

Лабораторна робота №7

З дисципліни: Базы даних та інформаційні системи
Студента групи МІТ-31: Добровольського Дмитра

Тема: Поглиблене вивчення MongoDB: оптимізація продуктивності, використання шардінгу та реплікації, інтеграція з Pandas та Machine Learning

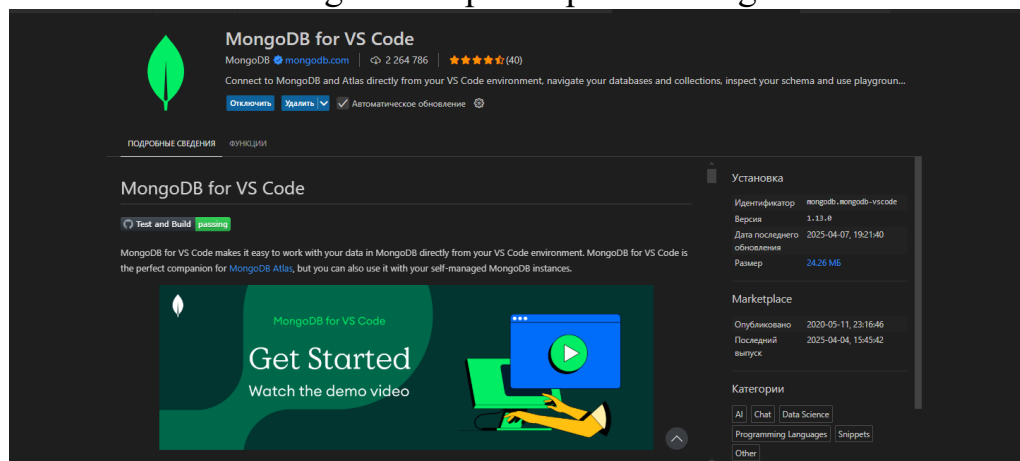
Мета роботи: Ознайомитися з методами підвищення продуктивності MongoDB. Навчитися використовувати індекси для оптимізації запитів. Дослідити механізми реплікації та шардінгу. Використати Pandas для роботи з великим обсягом даних у MongoDB. Реалізувати просту ML-модель з використанням MongoDB як джерела даних.

Завдання

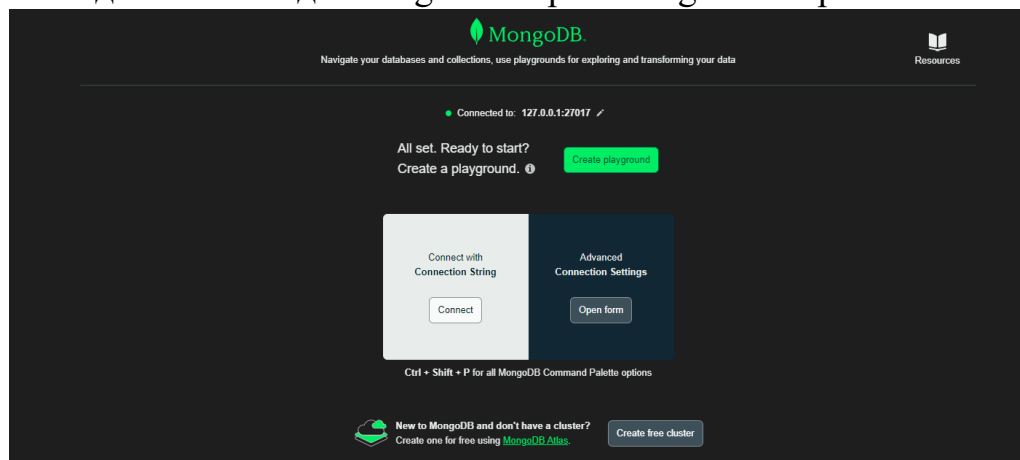
1. Частина 1: Оптимізація продуктивності запитів

