

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

«Допущено до захисту»

Гарант ОПП

Сагайда П.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Комп'ютерні науки та цифровий інтелект»
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

на тему: «Дослідження та проектування бази даних позицій
обпалювальної машини»

Керівник роботи

Олександр Костіков

Консультант
від практики

Костянтин Баранов

*Кваліфікаційна робота містить результати власних
досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Роман Таточенко

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Олена Павленко

Кривий Ріг 2024

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
ОПП Комп'ютерні науки та цифровий інтелект

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант ОПП

_____ Павло САГАЙДА

«06» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Таточенко Романа Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Дослідження та проектування бази даних позицій обпалювальної машини

керівник роботи Костіков Олександр Анатолійович, доц. каф. ЦТПАР

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету від 29.08.2023 р.

№137.1/29.08.2023

2. Термін подання роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи з тематики автоматизації обробки й аналізу даних та методів цифрового інтелекту, літературні джерела, результати власних експериментів та досліджень, технологічні інструкції тощо

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Реферат. Зміст. Вступ. 1. Аналіз технологічного процесу виготовлення окатишів. 2. Розробка математичної моделі для прогнозування вологості окатишів на виході з опалювальної машини. 3. Розробка бази даних позицій обпалювальної машини на основі платформи Azure. 4. Проведення та аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень з використанням бази даних позицій обпалювальної машини. 5. Економічні розрахунки. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Актуальність, мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження; розроблені або удосконалені математичні моделі, методика дослідження; діаграми проекту програмно-методичного комплексу в нотації UML (діаграми прецедентів, класів, послідовностей, діяльності); результати розробки та експериментальних досліджень; результати економічних розрахунків; висновки до роботи; публікація результатів дослідження.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
1	Костіков О.А., доц. каф. ЦТПАР
2	Костіков О.А., доц. каф. ЦТПАР
3	Костіков О.А., доц. каф. ЦТПАР
4	Костіков О.А., доц. каф. ЦТПАР
5	Гетьман І.А., доц. каф. ЦТПАР

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Аналіз технологічного процесу виготовлення окатишів	25.12.2023 - 30.12.2023
2	Розділ 2. Розробка математичної моделі для прогнозування вологості окатишів на виході з опалювальної машини.	25.12.2023 - 30.12.2023
3	Розділ 3. Розробка бази даних позицій опалювальної машини на основі платформи Azure.	25.12.2023 – 02.01.2024
4	Розділ 4. Проведення та аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень з використанням бази даних позицій опалювальної машини.	03.01.2024 - 07.01.2024
5	Розділ 5. Економічні розрахунки	03.01.2024 - 07.01.2024
6	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	07.01.2024 – 08.01.2024
7	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	10.01.2024 – 16.01.2024
8	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	17.01.2024 – 19.01.2024
9	Рецензування завершеної роботи. Захист	19.01.2024 – 24.01.2024

Здобувач

(Роман ТАТОЧЕНКО)

Керівник роботи

(Олександр КОСТИКОВ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 90 с., 44 рис., 5 таблиць, 19 джерел.

В сучасних умовах дуже велике значення має автоматизація виробничих процесів, в результаті чого забезпечується їх безперервність, підвищується кількість і якість вихідної продукції.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення окатишів у випалювальній машині.

Предмет дослідження – методи та засоби проектування бази даних позицій випалювальної машини для прогнозування характеристик вихідної продукції.

Мета дослідження є проектування бази даних позицій обпалювальної машини для обпалення окатишів, яка буде використовуватися для вибору даних для прогнозування вмісту вологи в окатишах на виході з машини.

Наукова новизна очікуваних результатів полягає у поліпшенні технологічного процесу виготовлення окатишів за рахунок прогнозування характеристик продукції, що виготовляється.

Практична цінність отриманих результатів полягає в створенні прогнозної моделі на основі розробленої бази даних і можливості моніторингу технологічного процесу виготовлення окатишів, що дозволить підвищити якість вихідної продукції.

Публікації <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-science-and-education-8-10-02-2024-chikago-ssha/>

Ключові слова База даних, позиції, прогнозування, хмарна платформа Microsoft Azure,

ABSTRACT

Explanatory note: 90 p., 44 figures, 5 tables, 19 sources.

In modern conditions, automation of production processes is of great importance, as a result of which their continuity is ensured, the quantity and quality of output increases.

The object of the research is the technological process of making pellets in a roasting machine.

The subject of the research is the methods and means of designing a database of roasting machine positions to predict the characteristics of the manufactured product.

The purpose of the study is to design a database of roasting machine positions, which will be used to select data to predict the moisture content of pellets at the outlet of the machine.

The scientific novelty of the expected results lies in the improvement of the technological process of pellet production by predicting the characteristics of the manufactured products.

The practical value of the obtained results lies in the creation of a predictive model based on the developed database and the possibility of monitoring the technological process of pellet production, which will improve the quality of the manufactured products.

Publications: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-science-and-education-8-10-02-2024-chikago-ssha/>

Keywords: database, positions, forecasting, Microsoft Azure cloud platform

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ОКАТИШІВ.....	7
1.1 Особливості підприємства МЕТІНВЕСТ ПрАТ «ПівніГЗК»	Помилка! Закладку не визначено.
1.2 Чавун	Помилка! Закладку не визначено.
1.3 Залізорудні окатиші	Помилка! Закладку не визначено.
1.4 Залізорудний агломерат	Помилка! Закладку не визначено.
1.5 Виробництва залізорудної сировини	Помилка! Закладку не визначено.
1.6 Випалювальна машина LURGI 552	Помилка! Закладку не визначено.
1.7 Принцип роботи під-зон.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.8 Позиції зони пропікання та їх відображення.	Помилка! Закладку не визначено.
1.9 Принципи дії ПІД-регулятора	Помилка! Закладку не визначено.
1.10 Показники якості підприємства	Помилка! Закладку не визначено.
1.11 Архівні данні випалювальної машини ...	Помилка! Закладку не визначено.
1.12 Висновки за розділом	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВОЛОГОСТІ ОКАТИШІВ НА ВИХОДІ З ОПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	Помилка! Закладку не визначено.

2.1 Розрахунки часу проходження під-зон **Помилка! Закладку не визначено.**

2.2 Лінійна багатофакторна регресія..... **Помилка! Закладку не визначено.**

2.3 Висновки за розділом**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ ПОЗИЦІЙ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ
МАШИНИ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ AZURE 32

3.1 Класифікація баз даних..... 32

3.1.1 Прості структури даних 32

3.1.2 Ієрархічні бази даних 34

3.1.3 Мережеві бази даних 35

3.1.4 SQL бази даних 36

3.1.5 NoSQL бази даних..... 38

3.1.6 Документні бази даних 39

3.1.7 Графові бази даних 41

3.1.8 Стовбчикові бази даних 42

3.1.9 Бази даних часових рядів 45

3.1.10 NewSQL бази даних 46

3.1.11 Багатомодельні бази даних 47

3.2 Середовище Azure 48

3.3 Azure Analysis Services 50

3.4 Віртуалізація бази даних 59

3.5 Висновки за розділом 65

РОЗДІЛ 4. ПРОВЕДЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕОРЕТИЧНИХ
ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ
БАЗИ ДАНИХ ПОЗИЦІЙ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ..... 66

4.1 Розрахунок в середовищі Gretl 66

4.2 Висновки за розділом 80

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ **Помилка! Закладку не визначено.**

5.1 Висновки за розділом	Помилка! Закладку не визначено.
ВИСНОВКИ	Помилка! Закладку не визначено.
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Помилка! Закладку не визначено.
ДОДАТОК А. ВІДОМОСТІ РОБОТИ	32
ДОДАТОК Б. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	34

ВСТУП

Актуальність дослідження пов'язаний з відстеженням значення показників технічного процесу та залежність їх один від одного. Після аналізу даних можливо робити прогнози якості продукції.

Під час роботи випалювальної машини важливі усі значення показників, що впливають на технічний процес. Сумарно їх більше 300, але для даного дослідження використовуємо обмежені параметри для спрощення розрахунків.

Тема дослідження нерозривно стосується металургії, важливо розглянути її для подальшого розвитку та вдосконалення промислових процесів.

Зростання витрат збільшує собівартість продукту, наприклад, постійне подорожчання цін на електроенергію та природний газ. Це призводить до втрати конкурентоспроможності та втрати ринку збуту.

Так для зменшення витрат на природний газ впровадили новітню розробку подачі суміші соняшникового насіння у горно машини задля економії.

Якщо зроблена база даних підтвердить свою ефективність, то це призведе до покращення якості та деякого економічного ефекту.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ОКАТИШІВ

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ ПОЗИЦІЙ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ AZURE

3.1 Класифікація баз даних

3.1.1 Прості структури даних

Структура даних – це контейнер, який зберігає дані у певному макеті. Цей «макет» дозволяє структурі даних бути ефективним в деяких операціях і неефективним в інших.

База даних текстових файлів дуже проста и використовується для роботи з малими обсягами даних. Для розділення між собою використовують «,», «;», а в csv-файлах датасетів, «:» або пробіл в *nix-подібних системах:

Лінійні елементи утворюють послідовність або лінійний список, обхід вузлів лінійний.

Нелінійні, якщо обхід вузлів нелінійний, дані не послідовні.

/ Etc / passwd в * nix системі

```

root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
bin:x:2:2:bin:/bin:/usr/sbin/nologin
sys:x:3:3:sys:/dev:/usr/sbin/nologin
sync:x:4:65534:sync:/bin:/bin/sync
games:x:5:60:games:/usr/games:/usr/sbin/nologin
man:x:6:12:man:/var/cache/man:/usr/sbin/nologin
lp:x:7:7:lp:/var/spool/lpd:/usr/sbin/nologin
mail:x:8:8:mail:/var/mail:/usr/sbin/nologin
news:x:9:9:news:/var/spool/news:/usr/sbin/nologin
backup:x:34:34:backup:/var/backups:/usr/sbin/nologin
list:x:38:38:Mailing List Manager:/var/list:/usr/sbin/nologin
nobody:x:65534:65534:nobody:/nonexistent:/usr/sbin/nologin
syslog:x:102:106:./home/syslog:/usr/sbin/nologin
bob:x:1000:1000:Bob Smith,,,:/home/bob:/bin/bash

```

Рисунок 12 – Приклад простих структурних баз даних

Наслідки:

- використовуються для зберігання конфігураційних даних;
- обмежений тип і рівень складності інформації, що зберігається;
- важко встановити зв'язок між компонентами даних;
- відсутність функцій паралелізму;
- практичні лише для систем з невеликими вимогами до читання та запису;
- немає потреби у сторонньому програмному забезпеченні.

Приклади:

- /etc/passwd /etc/fstab в * nix-системах
- csv-файли

3.1.2 Ієрархічні бази даних

Ієрархічна модель даних — це модель, де використовується представлення бази даних у вигляді деревовидної (ієрархічної) структури, що складається з об'єктів (даних) різних рівнів. За ієрархічною моделлю функціонує файлова система комп'ютера.

В даній базі даних використовують чітку фіксовану систему правил для відображення її структури та внутрішніх параметрів.

У різний час послідовне застосування одержували ієрархічна, мережна і реляційна моделі даних. У наш час усе більшого поширення набуває об'єктно-орієнтований підхід до організації баз даних ГІС.

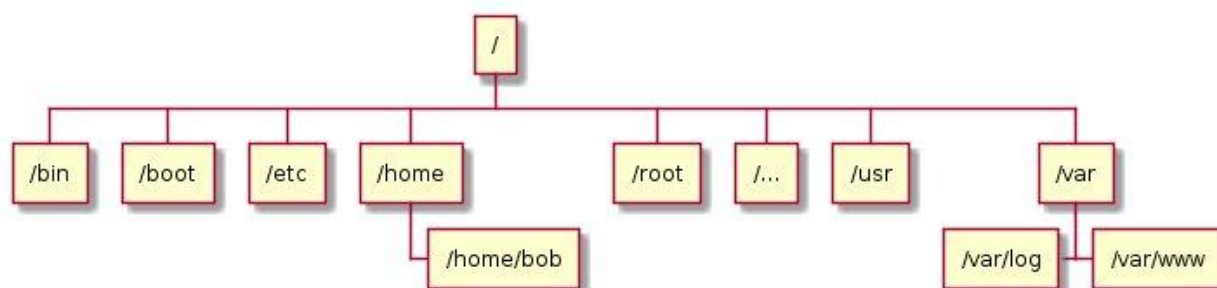


Рисунок 12 – Приклад побудови ієрархічних зв'язків

Наслідки:

- інформація організована у вигляді деревоподібної структури з відносинами «предок-нащадок»;
- кожен запис може мати не більше одного з батьків;
- зв'язки між записами виконані у вигляді фізичних покажчиків;
- неможливо реалізувати відносини «багатьом-багатьом».

Приклади:

- файлові системи

- DNS
- LDAP

3.1.3 Мережеві бази даних

Мережева модель розширює ієрархічну модель, дозволяючи групувати зв'язки між записами в множини. З логічної точки зору зв'язок – це не сам запис. Зв'язки лише виражають відносини між записами. Як й в ієрархічній моделі, зв'язки ведуть від батьківського запису до дочірнього, але цього разу підтримується множинне спадкування.

Мережеві бази даних розширюють функціональність ієрархічних: записи можуть мати більше одного з батьків. Отже, можна моделювати складні відносини.

