронної інформації», «Теорія алгоритмів та програмування», «Візуалізація чисельних даних». Набуті при вивченні даного курсу знання та навички необхідні для виконання кваліфікаційної роботи та подальшої професійної діяльності.

### 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Аналітика великих даних: поняття, методики та етапи аналізу великих даних. Попередній аналіз.

Поняття про аналітику великих даних. Вихідні поняття, сутність, характерні риси та види великих даних. Методики аналізу великих даних. Аналітичний інструментарій аналізу. Засоби формалізованого представлення великих даних. Основні етапи аналізу великих даних. Попередній аналіз великих даних: сутність, основні підходи, критерії та умови проведення. Характеристика аномальних даних та умов їх виникнення, похибки 1 та 2 роду. Основні підходи до виявлення та усунення аномальностей. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу проведення попереднього аналізу великих даних. Приклади спеціальних пакетів прикладних програм для аналізу аномальності та візуалізації їх проявів.

**Змістовий модуль 2.** Статистичний аналіз великих даних: сутність, етапи реалізації та математичний інструментарій.

Сутність та основні етапи статистичного аналізу великих даних. Методи та підходи до перевірки гіпотези про існування тренду у послідовностях великих даних. Поняття про ідентифікацію моделі даних та про методи аналізу динаміки послідовностей даних. Алгоритмізація та автоматизація процесу проведення статистичного аналізу послідовностей великих даних. Використання пакетів прикладних програм до аналізу даних та візуалізації результатів експерименту.

**Змістовий модуль 3.** Прогнозна аналітика. Використання простої прогнозної методології аналізу великих даних.

Основні випадки, у яких можуть застосовуватися методи екстраполяції. Сутність та основні відмінності екстраполяції та інтерполяції. Основні методи простої та складної прогнозної екстраполяції. Прогнозування за одномірною динамічною послідовністю даних методами екстраполяції середнього та тренду. Основні аналітичні показники динаміки даних та їх застосування у прогнозній аналітиці великих даних. Дослідження сезонності та циклічності у послідовностях даних. Метод екстраполяції на основі індексу сезонності. Застосування інформаційних технологій до автоматизації здійснення прогнозної аналітики великої послідовності даних методами простої прогнозної аналітики.

**Змістовий модуль 4.** Прогнозна аналітика. Використання складної прогнозної методології аналізу великих даних.

Сутність адаптивних методів. Різниця між адаптивними методами та методами простої прогнозної екстраполяції. Основні адаптивні методи аналізу: метод ковзної середньої, метод експоненціального згладжування даних, метод гармонійних ваг. Розглядаються основні умови застосування адаптивних методів. Візуалізація отримуваних результатів. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу аналізу великих даних адаптивними методами.

**Змістовий модуль 5.** Аналіз якості та точності математичних моделей та підходів до аналізу великих даних

Поняття оптимального прогностичного результату аналізу даних. Оцінювання адекватності, точності та якості прогнозних моделей: перевірка рівності нулю математичного сподівання рівнів ряду залишків; перевірка умови випадковості виникнення окремих відхилень від тренду; перевірка наявності (відсутності) автокореляції у відхиленнях від моделі зросту; перевірка відповідності ряду залишків нормальному закону розподілу. Застосування інформаційних технологій до алгоритмізації та автоматизації процесу дослідження. Підходи до візуалізації результатів аналізу. Приклади.

**Змістовий модуль 6. Оцінювання якості та точності результатів аналізу великих даних**

Абсолютні, порівняльні та якісні показники точності. Інтегровані критерії точності й адекватності. Побудова узагальненого прогнозу. Алгоритмізація проведення аналізу. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу оцінювання точності та перевірки адекватності результатів аналізу великих даних.

**Змістовий модуль 7. Основні моделі обробки великих даних.**

Концепції роботи з великими даними. Математичні методи подання великих даних. Багатовимірні моделі даних. Об'єктне подання даних. Порівняння моделей представлення великих даних.

**Змістовий модуль 8. Використання інструментарію моделювання обробки великих даних. Інформаційні технології обробки великих даних.**

Вибір типів моделей даних для представлення Великих даних. Поняття структурованих та слабоструктурованих даних. Існуючі методи організації зберігання й доступу до слабоструктурованої інформації. Формальний опис структури Великих даних. Моделі асоціацій між сутностями та характеристиками для різних категорій NoSQL баз даних. Використання простору даних для моделювання великих даних. Інформаційні технології обробки великих даних.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
		о/дф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	8	9			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
		о/дф.	з/дист. ф.									
1	15	7	2	2	1	2	1	8	13	3	3	6
2	15	7	2	4	1	4	1	8	13	3	3	6
3	15	7	2	4	1	4	1	8	13	3	3	6
4	15	7	2	4	1	4	1	8	13	6	6	12
5	15	7	2	4	1	4	1	8	13	3	3	6
6	15	7	2	4	1	4	1	8	13	3	3	6
7	15	7	2	4	1	4	1	8	13	3	3	6
8	15	7	2	2	1	2	1	8	13	6	6	12
Усього за змістові модулі	120	56	16	28	8	28	8	64	104	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30							30	30	20	20	40
Загалом		<b>150</b>								<b>100</b>		