1) Створення локальної бази MongoDB

I. Встановити MongoDB та розширення MongoDB for VS Code.



II. Підключитися до MongoDB через MongoDB Explorer.



III. Створити базу performance_test та колекцію sales.

The screenshot shows the MongoDB Playground interface. On the left, the 'CONNECTIONS' panel shows a connection to 127.0.0.1:27017. The 'PLAYGROUNDS' panel shows a button to 'Create New Playground'. The main editor contains the following JavaScript code:

```
const { MongoClient } = require("mongodb");

const { MongoClient } = require("mongodb");

1
const { MongoClient } = require("mongodb");
2
3
4 async function run() {
5   const uri = "mongodb://localhost:27017";
6   const client = new MongoClient(uri);
7
8   try {
9     await client.connect();
10    const db = client.db("performance_test");
11    const collections = await db.listCollections({ name: "sales" }).toArray();
12
13    if (collections.length === 0) {
14      await db.createCollection("sales");
15      console.log("Колекція 'sales' створена.");
16    } else {
17      console.log("Колекція 'sales' вже існує.");
18    }
19  } catch (err) {
20    console.error(err);
21  } finally {
22    await client.close();
23  }
24
25  run();
26
```

2) Генерація та вставка тестових даних

I. Написати Python-скрипт insert_data.py для генерації 100 000 документів.

The screenshot shows the MongoDB Playground interface with a Python script in the editor. The script generates 100,000 documents and inserts them into the 'sales' collection. The code is as follows:

```
1 from pymongo import MongoClient
2 import random
3 import datetime
4
5 # Підключення до MongoDB
6 client = MongoClient("mongodb://localhost:27017")
7 db = client["performance_test"]
8 collection = db["sales"]
9
10 # Категорії товарів
11 categories = ["Electronics", "Clothing", "Books", "Home", "Sports"]
12
13 # Функція для генерації коректної дати
14 def generate_date():
15     year = 2024
16     month = random.randint(1, 12)
17     day = random.randint(1, 28) # Використовуємо 28, щоб уникнути проблем з різною кількістю днів у місяцях
18     return datetime.datetime(year, month, day)
19
20 # Генерація 100 000 документів
21 documents = [
22     {
23         "customer_id": random.randint(1, 1000),
24         "category": random.choice(categories),
25         "amount": round(random.uniform(1, 500), 2),
26         "timestamp": generate_date()
27     }
28     for _ in range(100000)
29 ]
30
31 # Вставка документів
32 collection.insert_many(documents)
33 print("Успішно вставлено 100 000 документів у колекцію 'sales'.")
34
```

II. Виконати скрипт та переконатися, що дані вставлено.

Успішно вставлено 100 000 документів у колекцію 'sales'.