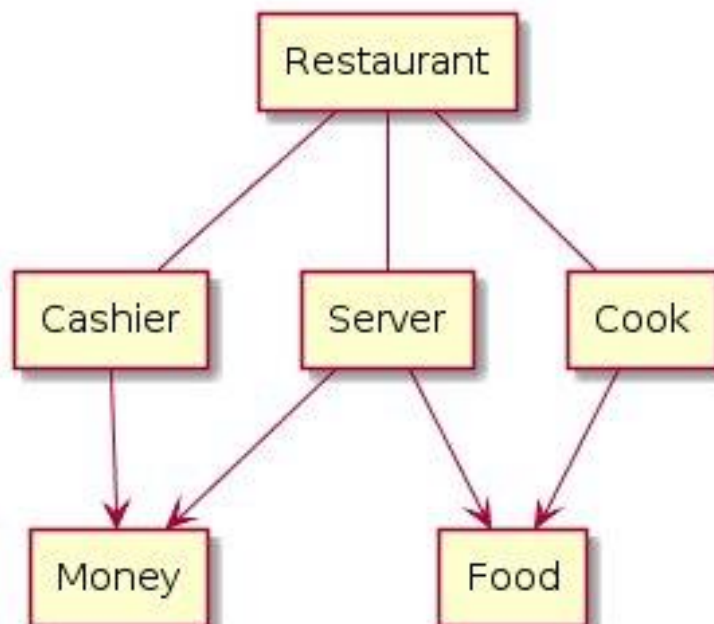


Рисунок 13. – Приклад зв'язків в мережевій базі даних

Наслідки: мережеві бази даних подаються не деревом, а загальним графом обмежені тими ж шаблонами доступу, що ієрархічні БД.

Приклади: IDMS та реляційні БД.

3.1.4 SQL бази даних

SQL - це непроцедурна мова БД, орієнтована на великий обсяг оброблюваної інформації. Непроцедурний означає, що в ньому насамперед приділяється увага які дані викликати, видаляти чи вставляти, а не яким чином це робити. Кількісно-орієнтований означає, що з допомогою цієї мови можна обробляти значні обсяги інформації у групах.

Бази даних типу SQL використовуються тільки у програмах з його підтримкою. SQL має чіткі правила, але доволі гнучкий для будь якої мови програмування.

– Великі / малі літери.

– Простори та відступи.

– Ключові слова.

Фактичні оператори SQL не чутливі до регістру. Однак, як тільки буде сформовано пряме посилання на вміст бази даних, написання має точно дотримуватися. Основою ж SQL-вирази є ключові слова, організовані оператори.

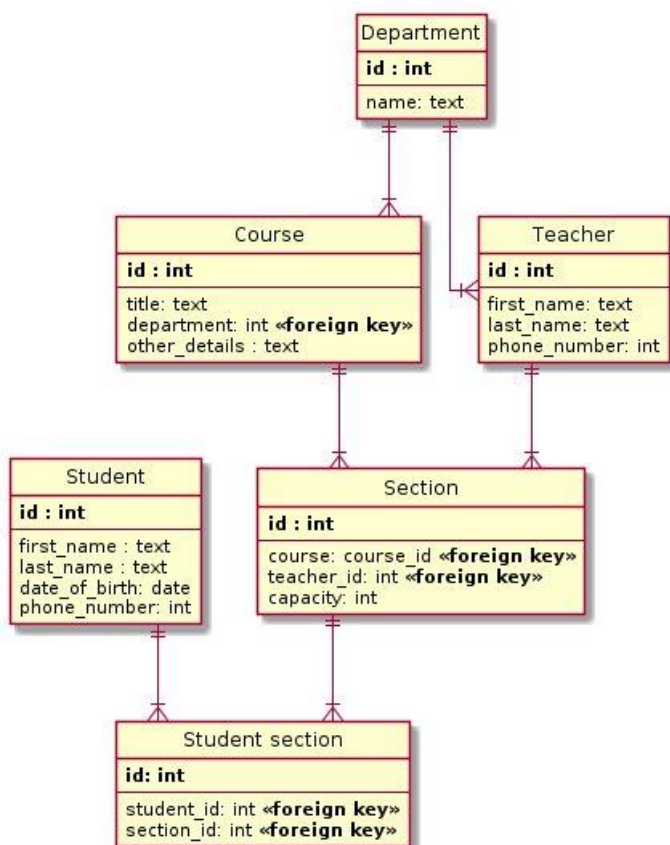


Рисунок 14 – Приклад SQL бази даних

Наслідки:

- поле в таблиці, зване зовнішнім ключем, може містити посилання на стовпці в інших таблицях, що дозволяє їх з'єднувати;
- високоорганізована структура і гнучкість робить реляційні БД потужними і такими, що адаптуються до різних типів даних;
- для доступу до даних використовується мова структурованих запитів (SQL);
- надійний вибір для багатьох додатків.

Приклади:

- MySQL
- MariaDB
- PostgreSQL
- SQLite

3.1.5 NoSQL бази даних

База даних «ключ — значення» — словник (хеш-таблиця), що управляє асоціативними масивами та зберігає їх

Словник складається з даних що містять багато полів, об'єктів та записів. Використовуючи ключі можна ідентифікувати швидкий пошук даних.

Бази даних «ключ — значення» працюють зовсім інакше, ніж відомі реляційні бази даних (РБД). У РБД попередньо визначають структуру даних у базі даних як послідовність таблиць, що містять поля з чітко визначеними типами даних. Експонування типів даних у базі даних дозволяє застосувати низку оптимізацій.

Оскільки необов'язкові значення не представлені заповнювачами або вхідними параметрами, як у більшості РБД, бази даних «ключ — значення» часто використовують набагато менше пам'яті для зберігання однієї й тієї ж бази даних, що може призвести до значного збільшення продуктивності за певних робочих навантажень.

key:	value
user_id:	f5badc33-5bd7-4b65-a737-b5304675f476
color:	blue
repetitions:	3
text:	hello world
data:	{ ... }

Рисунок 14 – Ключова база даних

Наслідки:

– сховища забезпечують швидкий доступ з незначними витратами;

- часто зберігають дані конфігурацій і інформацію про стан даних, представлених словниками або хешем;
- немає жорсткої схеми відносини між даними, тому в таких БД часто зберігають одночасно різні типи даних;
- розробник відповідає за визначення схеми іменування ключів і за те, щоб значення мало відповідний тип / формат.

Приклади:

- Redis
- memcached
- etcd

3.1.6 Документні бази даних

База даних документів – це тип баз даних NoSQL, призначений для зберігання та запиту даних у вигляді документів у форматі, подібному до JSON.

JavaScript Object Notation (JSON) – це відкритий формат обміну даними, що читається як людиною, так і машиною.

Розробники можуть використовувати документи JSON у своєму коді та зберігати їх безпосередньо у базі даних документів.

Гнучкий, напівструктурований, ієрархічний характер документів та його баз даних дозволяє їм розвиватися відповідно до потреб додатків.

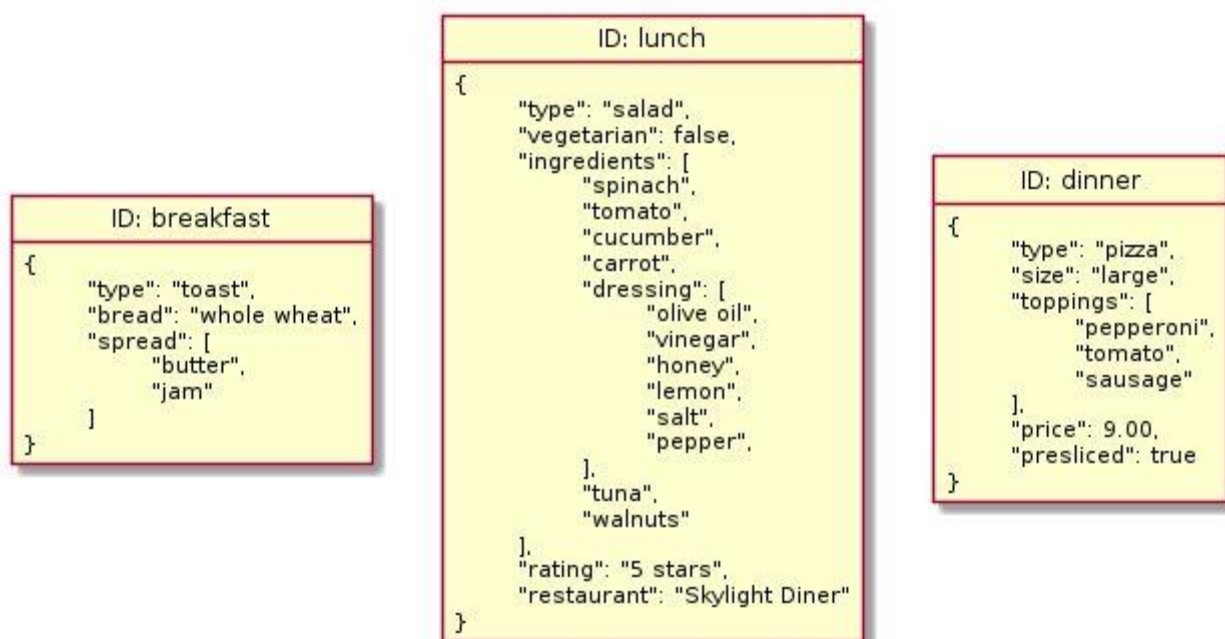


Рисунок 15 – Приклад документної бази даних

Наслідки:

- універсальна ;
- неповторна внутрішня частина;
- швидка розробка;
- можна змінювати властивості даних, не змінюючи структуру.

Приклади:

- MongoDB
- RethinkDB

3.1.7 Графові бази даних

Графа база даних - різновид баз даних з реалізацією мережевої моделі у вигляді графа та його узагальнень. Графовий СУБД - система управління графовими базами даних. Модель зберігання інформації у вигляді графів, графів із властивостями у вузлах та гіперграфів склалася у 1990—2000 роках

Замість зіставлення зв'язків з таблицями і зовнішніми ключами, графові бази даних встановлюють зв'язки, використовуючи вузли, ребра і властивості.

Графові бази даних застосовуються для моделювання соціальних графів (соціальних мереж), біоінформатики, а також для семантичної павутини.

Для завдань із природною графовою структурою даних графові СУБД можуть значно перевищувати реляційні за продуктивністю, і навіть мати переваги у наочності уявлення і простоті внесення змін у схему бази даних.

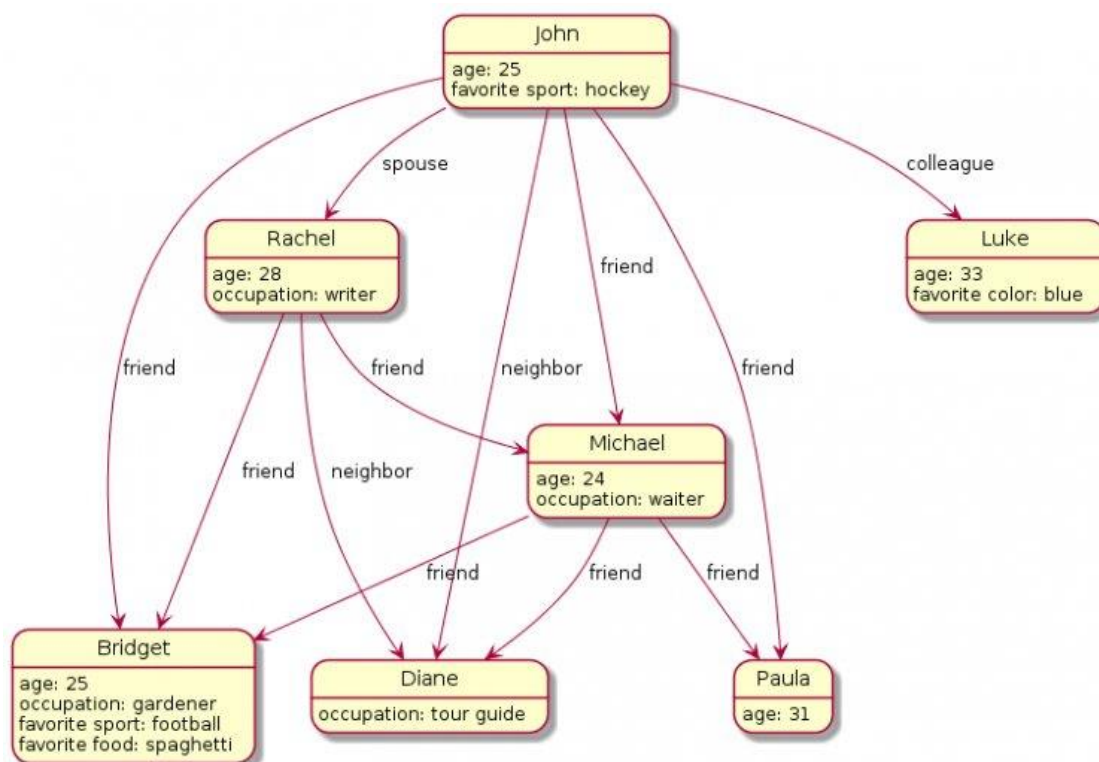


Рисунок 16 – Графові бази даних

Наслідки:

- Схожа на мережеву базу даних;
- фокусуються на зв'язках між елементами;
- чіткі зв'язки між типами даних;
- не вимагають покрокового обходу для переміщення між елементами;
- необмежена зв'язками.

Приклади:

- Neo4j
- JanusGraph
- Dgraph

3.1.8 Стівчиківі бази даних

Стовбчикові бази даних (також нереляційні колоночні сховища або бази даних з широкими стовпцями) належать до сімейства NoSQL баз даних, але зовні схожі на реляційні бази даних. Як і реляційні, стовбчикові бази даних зберігають дані, використовуючи рядки і стовпці, але з іншим зв'язком між елементами.

У реляційних баз даних всі рядки повинні відповідати фіксованій схемою. Схема визначає, які стовпчики будуть в таблиці, типи даних та інші критерії. У стовбчикових базах замість таблиць є структури - «стовпчик сімейства».

Сімейства містять рядки, кожна з яких визначає власний формат. Рядок складається з унікального ідентифікатора, що використовується для пошуку, за яким слідують набори імен та значень стовпців.

