

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра обчислювальної математики**

**Затверджено**

на засіданні  
кафедри обчислювальної математики  
факультету прикладної математики та  
інформатики  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № \_1\_ від \_29\_ серпня \_2023\_ р.)

Завідувач кафедри



Роман ХАПКО

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Вступ до нереляційних баз даних»,**  
**що викладається в межах ОПШ Прикладна математика**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів**  
**зі спеціальності 113 Прикладна математика**

**Львів 2023 р.**

<b>Назва дисципліни</b>	Вступ до нереляційних баз даних
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра обчислювальної математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	113 Прикладна математика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Лаврик Святослав Володимирович, асистент кафедри обчислювальної математики
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:sviatoslav.lavryk@lnu.edu.ua">sviatoslav.lavryk@lnu.edu.ua</a> Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 262. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Вступ до нереляційних баз даних» є вибірковою дисципліною з спеціальності 113 Прикладна математика для освітньої програми «Прикладна математика», яка викладається в 5-му семестрі (4 кредити ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено таким чином, щоб ознайомити студентів з підходами до вибору, проектування та використання нереляційних баз даних, створення ефективних запитів, побудови адекватних моделей даних для опису предметної області (домену).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Вступ до нереляційних баз даних» є освоєння студентами основ проектування та використання нереляційних баз даних, створення ефективних запитів, побудови адекватних моделей даних для опису предметної області (домену).
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Основна література</b> 1. Amit Phaltankar, Juned Ahsan, Michael Harrison, Liviu Nedov. MongoDB Fundamentals /Amit Phaltankar, Juned Ahsan, Michael Harrison, Liviu Nedov// Packt – 2020 2. Ian Robinson, Jim Webber & Emil Eifrem. Graph Databases /Ian Robinson, Jim Webber & Emil Eifrem.// O’Reilly –2015 3. Alex DeBrie. The DynamoDB Book /Alex DeBrie// Independently Published –2020 4. <a href="https://redis.io/docs/">https://redis.io/docs/</a>  <b>Допоміжна література:</b> 1. <a href="https://docs.aws.amazon.com/dynamodb/">https://docs.aws.amazon.com/dynamodb/</a>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. <a href="https://www.mongodb.com/docs/">https://www.mongodb.com/docs/</a></li> <li>3. <a href="https://neo4j.com/docs/">https://neo4j.com/docs/</a></li> <li>4. <a href="https://mwhittaker.github.io/blog/an_illustrated_proof_of_the_cap_theorem/">https://mwhittaker.github.io/blog/an_illustrated_proof_of_the_cap_theorem/</a></li> <li>5. <a href="https://martinfowler.com/bliki/PolyglotPersistence.html">https://martinfowler.com/bliki/PolyglotPersistence.html</a></li> <li>6. <a href="https://docs.docker.com/manuals/">https://docs.docker.com/manuals/</a></li> <li>7. <a href="https://medium.com/geekculture/microservices-orchestration-vs-choreography-technology-5dbe612cf7e9">https://medium.com/geekculture/microservices-orchestration-vs-choreography-technology-5dbe612cf7e9</a></li> </ol>
<b>Обсяг курсу</b>	<p>Загальний обсяг: 120 годин (аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 год. лабораторних робіт; самостійної роботи: 56 год).</p>
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основні типи нереляційних баз даних, відмінності між ними;</li> <li>– принципи вибору та застосування різних нереляційних баз даних в залежності від особливостей предметної області та структури даних;</li> <li>– підходи та принципи до побудови систем з використанням декількох баз даних одночасно (polyglot persistence);</li> <li>– принципи алгоритмів пошуку та індексування даних для різних структур даних;</li> <li>– популярні типи хостингу баз даних;</li> </ul> <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– розробляти структуру та запити до нереляційних баз даних MongoDB, Neo4J, DynamoDB, Redis;</li> <li>– проектувати та розробляти системи з використанням однієї чи декількох нереляційних баз даних;</li> <li>– працювати у хмарних середовищах хостингу баз даних;</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Нереляційні бази даних, NoSQL, структури даних, індексування та пошук даних, хостинг баз даних, polyglot persistence
<b>Формат курсу</b>	Очний Проведення лекцій, лабораторних занять і консультацій.
<b>Теми</b>	Подано нижче у таблиці Схема курсу «Вступ до нереляційних баз даних».
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з: <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорії алгоритмів та структур даних;</li> <li>- програмування;</li> <li>- реляційних баз даних (бажано);</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції (лекції-бесіди, лекції-розповіді). Індивідуальні завдання.
<b>Необхідне об-</b>	Комп'ютер із програмним забезпеченням Docker, MongoDB, Neo4J,