3) Оптимізація запитів за допомогою індексів

I. Виконати пошуковий запит без індексу та виміряти час виконання (query_no_index.py).

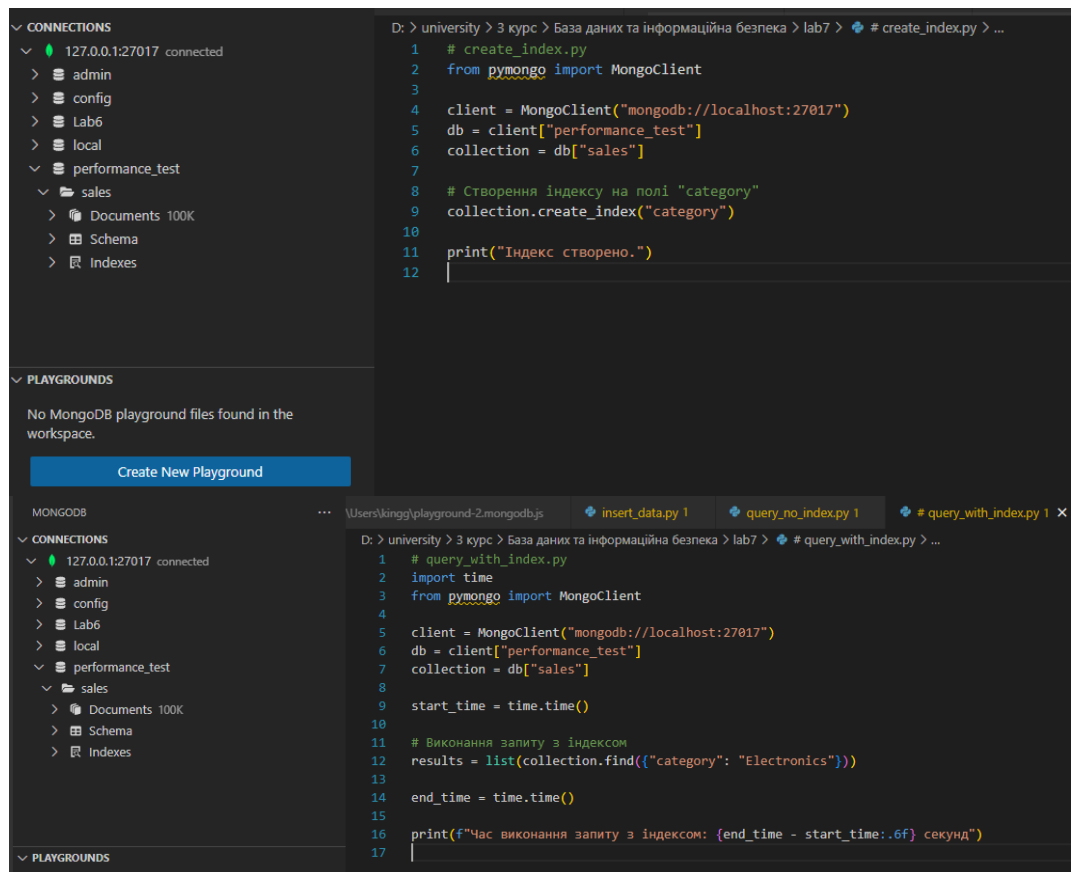
The screenshot shows the MongoDB Playground interface with a Python script in the editor. The script measures the time taken to execute a query without an index. The code is as follows:

```
1 # query_no_index.py
2 import time
3 from pymongo import MongoClient
4
5 client = MongoClient("mongodb://localhost:27017")
6 db = client["performance_test"]
7 collection = db["sales"]
8
9 start_time = time.time()
10
11 # Виконання запиту без індексу
12 results = list(collection.find({"category": "Electronics"}))
13
14 end_time = time.time()
15
16 print(f"Час виконання запиту без індексу: {end_time - start_time:.6f} секунд")
17
```

Below the code, the output is displayed:

```
= RESTART: D:\university\3 курс\База даних та інформаційна безпека\lab7\query_no_index.py
Час виконання запиту без індексу: 0.248008 секунд
```

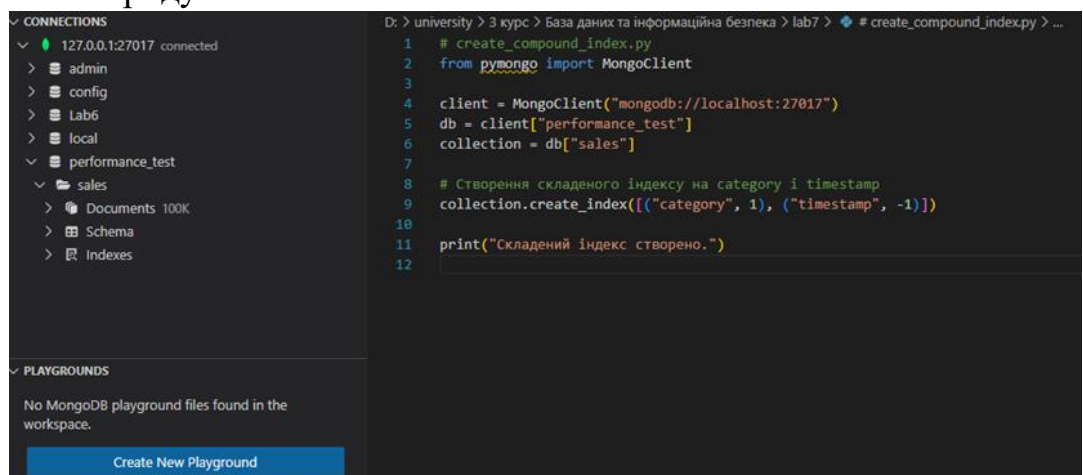
II. Створити індекс на полі category (create_index.py).