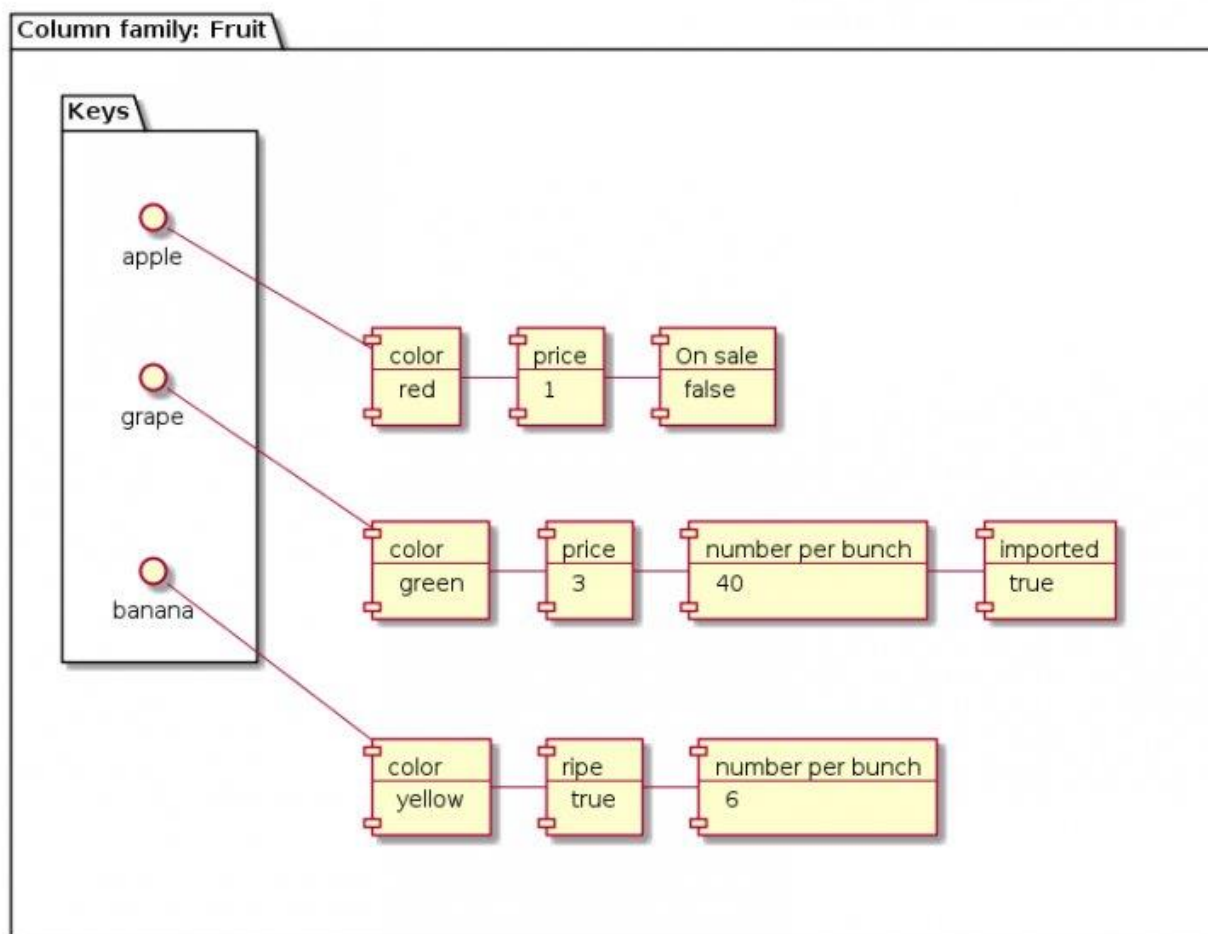


Рисунок 17 – Стовбчикова база даних

Наслідки:

- зручна при роботі та дуже продуктивна.
- дані та метадані доступні по одному ідентифікатору;
- розміщення даних в одному кластері.

Приклади:

- Cassandra
- HBase

3.1.9 Бази даних часових рядів

Дані часових рядів — це послідовність точок даних, зібраних за проміжки часу, що дає нам змогу відстежувати зміни з часом, протягом мілісекунд, днів або навіть років.

Бази даних часових рядів створені для збору і управління елементами, що змінюються з плином часу. Більшість таких баз даних організовані в структури, які записують значення для одного елемента.

У таблиці може бути декілька метрик.

Time	CPU Temp	System Load	Memory Usage %
2019-10-31T03:48:05+00:00	37	0.85	92
2019-10-31T03:48:10+00:00	42	0.87	90
2019-10-31T03:48:15+00:00	33	0.74	87
2019-10-31T03:48:20+00:00	34	0.72	77
2019-10-31T03:48:25+00:00	40	0.88	81
2019-10-31T03:48:30+00:00	42	0.89	82
2019-10-31T03:48:35+00:00	41	0.88	82

Рисунок 18 – Бази даних часових рядів

Наслідки:

- орієнтовані на запис;
- призначені для обробки постійного потоку вхідних даних;
- продуктивність залежить від кількості відслідковуваних елементів, інтервалу опитування між записом нових значень і фактичного корисного навантаження даних.

Приклади:

- OpenTSDB
- Prometheus
- InfluxDB
- TimescaleDB

3.1.10 NewSQL бази даних

NewSQL (англ. новий SQL) - клас реляційних СУБД, що виникли на рубежі 2000-х і 2010-х років, що прагнуть поєднати в собі переваги NoSQL та транзакційні вимоги класичних систем управління базами даних

Типові рішення, які використовуються для реалізації систем цього класу - сегментування, забезпечення консенсусу.

NewSQL бази даних успадковують реляційну структуру і семантику, але побудовані з використанням більш сучасних, масштабованих конструкцій. Мета - забезпечити більшу масштабованість, ніж реляційні БД, і більш високі гарантії узгодженості, ніж в NoSQL. Компроміс між узгодженістю і доступністю є фундаментальною проблемою розподілених баз даних, описаних теоремою CAP.

Наслідки:

- можливість горизонтального масштабування;
- висока доступність;
- велика продуктивність і реплікація;
- невеликий функціонал і гнучкість;
- чимале споживання ресурсів і необхідність спеціалізованих знань для роботи з базою даних.

Приклади:

- MemSQL
- VoltDB
- Spanner
- Calvin
- CockroachDB

- FaunaDB
- yugabyteDB

3.1.11 Багатомодельні бази даних

Багатомодельні бази даних - бази, які поєднують функціональні можливості кількох видів БД. Переваги такого підходу очевидні - одна і та ж система може використовувати різні уявлення для різних типів даних.

Багатомодельні бази даних (multi-model databases) реалізуються на базі використання одного єдиного інтегрованого сервера, який забезпечує підтримку кількох типів моделей даних.

Спільне розміщення даних з декількох типів БД в одній системі дозволяє виконувати нові операції, які в іншому випадку були б ускладнені або неможливі. Наприклад, багатомодельні бази можуть дозволити користувачам отримати доступ до даних, що зберігаються в різних типах БД, і управляти ними в рамках одного запиту, а також підтримують узгодженість даних при виконанні операцій, що змінюють інформацію відразу в декількох системах.

Наслідки:

- допомагають зменшити навантаження на СУБД;
- дозволяють розширюватися до нових моделей у міру зміни потреб без внесення змін до базової інфраструктури;
- забезпечують безперервний доступ і простий розподіл даних;
- мають лінійну масштабованість і прості для розробки.

Приклади:

- ArangoDB
- OrientDB
- Couchbase

3.2 Середовище Azure

Azure є загальнодоступною хмарною платформою Майкрософт. Azure надає велику кількість служб, у тому числі за моделями "платформа як послуга" (PaaS), "інфраструктура як послуга" (IaaS), а також можливості керування баз даних.

Azure, як і інші хмарні платформи, ґрунтується на технології, яка називається віртуалізацією. Більшість комп'ютерних апаратних компонентів можна емулювати у програмному забезпеченні. Зрештою, апаратне забезпечення - це просто набір інструкцій, які повністю або частково закодовані в кристалах кремнію. Шари емуляції використовуються для зіставлення інструкцій з інструкціями апаратного забезпечення. Шари емуляції дозволяють віртуалізованому устаткуванню виконуватися у програмному забезпеченні так само, як справжнє обладнання.

По суті, хмара є набір фізичних серверів в одному або декількох центрах обробки даних. Центри обробки даних виконують віртуалізацію обладнання клієнтам.

Щоб краще зрозуміти роботу серверів, розглянемо архітектуру апаратного забезпечення у центрі обробки даних. У кожному центрі обробки даних є колекція серверів у серверних стійках. Кожна стійка сервера містить безліч блейд-серверів та мережевий комутатор. Вони забезпечують мережне підключення та блок розподілу живлення (PDU), що створює енергію.

Стійка іноді об'єднуються у більші одиниці, які називаються кластерами. Серверні стійки (або кластери) вибираються для запуску віртуалізованих екземплярів обладнання користувача. Але на деяких серверах працює програмне забезпечення для керування хмарою, яке називається контролером структури.

Контролер структури є розподілений додаток з безліччю функцій. Він виділяє служби, стежить за працездатністю сервера та служб, що працюють на ньому, та відновлює сервери, коли на них відбувається збій. Кожен екземпляр контролера структури підключений до іншого набору серверів під керуванням програмного забезпечення хмарної оркестрації. Зазвичай цей набір називається зовнішнім інтерфейсом.

Зовнішній інтерфейс розміщує веб-служби, інтерфейси RESTful API та внутрішні бази даних Azure, які використовуються всіма функціями хмари.

Наприклад, зовнішній інтерфейс включає служби, які опрацьовують запити клієнтів. Запити виділяють ресурси та служби Azure, такі як Azure Віртуальні машини та Azure Cosmos DB.

Спочатку зовнішній інтерфейс проводить перевірку та підтверджує, що користувач авторизований для виділення ресурсів, на які надійшов запит. Якщо користувач авторизований, зовнішній інтерфейс звертається до бази даних для пошуку серверної стійки з достатньою ємністю та передає контролеру структури команду виділити ресурси.

Azure - це величезний набір серверів та мережевого обладнання, в якому виконується складне різноманіття розподілених програм. Ці програми оркеструють налаштування та роботу віртуалізованого апаратного та програмного забезпечення на цих серверах. Саме оркестрація серверів робить Azure настільки ефективною платформою.

У Azure користувачам не потрібно підтримувати та оновлювати обладнання, оскільки Azure займається цим у фоновому режимі.

Вас приветствует Azure!

У вас нет подписки? Посмотрите следующие варианты.



Начните с бесплатной пробной подписки Azure

Получите 200 долл. США на свой счет для приобретения продуктов и служб Azure, а также 12 месяцев использования популярных бесплатных

[Запустить](#)



Управление Microsoft Entra ID

Используйте Microsoft Entra ID для управления доступом, автоматизации интеллектуальных политик и укрепления безопасности.

[Представление](#)

[Дополнительные сведения](#)



Доступ к преимуществам для учащихся

Подтвердите свой академический статус и получите бесплатное программное обеспечение, деньги на счете в Azure или доступ к Azure Dev Tools for Teaching.

[Проводник](#)

[Дополнительные сведения](#)

Службы Azure



Создать ресурс



Центр быстрого...



Виртуальные машины



Службы приложений



Учетные записи...



Базы данных SQL



Azure Cosmos DB



Службы Kubernetes



Приложение-функция



Больше служб

Ресурсы

[Недавние](#)

[Избранное](#)

Имя

Тип

Последний просмотр

Рисунок 19 – Початкова сторінка Azure

3.3 Azure Analysis Services

Azure Analysis Services – це повністю керована платформа як послуга (PaaS), яка надає моделі даних корпоративного рівня у хмарі. За допомогою розширених функцій комбінування та моделювання можна поєднувати дані з кількох джерел даних, визначати метрики та захищати дані в одній довірній семантичній табличній моделі даних. Модель даних допомагає користувачам швидше виконувати

спеціальний аналіз даних за допомогою таких інструментів, як Power BI та Excel.

Швидко налаштування та підготовка до роботи на порталі Azure можна створити сервер за лічені хвилини. А за допомогою PowerShell та шаблонів Azure Resource Manager можна створювати сервери, використовуючи декларативний шаблон.

Використовуючи один шаблон, можна розгорнути ресурси сервера, включаючи такі компоненти Azure, як облікові записи зберігання та опції Azure.

Служби Azure Analysis Services інтегруються з іншими службами Azure, що дозволяє створювати складні аналітичні рішення.

Інтеграція з ідентифікатором Microsoft Entra забезпечує безпечний доступ на основі ролей до критично важливих даних. Ви можете інтегрувати служби з будь-яким конвеєром заводу даних Azure, додавши дію, яка завантажує дані в модель. Для спрощеної оркестрації моделей із застосуванням коду користувача можна використовувати службу автоматизації Azure та функції Azure.

Потрібний рівень у потрібний момент служби Azure Analysis Services надаються на рівнях Розробка, Базовий та Стандартний. У межах кожного рівня вартість планів залежить від обчислювальної потужності, доступних одиниць обробки запитів (QPU) та обсягу пам'яті.

Створюючи сервер, вибирайте план у межах рівня. Ви можете підвищити або знизити план в межах одного рівня або перейти з нижчого рівня на вищий, але не навпаки.

Рівень "Розробка" рекомендовано використовувати цей рівень для сценаріїв оцінки, розробки та тестування. Містить функції рівня "Стандартний", але має обмеження щодо обчислювальної потужності, QPU та обсягу пам'яті. Масштабування реплік запитів недоступне на цьому рівні. Також на цьому рівні не передбачено угоди про рівень обслуговування.

Таблиця 3. – Специфікація рівня "Розробка"

Планування	QPU	Пам'ять (ГБ)
D1	20	3

Рівень "Базовий" рекомендовано для робочих рішень з невеликими табличними моделями, обмеженим паралелізмом користувачів та невисокими вимогами до оновлення даних. Масштабування реплік запитів недоступне на цьому рівні. Також на цьому рівні не підтримується використання перспектив, кількох секцій та функцій табличної моделі DirectQuery.