ладнання	DynamoDB, Redis, Visual Studio, доступ до Internet мережі.					
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.					
	Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		
				Екзамен, диференційований залік	залік	зараховано
	A	Відмінно	100 - 90	Відмінно	5	
	B	Дуже добре	81- 89	Добре	4	
	C	Добре	71 -80			
	D	Задовільно	61 - 70	Задовільно	3	
	E	Достатньо	51- 60			
	FX (F)	Незадовільно	0 - 50	Незадовільно	2	не зараховано
	<p>Впродовж семестру студент може отримати 100 балів. З них:  - <b>за роботу на лабораторних заняттях:</b> максимальна кількість – 100 балів (4 програми (індивідуальні завдання) по 25 балів); для кожного завдання встановлено терміни здачі. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (кожен блок тем на 5 балів менше).</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p>					
<p><b>Критерії оцінювання індивідуальних завдань:</b></p>						
<p><b>25 балів</b> – студент повністю виконав умови завдання, алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів, пропонує інші підходи до вирішення поставленого завдання;</p>						
<p><b>20-24 бали</b> – студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, алгоритм реалізовано правильно, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями;</p>						
<p><b>15-19 балів</b> – студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з неточностями;</p>						
<p><b>5-14 балів</b> – студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками;</p>						
<p><b>2-5 балів</b> – студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання;</p>						

	<p><b>1 бал</b> – студент виконав завдання частково з грубими помилками, які самостійно не може виправити, демонструє незнання матеріалу;</p> <p><b>0 балів</b> – студент не виконав завдання.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані за індивідуальні завдання. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

### Схема курсу «Вступ до нереляційних баз даних»

Тижде нь	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконан ня
1	<b>Тема 1.</b> Поняття про реляційні та нереляційні бази даних та їх класифікація. Приклади структур даних (таблична, ієрархічна, напівструктурована)	лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 2.</b> Поняття про розподілені системи. Властивості розподілених систем – consistency, availability, partition tolerance. CAP теорема.	лекція (2 год.)	допоміжна [4]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень

2	<b>Тема 3.</b> Документні бази даних та напівструктуровані дані (JSON). Колекції в MongoDB. Базові команди для вибірки та маніпуляції документами.	лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 3.</b> Базові команди для вибірки та маніпуляції документами в Mongo DB. Ознайомлення з MongoDB Compass.	лабораторне (2 год.)	[1], допоміжна [2]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
3	<b>Тема 4.</b> Поняття про групування та агрегацію даних. Data Aggregation Pipeline в MongoDB. Індеси в MongoDB. Ознайомлення з хмарним хостингом MongoDB Atlas.	лекція (2 год.)	[1], допоміжна [2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 4.</b> Глибше ознайомлення та виконання практичних приклад з Data Aggregation Pipeline та індексами в MongoDB.	лабораторне (2 год.)	[1], допоміжна [2]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
4	<b>Тема 5.</b> Поняття про драйвер для бази даних. Основні аспекти приєднання та об'єктно-орієнтованого моделювання домену з MongoDB в платформі .NET.	лекція (2 год.)	[1], допоміжна [2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 5.</b> Приклади розробки запитів до MongoDB з платформи .NET, підходи до десеріалізації даних. <i>(Індивідуальне завдання №1. Спроекувати та створити MongoDB базу для роботи простої соціальної мережі)</i>	лабораторне (2 год.)	[1], допоміжна [2]	Виконання індивідуального завдання №1 (2 год.)	під час заняття  2 тижні
5	<b>Тема 6.</b> Вступ до Neo4J. Поняття про граф та property-value model. Основні команди мови запитів Cypher.	лекція (2 год.)	[2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 6.</b> Виконання практичних прикладів з Neo4J та Cypher, ознайомлення з graph patterns.	лабораторне (2 год.)	[2], допоміжна [3]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
6	<b>Тема 6.</b> Виконання складніших практичних прикладів з Neo4J та Cypher, агрегація даних та пошук шляху в графі.	лабораторне (2 год.)	[2], допоміжна [3]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття

	Ознайомлення з хмарним хостингом Neo4J Aura.				
	<b>Тема 7.</b> Основні аспекти приєднання та об'єктно-орієнтованого моделювання домену з Neo4J в платформі .NET.	лекція (2 год.)	[2], допоміжна [3]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
<b>7</b>	<b>Тема 7.</b> Приклади розробки запитів до Neo4J з платформи .NET, підходи до десеріалізації даних. <i>(Індивідуальне завдання №2. Додати в існуючу соціальну мережу з завдання 1 базу даних Neo4J для аналізу зв'язків між користувачами мережі)</i>  <i>Здача індивідуального завдання №1</i>	лабораторне (2 год.)	[2], допоміжна [3]	Виконання індивідуального завдання №2 (2 год.)	під час заняття  2 тижні  під час заняття
	<b>Тема 8.</b> Ознайомлення з аспектами одночасного використання декількох баз даних в системі, polyglot persistence. Поняття source of truth, system of record, висновки з CAP-теореми.	лекція (2 год.)	допоміжна [5]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
<b>8</b>	<b>Тема 9.</b> Ознайомлення з key-value та wide column базами даних	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 10.</b> Поняття партицій даних та хеш-функцій для партиціювання. Аналіз складності пошуку даних в посорттованих партиціях.	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
<b>9</b>	<i>Здача індивідуального завдання №2</i>	лабораторне (2 год.)	[2]	Виконання індивідуального завдання (2 год.)	під час заняття
	<b>Тема 11.</b> Вступ до DynamoDB. Особливості організації та партиціювання даних в DynamoDB.	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
<b>10</b>	<b>Тема 11.</b> Ознайомлення з Docker. Робота з Docker-контейнерами та основні мережеві налаштування.	лабораторне (2 год.)	допоміжна [6]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття

	<b>Тема 11.</b> Встановлення та робота з локальною версією DynamoDB з використанням Docker.	лабораторне (2 год.)	допоміжна [6]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
11	<b>Тема 12.</b> Особливості моделювання зв'язків «один до багатьох» та «багато до багатьох» в DynamoDB	лекція (2 год.)	[3], допоміжна [1]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 12.</b> Робота з DynamoDB з платформи .NET, low-level API та Document Model	лабораторне (2 год.)	допоміжна [1]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
12	<b>Тема 13.</b> Поняття про глобальні вторинні індекси в DynamoDB, аспекти моделювання бази даних з використанням підходу Access Patterns, поняття про indexing attributes	лекція (2 год.)	[3], допоміжна [1]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
	<b>Тема 13.</b> Робота з індексами в DynamoDB  <i>(Індивідуальне завдання №3. Додати в існуючу соціальну мережу з завдань 1 і 2 базу даних DynamoDB для денормалізованого зберігання коментарів до постів)</i>	лабораторне (2 год.)	[3], допоміжна [1]	Виконання індивідуального завдання №3 (2 год.)	під час заняття  2 тижні
13	<b>Тема 13.</b> Робота з indexing attributes в DynamoDB	лабораторне (2 год.)	[3], допоміжна [1]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
	<b>Тема 14.</b> Вступ до Redis, основні команди, підходи до побудови кешу в системах, TTL.	лекція (2 год.)	[4]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
14	<b>Тема 14.</b> Приклади роботи з Redis з командної стрічки	лабораторне (2 год.)	[4]	Виконання практичних прикладів (2 год.)	під час заняття
	<b>Тема 15.</b> Робота з Redis з платформи .NET. Поняття про паттерни Repository та Unit of Work.	лекція (2 год.)	[4]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
15	<b>Тема 15.</b> Приклади роботи з Redis з платформи .NET  <i>(Індивідуальне завдання №4.</i>	лабораторне (2 год.)	[4]	Виконання індивідуального завдання №4 (2 год.)	під час заняття  2 тижні



	<i>Додати в існуючу соціальну мережу з завдань 1, 2 та 3 базу даних Redis для кешування даних, які часто використовуються)</i>				
	<b>Тема 16.</b> Аспекти побудови складних розподілених систем (micro-services), висновки з CAP-теореми, поняття про паттерни Orchestration та Choreography.	лекція (2 год.)	допоміжна [7]	Опрацювання лекційного матеріалу (1.5 год.)	1 тиждень
<b>16</b>	<i>Здача індивідуального завдання №3</i>	лабораторне (2 год.)	[3]	Виконання індивідуального завдання (2 год.)	під час заняття
	<i>Здача індивідуального завдання №4</i>	лабораторне (2 год.)	[4]	Виконання індивідуального завдання (2 год.)	під час заняття