III. Повторно виконати запит та порівняти час виконання.

```
= RESTART: D:\university\3 курс\База даних та інформаційна безпека\lab7\create_index.py
Індекс створено.
>>>
= RESTART: D:\university\3 курс\База даних та інформаційна безпека\lab7\query_with_index.py
Час виконання запиту з індексом: 0.123010 секунд
```

IV. Дослідити складений індекс (category, timestamp) та його вплив на продуктивність.



2. Частина 2: Налаштування реплікації у MongoDB

1) Запустити три екземпляри MongoDB у режимі реплікації.

Порт:27017

```
Administrator: Командний рядок - mongod --replSet rs0 --port 27017 --dbpath C:\data\rs0-1 --bind_ip localhost

Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5608]
(c) Корпорація Майкрософт. Усі права захищені.

C:\Windows\system32>mongod --replSet rs0 --port 27017 --dbpath C:\data\rs0-1 --bind_ip localhost
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.868+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23285, "ctx":"thread1","msg":"Automatica
lly disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDisabledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.872+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":5945603, "ctx":"thread1","msg":"Multi thre
ading initialized"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.872+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4648601, "ctx":"thread1","msg":"Implicit T
CP FastOpen unavailable. If TCP FastOpen is required, set at least one of the related parameters","attr":{"relatedParamet
ers":["tcpFastOpenServer","tcpFastOpenClient","tcpFastOpenQueueSize"]}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.874+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4915701, "ctx":"thread1","msg":"Initialize
d wire specification","attr":{"spec":{"incomingExternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"incomingIntern
alClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"outgoing":{"minWireVersion":6,"maxWireVersion":25},"isInternalClient"
:true}}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.875+03:00"},"s":"I", "c":"TENANT_M", "id":7091600, "ctx":"thread1","msg":"Starting T
enantMigrationAccessBlockerRegistry"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.875+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":4615611, "ctx":"initandlisten","msg":"Mong
oDB starting","attr":{"pid":23048,"port":27017,"dbPath":"C:/data/rs0-1","architecture":"64-bit","host":"DESKTOP-F3ENC70"
}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.875+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23398, "ctx":"initandlisten","msg":"Targ
et operating system minimum version","attr":{"targetMinOS":"Windows 7/Windows Server 2008 R2"}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.875+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23403, "ctx":"initandlisten","msg":"Buil
d Info","attr":{"buildInfo":{"version":"8.0.6","gitVersion":"80f21521ad4a3dfd5613f5d649d7058c6d46277f","modules":[],"all
ocator":"tcmalloc-gperf","environment":{"distmod":"windows","distarch":"x86_64","target_arch":"x86_64"}}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.876+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":51765, "ctx":"initandlisten","msg":"Oper
ating System","attr":{"os":{"name":"Microsoft Windows 10","version":"10.0 (build 19045)"}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:37:10.876+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":21951, "ctx":"initandlisten","msg":"Opti
ons set by command line","attr":{"options":{"net":{"bindIp":"localhost","port":27017,"replication":{"replSet":"rs0"},"s
torage":{"dbPath":"C:\\data\\rs0-1"}}}}}