Таблиця 4. – Специфікація рівня "Базовий"

Планування	QPU	Пам'ять (ГБ)
B1	40	10
B2	80	16

Рівень служб "Стандартний" найкраще підходить для критично важливих робочих додатків з моделями даних, що швидко ростуть, для яких необхідний еластичний паралелізм користувачів. На цьому рівні підтримуються всі функції табличного моделювання та можливість швидкого оновлення даних, що дозволяє оновлювати моделі даних практично у реальному часі.

Таблиця 5. – Специфікація рівня "Стандартний"

Планування	QPU	Пам'ять (ГБ)
------------	-----	--------------

S0	40	10
S1	100	25
S2	200	50
S4	400	100
S8 1, 2	320	200
S9 <u>1, 2</u>	640	400
S8v2 <u>1</u>	640	200
S9v2 <u>1</u>	1280	400

1 Доступно не в усіх регіонах.

2 S8 та S9 є застарілими. Рекомендується v2.

Збільшення та зменшення масштабу, призупинення та відновлення роботи можливо збільшити або зменшити масштаб сервера та призупинити його роботу.

Використовувати портал Azure або отримайте повний контроль над сервером у режимі реального часу за допомогою PowerShell.

Горизонтальне збільшення масштабу ресурсів для швидкого отримання відповідей на запит завдяки горизонтальному збільшенню масштабу клієнтські запити розподіляються між кількома репліками в пулі запитів.

Репліки запитів містять синхронізовані копії табличних моделей. Розподіл робочого навантаження запитів дозволяє зменшити час відгуку при високих робочих навантаженнях запитів. Операції обробки моделей можуть виконуватися окремо від пулу запитів, щоб ці операції не негативно впливали на клієнтські запити.

Можливо створити пул запитів, який містить до семи додаткових реплік запитів (всього вісім, включаючи сервер). Максимальна кількість реплік запиту, що зберігаються в одному пулі, залежить від вибраного

плану та регіону. Репліки запитів не можуть поширюватися за межами регіону сервера.

Ви можете горизонтально збільшувати масштаб реплік запитів відповідно до ваших потреб, так само як і змінювати рівень. Налаштувати горизонтальне масштабування на порталі або за допомогою інтерфейсів REST API.

На основі SQL Server Analysis Services служби Azure Analysis Services сумісні з багатьма корисними функціями служб SQL Server Analysis Services випуску Enterprise Edition. Служби Azure Analysis Services підтримують табличні моделі на рівні сумісності 1200 та вище. Табличні моделі є реляційними конструкціями моделювання (моделі, таблиці, стовпці), які формулюються у вигляді визначень об'єктів табличних метаданих у кодї мовою TMSL (Tabular Model Scripting Language) та в табличній моделі об'єктів (TOM). Крім того, підтримуються секції, перспективи, безпека на рівні рядків, двонаправлені зв'язки та перетворення.

Багатовимірні моделі та PowerPivot для SharePoint не підтримуються в Azure Analysis Services.

Для табличних моделей підтримуються режими DirectQuery та In-Memory. Табличні моделі в режимі In-Memory (за промовчанням) підтримують кілька джерел даних. Так як дані моделі стискаються (високий ступінь стиснення) і кешуються в пам'яті, цей режим забезпечує швидке отримання відповідей на запити великих обсягів даних. Він також забезпечує найбільшу гнучкість під час роботи зі складними наборами даних та запитами. Секціонування дозволяє виконувати поетапне завантаження, збільшує розпаралелювання та знижує споживання пам'яті. Також підтримуються й інші можливості моделювання даних, такі як таблиці, що обчислюються, і всі функції DAX.

Моделі, що виконуються в пам'яті, потрібно оновлювати (обробляти), щоб оновити кешовані дані з джерел даних. Завдяки підтримці суб'єктів-служб Azure автоматичні операції поновлення за допомогою PowerShell, TOM, TMSL і REST дозволяють гнучко підтримувати актуальність даних моделей.

У режимі DirectQuery використовується серверна реляційна база даних для зберігання та виконання запитів. Підтримуються великі набори даних в одному джерелі даних, наприклад SQL Server, сховище даних SQL Server, Базі даних SQL Azure, Azure Synapse Analytics, Oracle та Teradata.

Серверні набори даних можуть перевищувати доступний обсяг пам'яті ресурсів сервера. При роботі зі складними моделями даних оновлення не потрібне. Також є ряд обмежень, наприклад, обмеження типів джерел даних та обмеження формул DAX. Крім того, деякі розширені функції моделювання даних не підтримуються.

Доступність компонентів залежить від рівня. Підтримувані джерела даних табличні моделі в Azure Analysis Services підтримують різні джерела даних - від простих текстових файлів до великих даних в Azure Data Lake Store. Щоб отримати додаткові відомості, які підтримуються в службах Azure Analysis Services.

Рівень сумісності стосується роботи ядра Analysis Services різних випусків. Служба Azure Analysis Services підтримує табличні моделі на рівні сумісності 1200 та вище.

Надійне зберігання даних служби Azure Analysis Services забезпечують захист конфіденційних даних на кількох рівнях. Служба Azure Analysis Services надає захист рівня Базовий від розподілених атак типу "відмова в обслуговуванні" (DDoS). Цей захист автоматично включено до платформи Azure.

На рівні сервера служби Analysis Services надають брандмауер, автентифікацію Azure, ролі адміністратора сервера та шифрування на

стороні сервера. На рівні моделі даних ролі користувачів, безпека на рівні рядків та на рівні об'єктів дозволяють захистити дані та зробити їх видимими лише для тих користувачів, яким вони потрібні.

Брандмауер Azure Analysis Services блокує всі клієнтські підключення, крім IP-адрес, зазначених у правилах. За промовчанням для нових серверів захист за допомогою брандмауера вимкнено. Рекомендується увімкнути цей захист і настроїти правила у скрипті підготовки сервера або на порталі відразу після створення сервера.

Налаштуйте правила, які визначають допустимі IP-адреси (окремі IP-адреси клієнтів або діапазон IP-адрес). Можна також дозволити або заблокувати підключення Power BI (Служби). Налаштуйте брандмауер та правила на порталі або за допомогою PowerShell.

Перевірка автентифікації користувача обробляється ідентифікатором Microsoft Entra. При вході до бази даних користувачі застосовують посвідчення робочого облікового запису з відповідними правами доступу на основі ролей. Посвідчення користувачів повинні бути членами ідентифікатора Microsoft Entra за промовчанням для передплати сервера.

Для зберігання даних та метаданих баз даних служби Azure Analysis Services використовується сховище BLOB-об'єктів Azure. Файли даних у сховищі BLOB-об'єктів шифруються за допомогою шифрування на стороні сервера. При використанні прямого запиту зберігаються лише метадані. Доступ до фактичних даних здійснюється за допомогою протоколу шифрування з джерела даних під час запиту. Щоб забезпечити безпечний доступ до джерел даних у локальному корпоративному розташуванні, потрібно встановити та налаштувати локальний шлюз даних.

Шлюзи надають доступ до даних за допомогою режимів DirectQuery та In-Memory. Ролі в Analysis Services застосовується авторизація на основі ролей, яка дозволяє надати доступ до сервера та

операцій із шаблонами бази даних, об'єктів та даних. Усі користувачі, які звертаються до сервера або бази даних, з обліковим записом користувача Microsoft Entra у призначеній ролі.

Роль адміністратора сервера надається лише на рівні ресурсів сервера. За промовчанням обліковий запис, який використовується для створення сервера, автоматично додається до ролі адміністраторів сервера. Інші облікові записи користувачів та груп додаються за допомогою порталу, SSMS або PowerShell.

Користувачам без прав адміністратора, які запитують дані, надається доступ за допомогою ролей бази даних. Роль бази даних створюється як окремий об'єкт у базі даних і застосовується лише до бази даних, де вона створена. Ці ролі визначаються на основі дозволів адміністратора (бази даних), дозволів на читання, а також на читання та обробку. Облікові записи користувачів та груп додаються за допомогою SSMS або PowerShell.

На всіх рівнях сумісності табличні моделі підтримують безпеку лише на рівні рядків. Безпека на рівні рядків налаштовується в моделі за допомогою виразів DAX, які визначають рядки в таблиці та будь-які рядки у напрямку до багатьох у зв'язаній таблиці, до яких користувач може надіслати запит. За допомогою виразів DAX визначаються фільтри рядків для дозволів на читання, а також на читання та обробку.

У табличних моделях на рівні сумісності 1400 та вище підтримується безпека на рівні об'єктів, включаючи безпеку на рівні таблиці та стовпців. Безпека на рівні об'єктів налаштовується в метаданих на основі JSON за допомогою TMSL або TOM.

Автоматизація за допомогою суб'єктів-служб – це ресурс програми Microsoft Entra, що створюється в клієнті для виконання автоматичних операцій з ресурсом та рівнем обслуговування. Суб'єкти-служби застосовуються для автоматизації типових завдань (оновлення даних, масштабування, призупинення та відновлення роботи) з використанням

служби автоматизації Azure, автоматичного режиму PowerShell, клієнтських додатків, що настраюються, і веб-додатків. Дозволи надаються суб'єктам-службам через членство у ролях.

Використування служб Azure Analysis Services регулюється умовами використання служб Microsoft Online Services та заявою про конфіденційність корпорації Майкрософт.

Розробляйте та розгортайте моделі за допомогою Visual Studio та проектів Analysis Services. Розширення для проектів Analysis Services включає шаблони та майстри для швидкого налаштування та підготовки до роботи.

Середовище розробки моделей у Visual Studio тепер включає сучасний запит на отримання даних до джерела даних і функції комбінування для табличних моделей 1400 і пізніших версій. З функцією отримання даних у Power BI Desktop і Excel 2016, просто створювати запити, що настраюються, до джерел даних.

Проекти Microsoft Analysis Services доступні у вигляді безкоштовного пакета VSIX. Завантажити із сайту Marketplace. Це розширення працює з будь-яким випуском Visual Studio 2017 та пізніших версій, включаючи безкоштовний випуск Community.

Керування серверами та базами даних моделі за допомогою SQL Server Management Studio (SSMS). Підключайтеся до серверів у хмарі. Запускайте скрипти TMSL прямо у вікні запитів XMLA та автоматизуйте завдання, використовуючи ці скрипти та PowerShell. Нові можливості та функції SSMS з'являються часто, оскільки оновлення виходять щомісяця. Інструменти з відкритим кодом Analysis Services вже мають активну спільноту розробників, які створюють різні інструменти.

DAX Studio — чудовий засіб з відкритим кодом для розробки, діагностики, налаштування продуктивності та аналізу DAX. PowerShell Для таких завдань управління ресурсами сервера, як створення ресурсів сервера, призупинення або відновлення роботи сервера, а

також зміна рівня обслуговування (рівня служб), використовуються командлети Azure PowerShell. Для виконання інших завдань управління базами даних, наприклад додавання або видалення учасників ролі та обробка або виконання скриптів TMSL, використовуються командлети в модулі SQLServer.

Табличні моделі допомагають виконувати швидку розробку та використовувати широкі можливості налаштування. У табличних моделях можна використовувати TOM для опису об'єктів моделей. TOM надається в JSON за допомогою мови TMSL та мови опису даних AMO у просторі імен Microsoft.AnalysisServices.Tabular.

3.4 Віртуалізація бази даних

В середовищі Microsoft Azure Analysis Services було створено обліковий запис.

Для роботи з даними розробили віртуальний онлайн сервер, в якому було посилання на робочий інтерфейс програми.

+ Новый выделенный пул SQL + Новый пул Apache Spark + Новый пул Azure Data Explorer (предварительная версия) Обновить Сброс пароля администратора SQL Удалить	
Группа р... (переместить) : dataSEVGOX	Сеть : Показать параметры брандмауэра
Состояние : Succeeded	URL основной учетной ... : https://bazadanuh.dfs.core.windows.net
Расположение : East US	Основная файловая сис... : users
Подписка (переместить) : Azure subscription 1	Имя пользователя адми... : sqladminuser
Идентификатор подпис... : 48d3e39f-7cc5-4da7-aea9-d106d629744d	SQL Microsoft Entra admin : Tatochenko.Roman@mipolytech.education
Управляемая виртуальн... : Нет	Конечная точка выделе... : tatochenko23.sql.azuresynapse.net
ИД объекта управляет... : a207c1cc-0f2c-4369-a4c7-cdf062669449	Конечная точка бессер... : tatochenko23-ondemand.sql.azuresynapse.net
URL рабочей области : https://web.azuresynapse.net/ru/?workspace=%2fsubscriptions%2f48d3e39f-7cc5-4da7-aea9-d...	Конечная точка разраб... : https://tatochenko23.dev.azuresynapse.net
Теги (изменить) : Добавить теги	