### 5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Аналітика великих даних: поняття, методики та етапи аналізу великих даних. Попередній аналіз.	2	1
2	Статистичний аналіз великих даних: сутність, етапи реалізації та математичний інструментарій.	4	1
3	Прогнозна аналітика. Використання простої прогновної методології аналізу великих даних.	4	1
4	Прогнозна аналітика. Використання складної прогновної методології аналізу великих даних.	4	1
5	Аналіз якості та точності математичних моделей та підходів до аналізу великих даних	4	1
6	Оцінювання якості та точності результатів аналізу великих даних	4	1
7	Основні моделі обробки великих даних.	4	1
8	Використання інструментарію моделювання обробки великих даних. Інформаційні технології обробки великих даних.	2	1
	<b>Всього</b>	28	8

### 6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Аналітика великих даних: поняття, методики та етапи аналізу великих даних. Попередній аналіз.	2	1
2	Статистичний аналіз великих даних: сутність, етапи реалізації та математичний інструментарій.	4	1
3	Прогнозна аналітика. Використання простої прогновної методології аналізу великих даних.	4	1
4	Прогнозна аналітика. Використання складної прогновної методології аналізу великих даних.	4	1
5	Аналіз якості та точності математичних моделей та підходів до аналізу великих даних	4	1
6	Оцінювання якості та точності результатів аналізу великих даних	4	1
7	Основні моделі обробки великих даних.	4	1
8	Використання інструментарію моделювання обробки великих даних. Інформаційні технології обробки великих даних.	2	1
	<b>Всього</b>	28	8

### 7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Аналітика великих даних: поняття, методики та етапи аналізу великих даних. Попередній аналіз.	8	13
2	Статистичний аналіз великих даних: сутність, етапи реалізації та математичний інструментарій.	8	13
3	Прогнозна аналітика. Використання простої прогновної методології аналізу великих даних.	8	13
4	Прогнозна аналітика. Використання складної прогновної методології аналізу великих даних.	8	13
5	Аналіз якості та точності математичних моделей та підходів до аналізу великих даних	8	13
6	Оцінювання якості та точності результатів аналізу великих даних	8	13
7	Основні моделі обробки великих даних.	8	13
8	Використання інструментарію моделювання обробки великих даних. Інформаційні технології обробки великих даних.	8	13
	<b>Всього</b>	<b>64</b>	<b>104</b>





1	2	3	4	5
	Контрольна робота №1	Контрольна робота у формі тестування проводиться на платформі MoodleZNU. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни за 3 змістовних модуля. Максимальна кількість балів за тест становить 6 балів.	Тестове завдання	6
<b>Усього за ЗМ 4 контр. заходів</b>	<b>4</b>			<b>12</b>
5	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи №5	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи	1
	Звіт про виконання лабораторної роботи №5	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторної роботи	2
	Звіт про виконання самостійної роботи №5	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	3
<b>Усього за ЗМ 5 контр. заходів</b>	<b>3</b>			<b>6</b>
6	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи №6	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи	1
	Звіт про виконання лабораторної роботи №6	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторної роботи	2
	Звіт про виконання самостійної роботи №6	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	3
<b>Усього за ЗМ 6 контр. заходів</b>	<b>3</b>			<b>6</b>
7	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи №7	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи	1
	Звіт про виконання лабораторної роботи №7	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторної роботи	2
	Звіт про виконання самостійної роботи №7	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	3
<b>Усього за ЗМ 7 контр. заходів</b>	<b>3</b>			<b>6</b>
8	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи №8	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи	1
	Звіт про виконання лабораторної роботи №8	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторної роботи	2
	Звіт про виконання самостійної роботи №8	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	3

1	2	3	4	5
	Контрольна робота №2	Контрольна робота у формі тестування проводиться на платформі MoodleZNU. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни за 3 змістовних модуля. Максимальна кількість балів за тест становить 6 балів.	Тестове завдання	6
<b>Усього за ЗМ 8 контр. заходів</b>	<b>4</b>			<b>12</b>
<b>Усього за змістові модулі контр. заходів</b>	<b>26</b>			<b>60</b>

**Примітка:** До кожної лабораторної роботи потрібно скласти **звіт про її виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету і розміщуються на платформі MoodleZNU. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. У випадку, коли завдання включає розробку алгоритму та написання програмного коду, у звіт додаються алгоритм, програмний код для кожного завдання та вихідні файли розробленої програми.