```

Порт:27018

```
Administrator: Командний рядок - mongod --replSet rs0 --port 27018 --dbpath C:\data\rs0-2 --bind_ip localhost

Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5608]
(c) Корпорація Майкрософт. Усі права захищені.

C:\Windows\system32>mongod --replSet rs0 --port 27018 --dbpath C:\data\rs0-2 --bind_ip localhost
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:00.962+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23285, "ctx":"thread1","msg":"Automatica
lly disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDisabledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.463+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":5945603, "ctx":"thread1","msg":"Multi thre
ading initialized"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.463+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4648601, "ctx":"thread1","msg":"Implicit T
CP FastOpen unavailable. If TCP FastOpen is required, set at least one of the related parameters","attr":{"relatedParamet
ers":["tcpFastOpenServer","tcpFastOpenClient","tcpFastOpenQueueSize"]}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.463+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4915701, "ctx":"thread1","msg":"Initialize
d wire specification","attr":{"spec":{"incomingExternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"incomingIntern
alClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"outgoing":{"minWireVersion":6,"maxWireVersion":25},"isInternalClient"
:true}}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.466+03:00"},"s":"I", "c":"TENANT_M", "id":7091600, "ctx":"thread1","msg":"Starting T
enantMigrationAccessBlockerRegistry"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.466+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":4615611, "ctx":"initandlisten","msg":"Mong
oDB starting","attr":{"pid":14720,"port":27018,"dbPath":"C:/data/rs0-2","architecture":"64-bit","host":"DESKTOP-F3ENC70"
}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.466+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23398, "ctx":"initandlisten","msg":"Targ
et operating system minimum version","attr":{"targetMinOS":"Windows 7/Windows Server 2008 R2"}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.466+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23403, "ctx":"initandlisten","msg":"Buil
d Info","attr":{"buildInfo":{"version":"8.0.6","gitVersion":"80f21521ad4a3dfd5613f5d649d7058c6d46277f","modules":[],"all
ocator":"tcmalloc-gperf","environment":{"distmod":"windows","distarch":"x86_64","target_arch":"x86_64"}}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.466+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":51765, "ctx":"initandlisten","msg":"Oper
ating System","attr":{"os":{"name":"Microsoft Windows 10","version":"10.0 (build 19045)"}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:38:02.466+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":21951, "ctx":"initandlisten","msg":"Opti
ons set by command line","attr":{"options":{"net":{"bindIp":"localhost","port":27018,"replication":{"replSet":"rs0"},"s
torage":{"dbPath":"C:\\data\\rs0-2"}}}}}

```

Порт:27019

```
Administrator: Командний рядок - mongod --replSet rs0 --port 27019 --dbpath C:\data\rs0-3 --bind_ip localhost

Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5608]
(c) Корпорація Майкрософт. Усі права захищені.

C:\Windows\system32>mongod --replSet rs0 --port 27019 --dbpath C:\data\rs0-3 --bind_ip localhost
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.091+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23285, "ctx":"thread1","msg":"Automatica
lly disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDisabledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.092+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":5945603, "ctx":"thread1","msg":"Multi thre
ading initialized"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.093+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4648601, "ctx":"thread1","msg":"Implicit T
CP FastOpen unavailable. If TCP FastOpen is required, set at least one of the related parameters","attr":{"relatedParamet
ers":["tcpFastOpenServer","tcpFastOpenClient","tcpFastOpenQueueSize"]}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.095+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4915701, "ctx":"thread1","msg":"Initialize
d wire specification","attr":{"spec":{"incomingExternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"incomingIntern
alClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"outgoing":{"minWireVersion":6,"maxWireVersion":25},"isInternalClient"
:true}}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.095+03:00"},"s":"I", "c":"TENANT_M", "id":7091600, "ctx":"thread1","msg":"Starting T
enantMigrationAccessBlockerRegistry"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.095+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":4615611, "ctx":"initandlisten","msg":"Mong
oDB starting","attr":{"pid":4052,"port":27019,"dbPath":"C:/data/rs0-3","architecture":"64-bit","host":"DESKTOP-F3ENC70"
}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.096+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23398, "ctx":"initandlisten","msg":"Targ
et operating system minimum version","attr":{"targetMinOS":"Windows 7/Windows Server 2008 R2"}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.096+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23403, "ctx":"initandlisten","msg":"Buil
d Info","attr":{"buildInfo":{"version":"8.0.6","gitVersion":"80f21521ad4a3dfd5613f5d649d7058c6d46277f","modules":[],"all
ocator":"tcmalloc-gperf","environment":{"distmod":"windows","distarch":"x86_64","target_arch":"x86_64"}}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.096+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":51765, "ctx":"initandlisten","msg":"Oper
ating System","attr":{"os":{"name":"Microsoft Windows 10","version":"10.0 (build 19045)"}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T19:39:36.096+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":21951, "ctx":"initandlisten","msg":"Opti
ons set by command line","attr":{"options":{"net":{"bindIp":"localhost","port":27019,"replication":{"replSet":"rs0"},"s
torage":{"dbPath":"C:\\data\\rs0-3"}}}}}