Рисунок 20 – Основні данні віртуального сервера

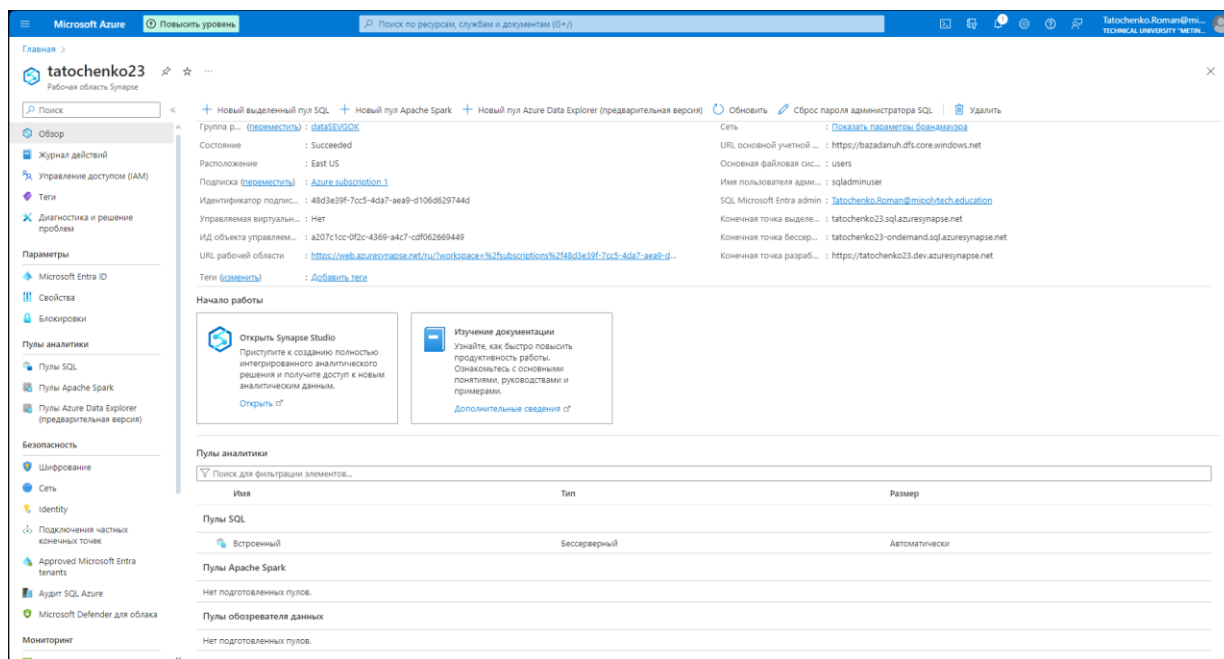


Рисунок 21. – Интерфейс створеного віртуального сервера

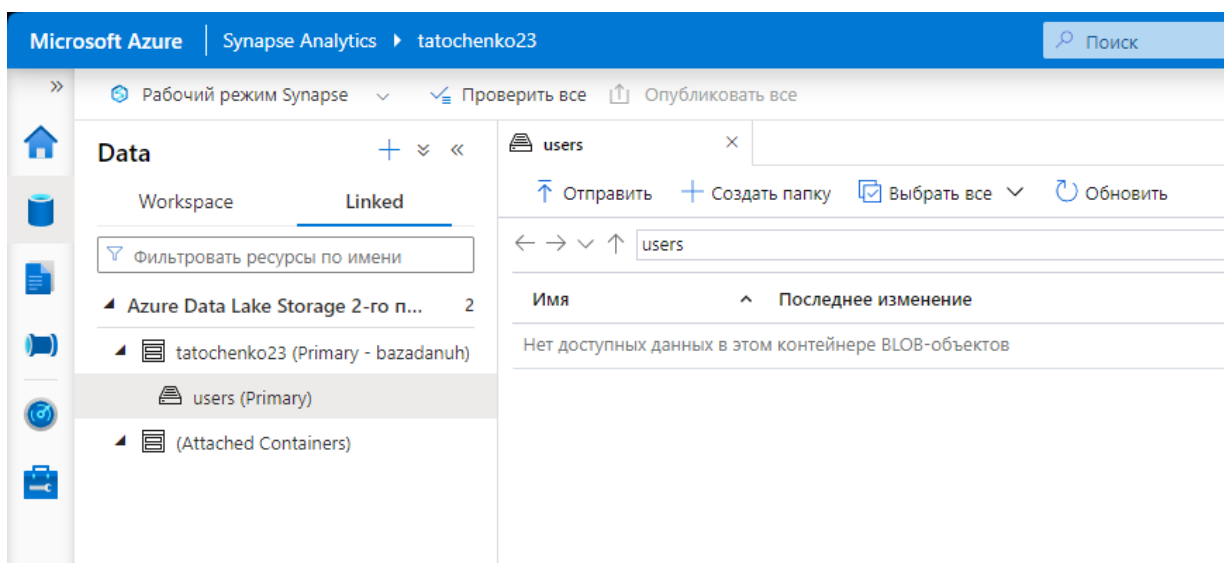


Рисунок 22. – Data Lake пістля створення бази даних

Для створення бази даних завантажено в Data Lake перероблені архівні дані.

При початковому завантаженні неможливо було відображення усіх параметрів через розмежування таблиці символом «;», в інтерфейсі

програми розмежування відбувається завдяки - «,».

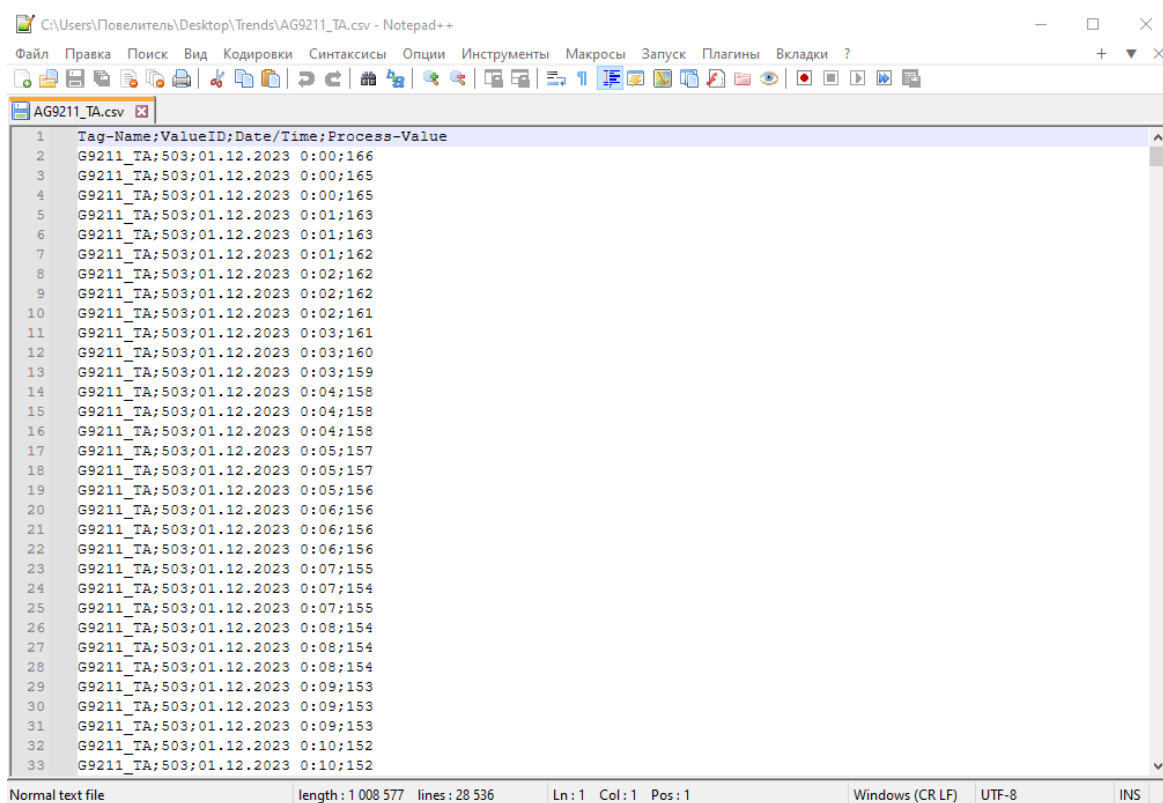


Рисунок 23 – Відображення архівних даних без змін

Через заміну символів у програмі Notepad++ вдалося змінити символи розділення та завантажити файли в середовище Data Lake

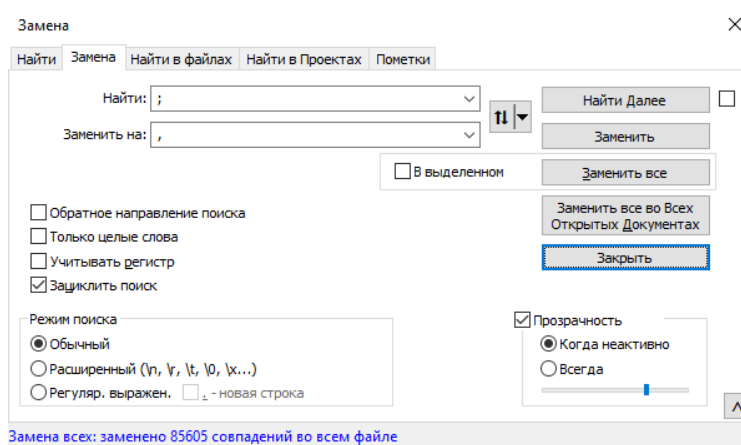
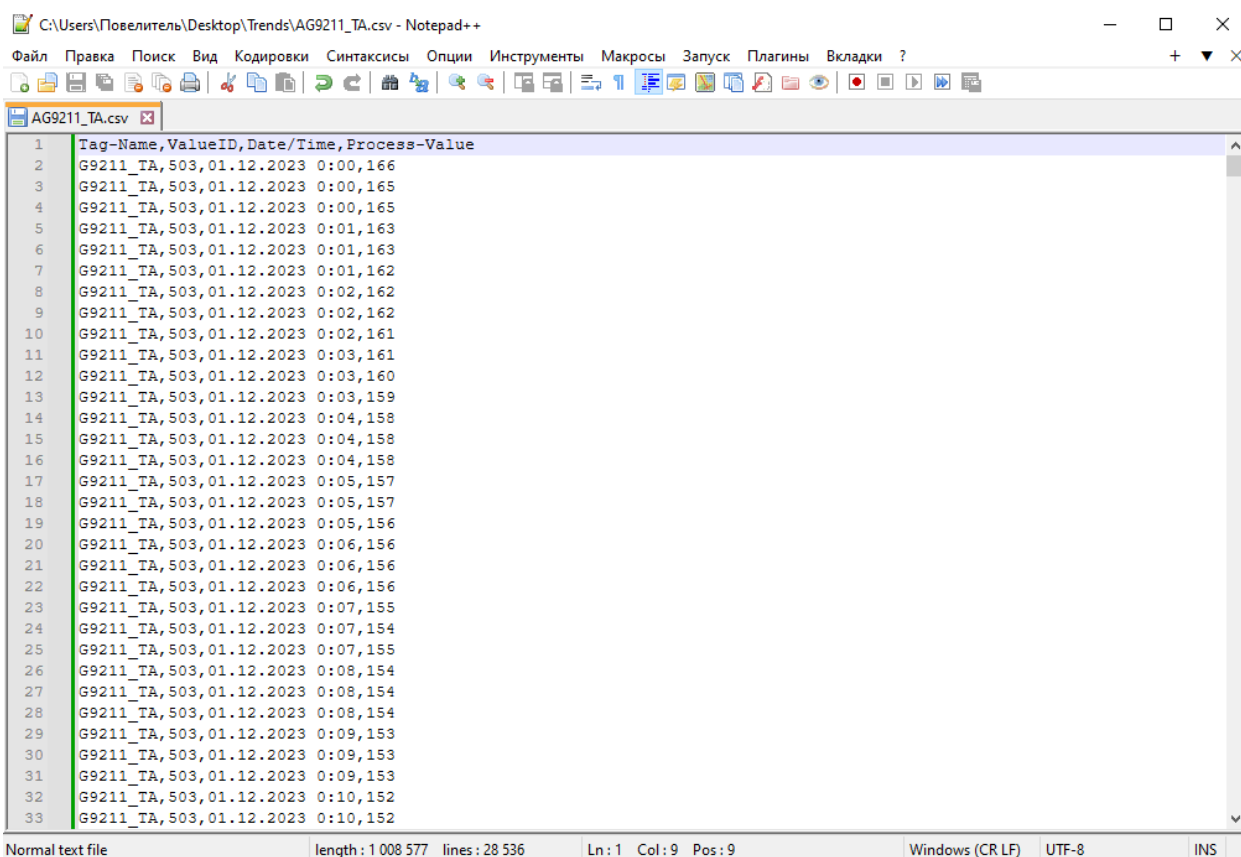


Рисунок 24 – Панель заміни символів у Notepad++



```
1 Tag-Name, ValueID, Date/Time, Process-Value
2 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:00, 166
3 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:00, 165
4 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:00, 165
5 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:01, 163
6 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:01, 163
7 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:01, 162
8 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:02, 162
9 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:02, 162
10 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:02, 161
11 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:03, 161
12 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:03, 160
13 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:03, 159
14 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:04, 158
15 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:04, 158
16 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:04, 158
17 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:05, 157
18 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:05, 157
19 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:05, 156
20 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:06, 156
21 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:06, 156
22 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:06, 156
23 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:07, 155
24 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:07, 154
25 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:07, 155
26 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:08, 154
27 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:08, 154
28 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:08, 154
29 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:09, 153
30 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:09, 153
31 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:09, 153
32 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:10, 152
33 G9211_TA, 503, 01.12.2023 0:10, 152
```

Normal text file length : 1 008 577 lines : 28 536 Ln : 1 Col : 9 Pos : 9 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Рисунок 25 – Відображення архівних даних після змін

Після завантаження відредакованих файлів Data Lake мав усі файли для відображення графіків та аналіз.

Для аналізу створюємо таблицю SQL Server на 17000 строк.

Створено діаграму залежності по кожній під-зоні на основі отриманих даних.