**Захист кожної лабораторної роботи** є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання.

### 9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Теоретичне завдання в MoodleZNU	Тестові завдання з тем курсу.  Питання для підготовки викладено секції курсу «Підсумковий контроль» у системі MoodleZNU.	Підсумкове теоретичне завдання у формі тестування проводиться на платформі Moodle. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Максимальна кількість балів за підсумковий тест становить 20 балів.	<b>20</b>
	Практичне завдання в MoodleZNU	Змістовна форма практичного завдання відповідає завданням у лабораторних роботах, розв'язуваних протягом семестру.	Підсумкове практичне завдання у формі Завдання (розв'язання задач з наданням повної відповіді) проводиться на платформі Moodle. Максимальна кількість балів за підсумкове практичне завдання становить 20 балів.	<b>20</b>
<b>Усього за підсумковий семестровий контроль</b>				<b>40</b>

## 10. Рекомендована література

### Основна:

1. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних : навч. посіб. для студентів. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
2. Литвин В. В. Методи та засоби інженерії даних та знань. Львів : Магнолія-2006, 2012. 241 с.
3. Черняк О. І. Інтелектуальний аналіз даних : підручник. Київ : Знання, 2014. 599 с.
4. Шаховська Н. Б. Програмне та алгоритмічне забезпечення сховищ та просторів даних : монографія. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. 194 с.
5. Бідюк П. І., Гожий О. П. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень. Київ : ВПК «Політехніка», 2010, 335 с.

### Додаткова:

6. Бідюк П. І., Романенко В. Д., Тимощук О. Л. Аналіз часових рядів : підручник. Київ : ВПК «Політехніка», 2013. 599 с.
7. Данильченко О. М., Данильченко А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навч. посіб. Житомир : ЖДТУ, 2009. 405 с.
8. Інформаційні технології : навч. посіб. / під заг. ред. А. В. Нелепова. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 200 с.
9. Кундрат А. М., Кундрат М. М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 252 с.
10. Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О. Математичне моделювання виробничих процесів : навчально-методичний посібник для студентів денного відділення математичного факультету напряму підготовки «Прикладна математика» освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр». Запоріжжя : ЗНУ, 2011. 120 с.
11. Нестеренко О. В., Савенков О. І., Фаловський О. О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Київ : Національна академія управління, 2016. 188 с.
12. Нікітенко О. М. Maple. Розв'язання інженерних та наукових задач : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2014. 289 с.
13. Ситник В. Ф., Краснюк М. Т. Інтелектуальний аналіз даних (дейтамайнінг): навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2007. 376 с.
14. Снитюк В. Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми : навч. посіб. Київ : Маклаут, 2008. 364 с.
15. Томашевський О. М., Цегелик Г. Г., Вітер М. Б., Дудук В. І. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 296 с.
16. Юрченко М. Є Прогнозування та аналіз часових рядів: методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів. Чернівці: ЧНТУ, 2018. 88 с.
17. Berry M. J. A., Linoff G. S. Data Mining Techniques. New York : Wiley Publishing Inc., 2004. 670 p.
18. Buyan M. Intelligent Instrumentation : Principles and Applications. London, New York : CRC Press, Boca Raton. 2010. 547 p.
19. Dennis A., Wixom B. H., Roth R. M. Systems analysis and design. New York : John Wiley & Sons. 2019. 594 p.
20. Di Ciaccio A., Coli M., Angulo Ibanez J. M. Advanced Statistical Methods for the Analysis of Large Data. Berlin : Springer, 2012. 136 p.
21. Zgurovsky M. Z., Pankratova N. D. System analysis : Theory and Applications. Berlin : Springer. 2007. 475 p.
22. Aytas Yu. Designing Big Data Platforms : How to Use, Deploy, and Maintain Big Data Systems. New York : John Wiley & Sons, 2021. 326 p.

## Інформаційні ресурси

1. Електронні ресурси з математики. *Бібліотека TWIRPX*. URL : [https://www.twirpx.com/files/#files\\_mathematics](https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics).
2. What is big data? More than volume, velocity and variety. *IBM Developer*. URL : [https://developer.ibm.com/blogs/what-is-big-data-more-than-volume-velocity-and-variety/?mhsrc=ibmsearch\\_a&mhq=big%20data](https://developer.ibm.com/blogs/what-is-big-data-more-than-volume-velocity-and-variety/?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=big%20data).
3. Великі дані (Big Data). *TADVISER. Government. Business. IT*. URL : [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие\\_данные\\_%28Big\\_Data%29#cite\\_note-g-6](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_%28Big_Data%29#cite_note-g-6).
4. Big Data. Technologies for work with Big Data. *TADVISER. Government. Business. IT*. URL : [https://tadviser.com/index.php/Big\\_Data](https://tadviser.com/index.php/Big_Data).
5. Big Data від А до Я. Частина 1: Принципи роботи з великими даними, парадигма MapReduce. *Хабр*. URL : <https://habrahabr.ru/company/dca/blog/267361>.
6. Електронні ресурси з математики. *Бібліотека TWIRPX*. URL : [https://www.twirpx.com/files/#files\\_mathematics](https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics).
7. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. *Бібліотека TWIRPX*. URL : [https://www.twirpx.com/files/#files\\_informatics](https://www.twirpx.com/files/#files_informatics).
8. Наукові ресурси. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL : <http://www.nbu.gov.ua/node/1539>.
9. Mathematics. *UMass Boston Open Courseware*. URL : <http://ocw.umb.edu/mathematics.html>.
10. Science, Maths & Technology. *Learning Space. The Open University*. URL : <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology>.
11. Maths Resources Index. *The Economics Network*. URL : <https://www.economicsnetwork.ac.uk/subjects/mathsforeconomists>.