```

2) Ініціалізувати реплікаційний набір та додати вузли.

```

test> rs.initiate()
{
  info2: 'no configuration specified. Using a default configuration for the set',
  me: 'localhost:27017',
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1744131357, i: 1 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA=', 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1744131357, i: 1 })
}
rs0 [direct: secondary] test> rs.add("localhost:27018")
{
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1744131405, i: 1 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA=', 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1744131405, i: 1 })
}
rs0 [direct: primary] test> rs.add("localhost:27019")
{
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1744131415, i: 1 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA=', 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1744131415, i: 1 })
}

```

- 3) Виконати запис у Primary та перевірити доступність даних на Secondary-вузлах.

```

    _id: 0,
    name: 'localhost:27017',
    health: 1,
    state: 1,
    stateStr: 'PRIMARY',
    uptime: 150,
    optime: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeDate: ISODate('2025-04-08T16:58:01.000Z'),
    optimeWritten: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeWrittenDate: ISODate('2025-04-08T16:58:01.000Z'),
    lastAppliedWallTime: ISODate('2025-04-08T16:58:01.425Z'),
    lastDurableWallTime: ISODate('2025-04-08T16:58:01.425Z'),
    lastWrittenWallTime: ISODate('2025-04-08T16:58:01.425Z'),
    syncSourceHost: '',
    syncSourceId: -1,
    infoMessage: '',
    electionTime: Timestamp({ t: 1744131357, i: 2 }),
    electionDate: ISODate('2025-04-08T16:55:57.000Z'),
    configVersion: 5,
    configTerm: 1,
    self: true,
    lastHeartbeatMessage: ''
  },
  {
    _id: 1,
    name: 'localhost:27018',
    health: 1,
    state: 2,
    stateStr: 'SECONDARY',
    uptime: 25,
    optime: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeDurable: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeWritten: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeDate: ISODate('2025-04-08T16:58:01.000Z'),
    optimeDurableDate: ISODate('2025-04-08T16:58:01.000Z'),
    optimeWrittenDate: ISODate('2025-04-08T16:58:01.000Z'),
    lastAppliedWallTime: ISODate('2025-04-08T16:58:01.425Z'),
    lastDurableWallTime: ISODate('2025-04-08T16:58:01.425Z'),
    lastWrittenWallTime: ISODate('2025-04-08T16:58:01.425Z'),
    lastHeartbeat: ISODate('2025-04-08T16:58:11.438Z'),
    lastHeartbeatRecv: ISODate('2025-04-08T16:58:11.438Z'),
    pingMs: Long('0'),
    lastHeartbeatMessage: '',
    syncSourceHost: 'localhost:27017',
    syncSourceId: 0,
    infoMessage: '',
    configVersion: 5,
    configTerm: 1
  },
  {
    _id: 2,
    name: 'localhost:27019',
    health: 1,
    state: 2,
    stateStr: 'SECONDARY',
    uptime: 14,
    optime: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeDurable: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    optimeWritten: { ts: Timestamp({ t: 1744131481, i: 1 }), t: Long('1') },
    rs0 [direct: primary] test>

```

4) Відключити Primary та дослідити поведінку системи.