Имя	Последнее изменение
AG9204_TA.csv	24.01.2024, 10:48:52
AG9204_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:48:54
AG9204_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:48:53
AG9205_TA.csv	24.01.2024, 10:49:14
AG9205_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:49:15
AG9205_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:49:16
AG9206_TA.csv	24.01.2024, 10:50:11
AG9206_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:50:12
AG9206_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:50:12
AG9207_TA.csv	24.01.2024, 10:50:27
AG9207_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:50:28
AG9207_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:50:27
AG9208_TA.csv	24.01.2024, 10:50:41
AG9208_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:50:41
AG9208_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:50:42
AG9209_TA.csv	24.01.2024, 10:51:00
AG9209_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:51:01
AG9209_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:51:00
AG9210_TA.csv	24.01.2024, 10:51:16
AG9210_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:51:17
AG9210_!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:51:16
AG9211_TA.csv	24.01.2024, 10:51:34
AG9211_Y!Ч!Ф.csv	24.01.2024, 10:51:36

Отображается 1 для кэшированных элементов: 33 из 33

Рисунок 26 – Data Lake після заповнення архівних даних

users SQL script 1

Запуск Отменить Опубликовать План запроса Подключение к Встроенный Использовать базу данных master

```

1 -- This is auto-generated code
2 SELECT
3   TOP 17000 *
4 FROM
5   OPENROWSET(
6     BULK 'https://bazadanuh.dfs.core.windows.net/users/Archive_G9213_TA_011223-071223.csv',
7     FORMAT = 'CSV',
8     PARSER_VERSION = '2.0'
9   ) AS [result]
10

```

Результаты Сообщения

Представление Таблица Диаграмма Экспорт результатов

Поиск

C1	C2	C3	C4
Tag-Name	ValueID	Date/Time	Process-Value
G9213_TA	511	01.12.2023 0:00	230
G9213_TA	511	01.12.2023 0:00	230
G9213_TA	511	01.12.2023 0:00	229
G9213_TA	511	01.12.2023 0:01	228
G9213_TA	511	01.12.2023 0:01	227
G9213_TA	511	01.12.2023 0:01	226

Рисунок 27. – Створення запитів в Azure Analysis Services

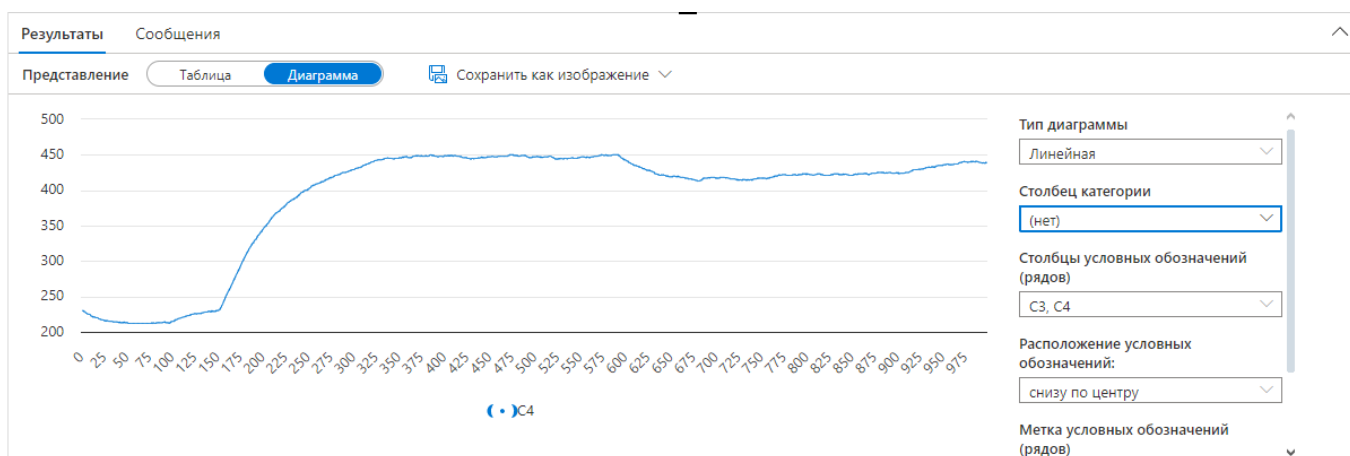


Рисунок 28 – Графік отриманих даних

3.5 Висновки за розділом

Розроблено базу даних позицій опалювальної машини на основі хмарної платформи Microsoft Azure.

За допомогою служби Azure Analysis Services виконано віртуалізацію даних, що дозволило інтегрувати дані з різних джерел і мати до них доступ як до єдиного сховища даних.

Використовуючи засоби аналітики Azure, отримали візуальне представлення позицій обпалювальної машини.

Використовуючи мову SQL, зробили вибірку даних для побудови математичної моделі для прогнозу вологості окатишів на виході з обпалювальної машини.

РОЗДІЛ 4. ПРОВЕДЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ БАЗИ ДАНИХ ПОЗИЦІЙ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ

4.1 Розрахунок в середовищі Gretl

GNU Regression, Econometrics and Time-series Library (Бібліотека для регресій, економетрики та тимчасових рядів) – прикладний програмний пакет для економетричного моделювання, частина проекту GNU. Девіз розробників "Від економетристів, для економетристів".

Побудуємо лінійну модель багатофакторної регресії класичним методом найменших квадратів (МНК), включивши всі чинники.

Вибір найбільш підходящої специфікація моделі виконується за рахунок тесту на надлишкові змінні.

В основному меню виберемо пункт: Модель / Метод найменших квадратів і будуємо лінійну модель з повним набором факторів

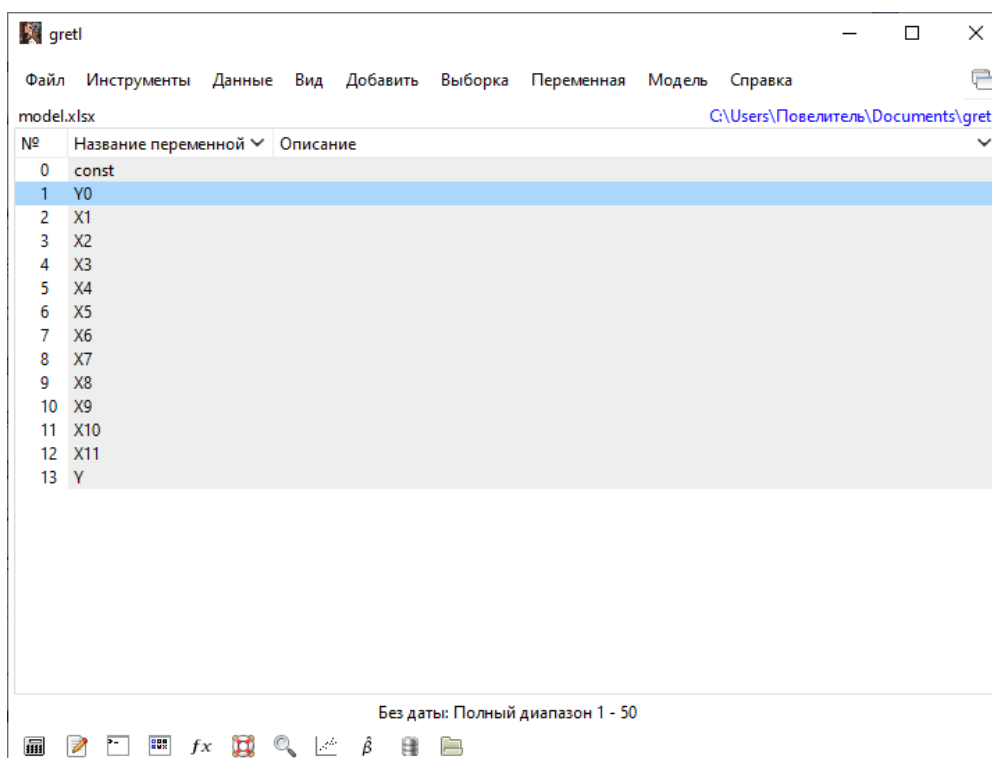


Рисунок 28 – Внесення файлу для метода наименьших квадратов

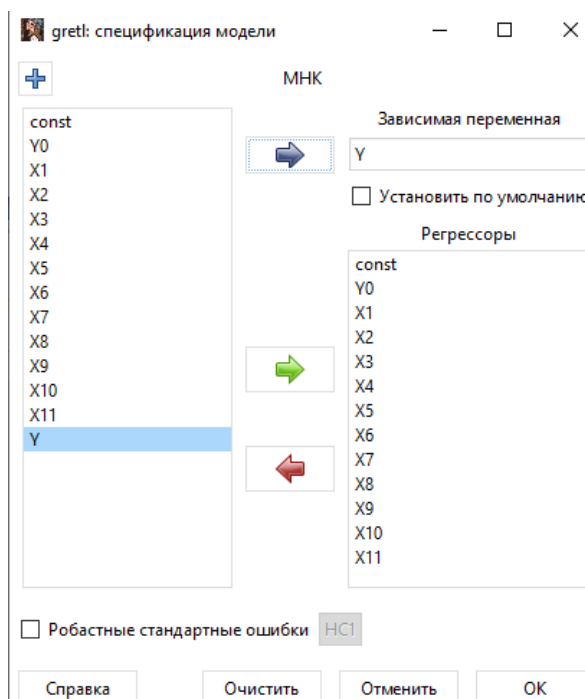


Рисунок 29 – Розподіл параметрів для розрахунку методу найменших квадратів

Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1-50
Зависимая переменная: Y

	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	9,22961	0,456665	20,21	1,38e-021 ***
Y0	0,00385829	0,0137184	0,2813	0,7801
X1	2,77812e-05	0,000826406	0,03362	0,9734
X2	2,37340e-05	0,000581372	0,04082	0,9677
X3	0,000252150	0,000898513	0,2806	0,7806
X4	-0,000909165	0,00100025	-0,9089	0,3693
X5	0,000890145	0,000640301	1,390	0,1728
X6	0,000419391	0,000813451	0,5156	0,6092
X7	-0,000460213	0,000795873	-0,5782	0,5666
X8	4,32673e-05	0,000657947	0,06576	0,9479
X9	-0,000240822	0,000461801	-0,5215	0,6051
X10	9,80197e-05	0,000642651	0,1525	0,8796
X11	0,000163765	0,000507120	0,3229	0,7486

Среднее завис. перемен	9,597800	Ст. откл. завис. перем	0,083135
Сумма кв. остатков	0,224335	Ст. ошибка модели	0,077866
R-квадрат	0,337576	Исправ. R-квадрат	0,122736
F(12, 37)	1,571288	F-значение (F)	0,143324
Лог. правдоподобие	64,21899	Крит. Акаике	-102,4380
Крит. Шварца	-77,58169	Крит. Хеннана-Куинна	-92,97256

обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 2 (X1)

Рисунок 30 – Розрахунок методу найменших квадратів

Для перевірки якості регресії застосуємо тест Фішера для перевірки незначущості регресії загалом і тест Стьюдента для перевірки незначущості окремого коефіцієнта при регресорі.

Використання тесту Фішера (F-тесту). Найшвидший і найпростіший метод: якщо Р-значення (F) < 0,01, то модель значуща лише на рівні значимості $\alpha=0,01$.

Також можна скористатися іншими можливостями Gretl. В основному меню виберіть пункт Інструменти / Критичні значення /Фішера та введемо потрібні параметри розподілу.

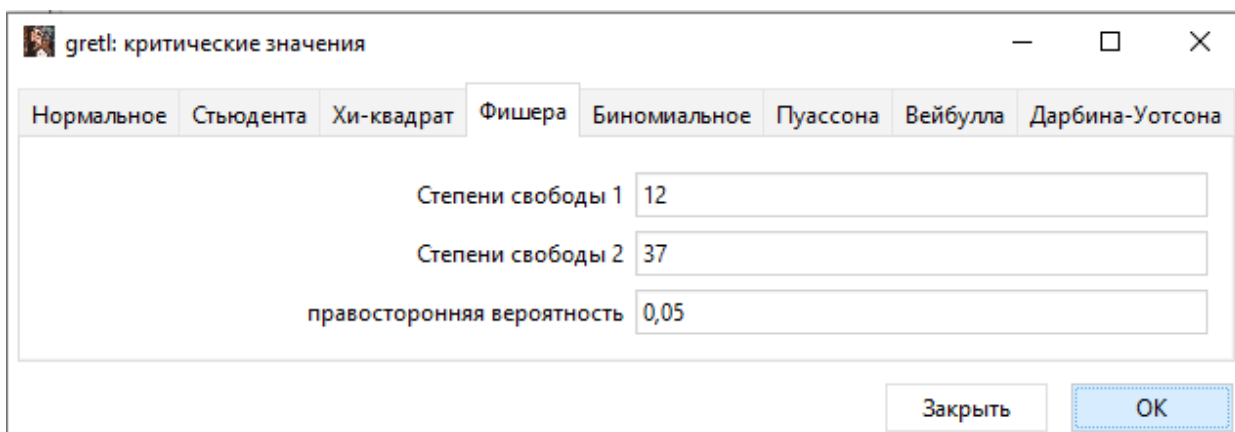


Рисунок 31 – Тест Фішера

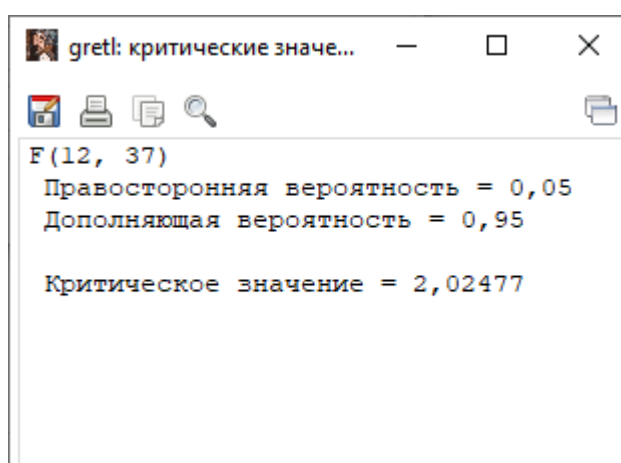


Рисунок 32 – Розрахунок критичних значень

Порівнюємо розрахункове значення F-статистики з критичним значенням розподілу Фішера за заданого рівня значущості α : $F_{расч} > F(\alpha; m; n - m - 1)$. При $\alpha = 0,05$: $1,571288 < 2,02477$. Отже, нульова гіпотеза про незначущість регресії в цілому відкидається на рівні значущості $\alpha = 0,05$, тобто коефіцієнти одночасно при всіх регресорах не рівні нулю, що підтверджує спільний вплив факторів на залежну змінну.