3. Частина 3: Реалізація шардінгу у MongoDB

1) Запустити два екземпляри MongoDB у режимі шардів.


```
Administrator: Windows PowerShell
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/powershell

PS C:\Windows\system32> mongod --shardsvr --port 27021 --dbpath C:\data\shard1 --bind_ip localhost
BadValue: Cannot start a shardsvr as a standalone server. Please use the option --replSet to start the node as a replica
set.
try 'C:\Program Files\MongoDB\Server\8.0\bin\mongod.exe --help' for more information
PS C:\Windows\system32> mongod --shardsvr --port 27021 --dbpath C:\data\shard1 --bind_ip localhost --replSet rs0
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:21.968+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23285, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Automatically disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDisabledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:21.970+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":5945603, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Multi threading initialized"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:21.971+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4648601, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Implicit TCP FastOpen unavailable. If TCP FastOpen is required, set at least one of the related parameters","attr":{"re
latedParameters":["tcpFastOpenServer","tcpFastOpenClient","tcpFastOpenQueueSize"]}}

Administrator: Windows PowerShell
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/powershell

PS C:\Windows\system32> mongod --shardsvr --port 27022 --dbpath C:\data\shard2 --bind_ip localhost --replSet rs0
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:31.671+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23285, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Automatically disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDisabledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:33.144+03:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":5945603, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Multi threading initialized"}
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:33.144+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4648601, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Implicit TCP FastOpen unavailable. If TCP FastOpen is required, set at least one of the related parameters","attr":{"re
latedParameters":["tcpFastOpenServer","tcpFastOpenClient","tcpFastOpenQueueSize"]}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:33.146+03:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4915701, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Initialized wire specification","attr":{"spec":{"incomingExternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"inco
mingInternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":25},"outgoing":{"minWireVersion":6,"maxWireVersion":25},"isInte
rnalClient":true}}}
{"t":{"$date":"2025-04-08T20:04:33.147+03:00"},"s":"I", "c":"REPL", "id":5123008, "svc":"-", "ctx":"thread1","msg":
"Successfully registered PrimaryOnlyService","attr":{"service":"RenameCollectionParticipantService","namespace":"config.
localRenameParticipants"}}

mongosh mongodbs://127.0.0.1:26050/?directConnection=true&serverSelectionTimeoutMS=2000
test> ns.initiate({
...   _id: "configReplSet",
...   configsvr: true,
...   members: [
...     { _id: 0, host: "localhost:26050" },
...     { _id: 1, host: "localhost:26051" },
...     { _id: 2, host: "localhost:26052" }
...   ]
... })
{
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1744202297, i: 1 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA= ', 0),
      keyId: Long('0')
    },
    operationTime: Timestamp({ t: 1744202297, i: 1 })
  }
}
configReplSet [direct: secondary] test>
```

2) Додати шарди через MongoDB Shell.

```
ok: 1,
'$clusterTime': {
  clusterTime: Timestamp({ t: 1744202297, i: 1 }),
  signature: {
    hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA= ', 0),
    keyId: Long('0')
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1744202297, i: 1 })
}
...   _id: "shardRepl1",
...   members: [
...     { _id: 0, host: "localhost:27018" }
...   ]
... })
MongoServerError[AlreadyInitialized]: already initialized
...   _id: "shardRepl2",
...   members: [
...     { _id: 0, host: "localhost:27019" }
...   ]
configReplSet [direct: primary] test>
MongoServerError[AlreadyInitialized]: already initialized
```

Висновок:

Під час лабораторної роботи було розглянуто можливості MongoDB щодо підвищення продуктивності за допомогою індексів, реалізовано реплікаційний набір для забезпечення відмовостійкості та протестовано базові механізми шардінгу. Також було реалізовано генерацію великого обсягу тестових даних, виконано порівняння швидкості запитів із та без індексів, і проведено інтеграцію з Python. Усі завдання виконано успішно, що дало змогу закріпити практичні навички масштабування та оптимізації MongoDB.