Звернімо увагу на найпростіший спосіб перевірки нульової гіпотези про незначущість окремого коефіцієнта при регресорі: якщо Р-значення (t) $< 0,01$, то коефіцієнт значимий з надійністю 99%. При цьому в рядку коефіцієнта вказані одна зірочка (для значущості на рівні $\alpha = 0,1$),

дві зірочки (для значимості на рівні $\alpha=0,05$), три зірочки (для значимості на рівні $\alpha=0,01$).

Також можна скористатися іншими можливостями Gretl. В основному меню оберемо Інструменти / Критичні значення / Стьюдента та введемо необхідні параметри розподілу. Зауважимо, що для розподілу Стьюдента треба вводити не двосторонню ймовірність $1-\alpha=0,05$, а тільки правосторонню, тобто в нашому випадку 0,025.

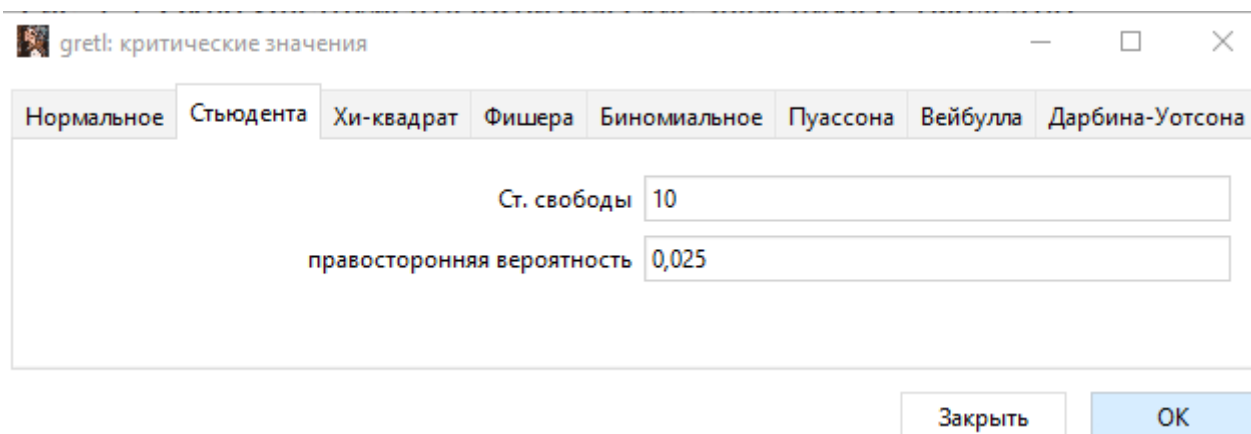


Рисунок 33 – Критичні значення для тесту Стьюдента

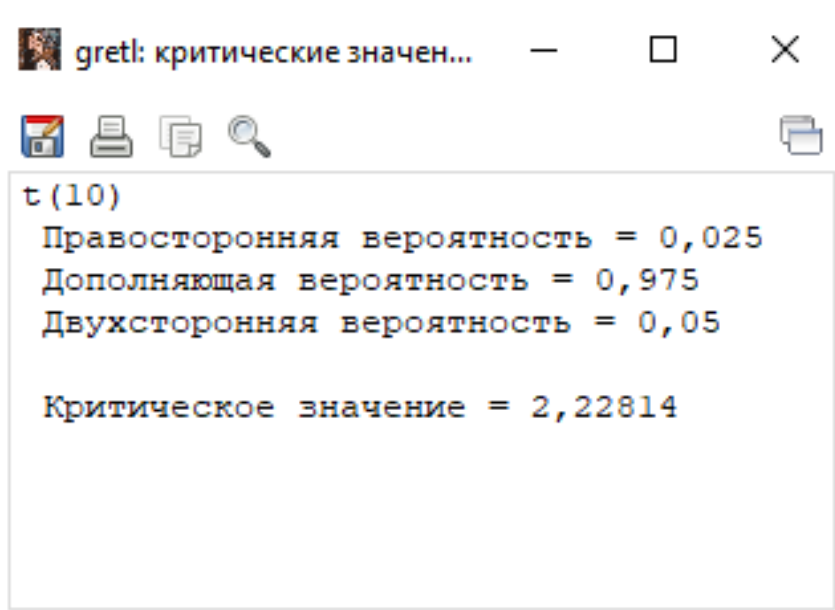


Рисунок 34 – Розрахунок критичних значень

Порівнюємо розрахункове та критичне значення t-статистик для кожної змінної. У нашому випадку $|t_{b1}| < t_{0,05/2;10}$, $|t_{b2}| > t_{0,05/2;10}$, $|t_{b3}| < t_{0,05/2;10}$, $|t_{b5}| > t_{0,05/2;10}$, $|t_{b1}| < t_{0,05/2;10}$, звідси можна дійти невтішного висновку, що регресори X2 і X5 значущі на рівні $\alpha=0,05$.

Виконаємо перевірку моделі на колінеарність факторів, використовуючи критерій VIF. У вікні моделі: Аналіз/Мультиколеніарність.

Значення критерію VIF для факторів від X2 до X11 більше, ніж значення 10 тому ці фактори визнаються колінеарними, включати їх у модель регресії одночасно не можна.

gretl: мультиколлинеарность

Метод инфляционных факторов
 Минимальное возможное значение = 1.0
 Значения > 10.0 могут указывать на наличие мультиколлинеарности

```

Y0  1,246
X1  5,909
X2  11,061
X3  41,367
X4  83,880
X5  50,187
X6  168,134
X7  173,689
X8  111,964
X9  41,775
X10 80,465
X11 55,982

```

VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2), где R(j) - это коэффициент множественной корреляции между переменной j и другими независимыми переменными

Диагностика коллинеарности Белсли-Ку-Велша (Belsley-Kuh-Welsch):

разложение дисперсии

lambda	cond	const	Y0	X1	X2	X3	X4	X5
12,897	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,070	13,571	0,001	0,014	0,006	0,001	0,000	0,000	0,000
0,018	26,727	0,001	0,051	0,000	0,033	0,006	0,001	0,000
0,006	47,050	0,000	0,177	0,054	0,037	0,000	0,003	0,007
0,005	52,962	0,017	0,577	0,009	0,000	0,001	0,004	0,002
0,002	87,492	0,086	0,010	0,094	0,131	0,022	0,009	0,015
0,002	90,495	0,000	0,032	0,004	0,055	0,059	0,002	0,015
0,001	150,569	0,096	0,017	0,008	0,011	0,059	0,007	0,261
0,000	187,972	0,216	0,052	0,183	0,244	0,016	0,087	0,129
0,000	224,361	0,018	0,010	0,009	0,036	0,002	0,021	0,031
0,000	286,122	0,418	0,047	0,285	0,364	0,708	0,625	0,210
0,000	304,568	0,142	0,005	0,296	0,049	0,035	0,171	0,122
0,000	409,664	0,006	0,008	0,051	0,037	0,094	0,070	0,207

lambda	cond	X6	X7	X8	X9	X10	X11
12,897	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,070	13,571	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,018	26,727	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
0,006	47,050	0,001	0,001	0,000	0,005	0,001	0,006
0,005	52,962	0,002	0,000	0,001	0,011	0,003	0,004
0,002	87,492	0,001	0,015	0,005	0,003	0,001	0,014
0,002	90,495	0,012	0,001	0,016	0,042	0,001	0,061
0,001	150,569	0,026	0,069	0,007	0,065	0,010	0,012
0,000	187,972	0,033	0,004	0,001	0,068	0,170	0,093
0,000	224,361	0,101	0,007	0,422	0,458	0,020	0,037
0,000	286,122	0,000	0,001	0,024	0,011	0,013	0,166

lambda = собственные значения обратной матрицы ковариаций (smallest is 7,68461e-005)
 cond = условный индекс
 примечание: сумма столбцов с пропорциями дисперсии равна 1.0

Согласно ВКВ, условие >= 30 указывает на "сильную" (близкую к линейной) зависимость, и условие между 10 и 30 "умеренно сильную". Оценки параметров, чья дисперсия в основном связана с проблемными усл. значениями, могут считаться проблемными сами по себе.

Количество индексов состояния >= 30: 10
 Пропорции дисперсии >= 0.5, связанные с условием >= 30:

const	Y0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
0,998	0,935	0,994	0,966	0,994	0,999	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000

Количество индексов состояния >= 10: 12
 Пропорции дисперсии >= 0.5, связанные с условием >= 10:

const	Y0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Рисунок 35 – Розрахунок мультиколінеарності

Для відбору регресорів виконаємо послідовний виняток надлишкових змінних. У вікні моделі викличемо пункт меню: Тести/Виняток надлишкових змінних.

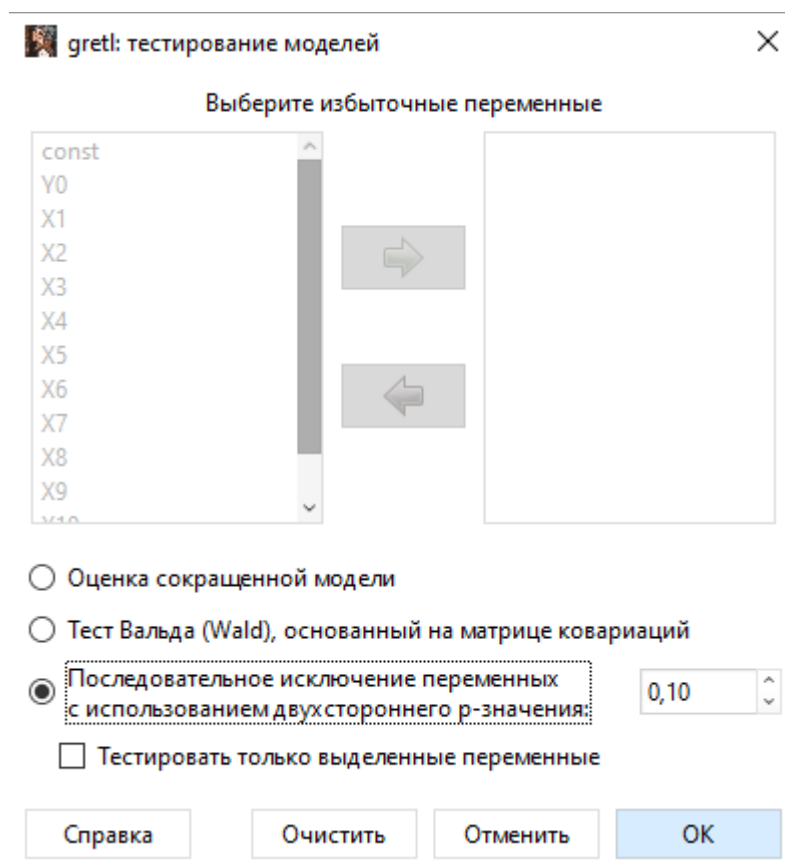


Рисунок 36 – Виключення надлишкових змінних

Як бачимо рисунку 37 модель після виключення надлишкових змінних має більший скоригований коефіцієнт детермінації (Виправлений R^2), менші значення інформаційних критеріїв Шварца, Акаїке, Хеннана-Куїнна.

Регресор X_5 значущі лише на рівні $\alpha=0,01$

Лінійна двофакторна модель регресії має такий вигляд:

$$Y = +9,31281 + 0,000339817X_5 + e, R^2_{\text{скор.}} = 9,837.$$

Можливо зробити прогнози.

```

gretl: модель 2
Файл  Правка  Тесты  Сохранить  Графики  Анализ  LaTeX
Последовательное исключение с использованием двухстороннего р-значения = 0,10

Исключена переменная X1          (р-значение 0,973)
Исключена переменная X8          (р-значение 0,950)
Исключена переменная X2          (р-значение 0,943)
Исключена переменная X10         (р-значение 0,842)
Исключена переменная Y0          (р-значение 0,737)
Исключена переменная X3          (р-значение 0,669)
Исключена переменная X6          (р-значение 0,567)
Исключена переменная X7          (р-значение 0,453)
Исключена переменная X11         (р-значение 0,187)
Исключена переменная X9          (р-значение 0,306)
Исключена переменная X4          (р-значение 0,248)

Тестирование модели 1:

Нулевая гипотеза: параметры регрессии нулевые
Y0, X1, X2, X3, X4, X6, X7, X8, X9, X10, X11
Тестовая статистика: F(11, 37) = 0,429072, р-значение 0,932953
Исключение переменных улучшило 3 из 3 информационных критериев.

Модель 2: МНК, использованы наблюдения 1-50
Зависимая переменная: Y

      коэффициент   ст. ошибка   t-статистика   р-значение
-----
const      9,31281      0,0714099      130,4          6,99e-063   ***
X5          0,000339817   8,42631e-05    4,033          0,0002      ***

Среднее завис. перемен  9,597800   Ст. откл. завис. перем  0,083135
Сумма кв. остатков      0,252952   Ст. ошибка модели       0,072594
R-квадрат                0,253076   Исправ. R-квадрат       0,237515
F(1, 48)                 16,26355   Р-значение (F)          0,000196
Лог. правдоподобие      61,21755   Крит. Акаике            -118,4351
Крит. Шварца            -114,6111   Крит. Хеннана-Куинна   -116,9789
обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

```

Рисунок 37 – Створення повторної моделі після виключення надлишкових змінних

gretl: прогнозирование

Горизонт прогнозирования: Начало 1 Конец 50

Количество предварительных прогнозов на графике 0

Показывать расчетные значения для предпрогнозного диапазона

Показывать доверительные интервалы как Линии для нижней и верхней границы

1 - α = 0,95

Показать интервал для наблюдаемые Y

Справка Отменить ОК

Рисунок 38 – Початкові дані для прогнозування

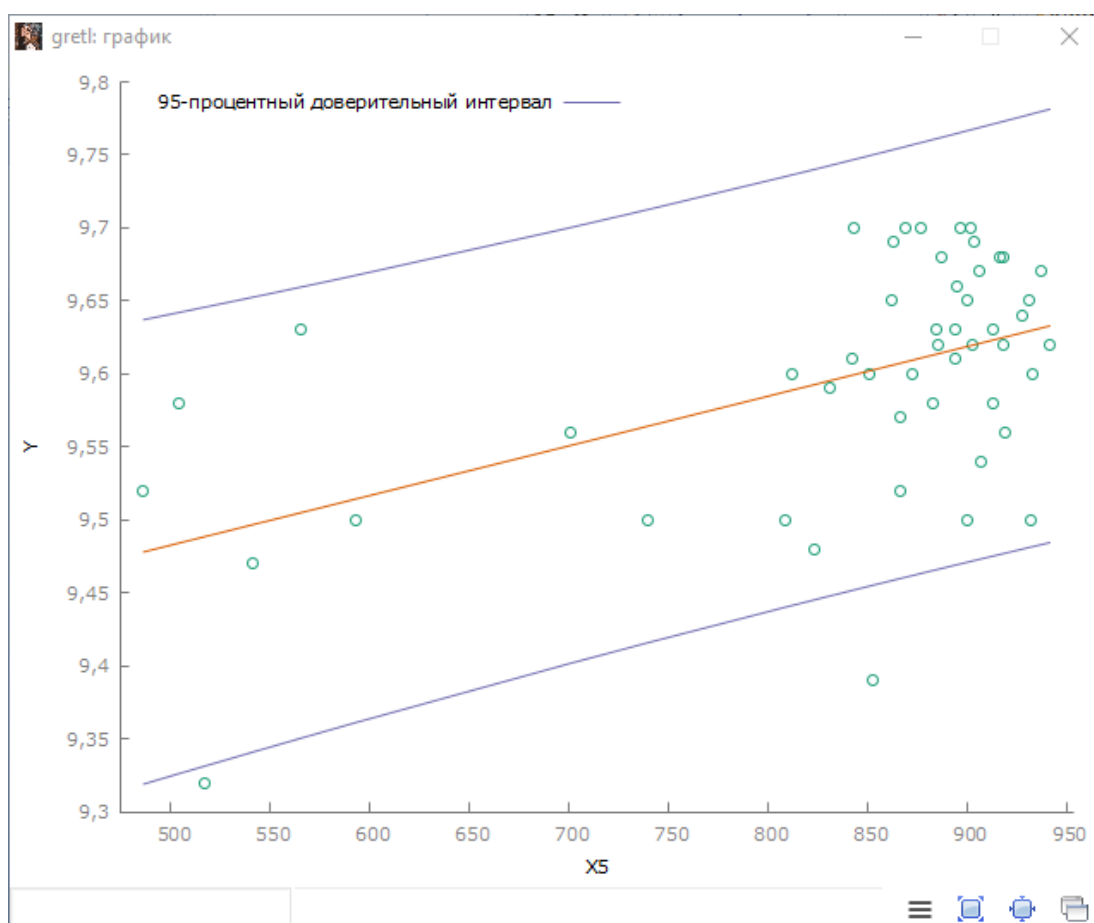


Рисунок 39 – Графік спрогнозованого результату

gretl: прогнозы



1	9,69	9,61	0,073	9,46 -	9,75
2	9,65	9,61	0,073	9,46 -	9,75
3	9,68	9,62	0,074	9,48 -	9,77
4	9,70	9,62	0,073	9,47 -	9,77
5	9,69	9,62	0,074	9,47 -	9,77
6	9,62	9,62	0,074	9,48 -	9,77
7	9,70	9,61	0,073	9,46 -	9,76
8	9,61	9,62	0,073	9,47 -	9,76
9	9,64	9,63	0,074	9,48 -	9,78
10	9,67	9,63	0,074	9,48 -	9,78
11	9,65	9,62	0,073	9,47 -	9,77
12	9,66	9,62	0,073	9,47 -	9,76
13	9,68	9,61	0,073	9,47 -	9,76
14	9,60	9,59	0,073	9,44 -	9,74
15	9,58	9,61	0,073	9,47 -	9,76
16	9,61	9,60	0,073	9,45 -	9,75
17	9,57	9,61	0,073	9,46 -	9,75
18	9,39	9,60	0,073	9,46 -	9,75
19	9,58	9,62	0,074	9,48 -	9,77
20	9,52	9,61	0,073	9,46 -	9,75
21	9,68	9,62	0,074	9,48 -	9,77
22	9,70	9,60	0,073	9,45 -	9,75
23	9,54	9,62	0,074	9,47 -	9,77
24	9,60	9,61	0,073	9,46 -	9,76
25	9,70	9,61	0,073	9,46 -	9,76
26	9,50	9,59	0,073	9,44 -	9,74
27	9,63	9,62	0,074	9,48 -	9,77
28	9,62	9,63	0,074	9,48 -	9,78
29	9,56	9,63	0,074	9,48 -	9,77
30	9,50	9,63	0,074	9,48 -	9,78
31	9,70	9,62	0,074	9,47 -	9,77
32	9,50	9,62	0,073	9,47 -	9,77
33	9,63	9,62	0,073	9,47 -	9,76
34	9,62	9,61	0,073	9,47 -	9,76
35	9,56	9,55	0,074	9,40 -	9,70
36	9,50	9,51	0,076	9,36 -	9,67
37	9,63	9,50	0,077	9,35 -	9,66
38	9,47	9,50	0,077	9,34 -	9,65
39	9,32	9,49	0,078	9,33 -	9,65
40	9,58	9,48	0,079	9,33 -	9,64
41	9,52	9,48	0,079	9,32 -	9,64
42	9,50	9,56	0,074	9,42 -	9,71
43	9,48	9,59	0,073	9,45 -	9,74
44	9,60	9,60	0,073	9,45 -	9,75
45	9,63	9,61	0,073	9,47 -	9,76
46	9,59	9,60	0,073	9,45 -	9,74
47	9,62	9,62	0,074	9,47 -	9,77
48	9,65	9,63	0,074	9,48 -	9,78
49	9,67	9,62	0,074	9,47 -	9,77
50	9,60	9,63	0,074	9,48 -	9,78

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 50

Средняя ошибка (ME)	-3,1974e-016
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	0,071127
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	0,0541
Средняя процентная ошибка (MPE)	-0,0055401
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	0,56538
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,0037053
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

Рисунок 40 – Розрахунок прогнозів

gretl: опис. статистика: Y

Описательная статистика, наблюдения 1 - 50
для переменной 'Y' (использовано 50 наблюдений)

Среднее	9,5978
Медиана	9,6150
Минимум	9,3200
Максимум	9,7000
Стандартное отклонение	0,083135
Вариация	0,0086619
Асимметрия	-1,0708
Экцесс	1,2521
5% перцентиль	9,4340
95%-перцентиль	9,7000
Межквартильный размах	0,10750
Пропущенные набл.	0

Рисунок 41 – Опис статистики Y

gretl: опис. статистика: X5

Описательная статистика, наблюдения 1 - 50
для переменной 'X5' (использовано 50 наблюдений)

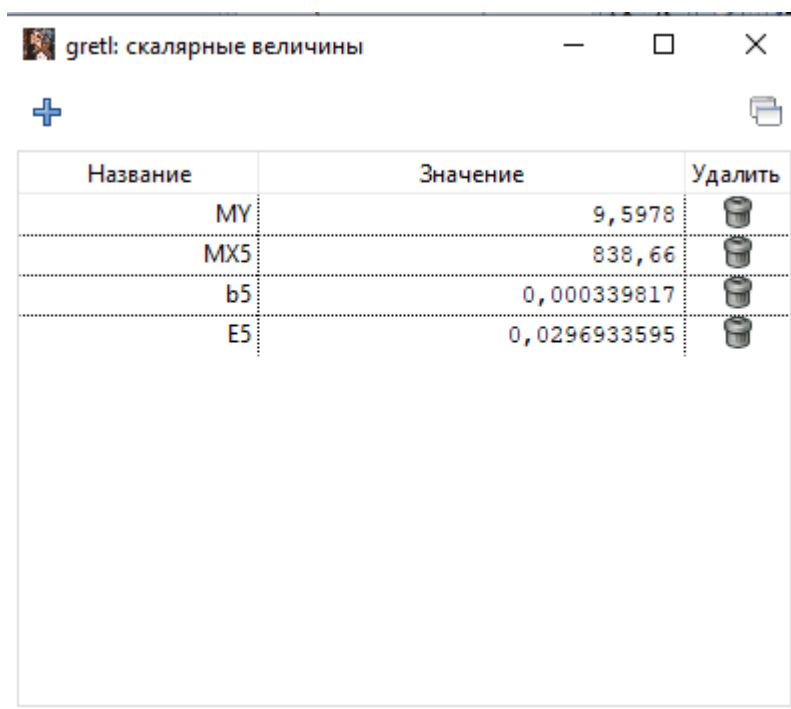
Среднее	838,66
Медиана	885,50
Минимум	486,00
Максимум	942,00
Стандартное отклонение	123,07
Вариация	0,14675
Асимметрия	-1,8655
Экцесс	2,1899
5% перцентиль	511,15
95%-перцентиль	934,80
Межквартильный размах	69,250
Пропущенные набл.	0

Рисунок 42 – Опис статистики X5

Використовуючи кнопку «Перегляд сесії» (четверта зліва) у нижній панелі інструментів Gretl, введемо скаляри $MY=9,5978$; $MX5 = 838,66$;

$b_5=0,000339817$ і визначимо середні коефіцієнти еластичності за формулі:

$$\mathcal{E}_5 = b_5 \cdot \frac{\bar{x}_5}{\bar{y}}$$



The screenshot shows a window titled "gretl: скалярные величины" (gretl: scalar values). It contains a table with four rows of data. Each row has a name, a value, and a delete icon. The values are: MY (9,5978), MX5 (838,66), b5 (0,000339817), and E5 (0,0296933595).





Название	Значение	Удалить
MY	9,5978	
MX5	838,66	
b5	0,000339817	
E5	0,0296933595	

Рисунок 43 – Введення скалярних величин для налаштування моделі розрахунку

gretl: модель 2

Файл Правка Тесты Сохранить Графики Анализ LaTeX

Последовательное исключение с испол Наблюдаемые и расчетные значения 10

Исключена переменная X1
Исключена переменная X8
Исключена переменная X2
Исключена переменная X10
Исключена переменная Y0
Исключена переменная X3
Исключена переменная X6
Исключена переменная X7
Исключена переменная X11
Исключена переменная X9
Исключена переменная X4

Доверительные интервалы для коэффициентов

Доверительный эллипс...

Матрица коэффициентов ковариации

Мультиколлинеарность

Значимость наблюдений

Дисперсионный анализ (ANOVA)

Бутстреп...

(p-значение 0,248)

Тестирование модели 1:

Нулевая гипотеза: параметры регрессии нулевые
Y0, X1, X2, X3, X4, X6, X7, X8, X9, X10, X11
Тестовая статистика: $F(11, 37) = 0,429072$, p-значение 0,932953
Исключение переменных улучшило 3 из 3 информационных критериев.

Модель 2: МНК, использованы наблюдения 1-50
Зависимая переменная: Y

	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	9,31281	0,0714099	130,4	6,99e-063 ***
X5	0,000339817	8,42631e-05	4,033	0,0002 ***

Среднее завис. перемен 9,597800 Ст. откл. завис. перем 0,083135
Сумма кв. остатков 0,252952 Ст. ошибка модели 0,072594
R-квадрат 0,253076 Исправ. R-квадрат 0,237515
F(1, 48) 16,26355 P-значение (F) 0,000196
Лог. правдоподобие 61,21755 Крит. Акаике -118,4351
Крит. Шварца -114,6111 Крит. Хеннана-Куинна -116,9789
обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

gretl: доверительные интервалы для коэффициентов

$t(48, 0,025) = 2,011$

ПЕРЕМЕННАЯ	КОЭФФИЦИЕНТ	95% ДОВЕРИТ. ИНТЕРВАЛ	
const	9,31281	9,16923	9,45639
X5	0,000339817	0,000170395	0,000509239

Рисунок 43 – Довірливі коефіцієнти регресії

Справжнє значення коефіцієнта при змінній X_5 з ймовірністю 95% накривається інтервалом $[0,000170395;0,000509239]$.

Результати дослідження показали, що лінійна модель являється неадекватною. Тому можна зробити висновок, що потрібно зробити розрахунок квадратичної регресії для нелінійної моделі.

4.2 Висновки за розділом

Побудовано математичну модель у вигляді багатofакторної лінійної регресії для прогнозування вологості окатишів після проходження опалювальної машини в залежності від початкової вологості та температури у під-зонах.

Проведено аналіз факторів регресійної моделі на мультіколінеарність.

Проведена оцінка адекватності отриманої моделі регресії для прогнозу вологості окатишів після їх обробки опалювальною машиною.

ДОДАТОК А. ВІДОМОСТІ РОБОТИ

Формат	№п/п	Назва документу	Найменування об'єкту або виробу	Кількість сторінок
A4	1	Пояснювальна записка	КЦТПАР.122-22-1м.01.00.КР.ПЗ	90
Графічна частина				
A4	2	Актуальність	КЦТПАР.122-22-1м.02.00.КР.ПЛ	1
A4	3	Математична модель	КЦТПАР.122-22-1м.03.00.КР.ПЛ	1
A4	4	Математична модель	КЦТПАР.122-22-1м.04.00.КР.ПЛ	1
A4	5	ЦПО-2	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	6	Візуалізація опалювальної машини у програмі WinCC	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	7	Принцип управління під-регулятором	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	8	Архівні дані з WinCC	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	9	Розрахунок часу проходження матеріалу по машині	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	10	Інтерфейс створеного віртуального сервера	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	11	Створення запитів в Azure Analysis Services	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	12	Графік температури по під-зонам	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	13	Розрахунок математичної моделі	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	14	Результати мат моделі	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1

A4	15	Фінансова частина	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	16	Висновок	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1
A4	17	Сертифікат	КЦТПАР.122-22-1м.05.00.КР.ПЛ	1

ДОДАТОК Б. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

CERTIFICATE

is awarded to

Tatochenko Roman

for being an active participant in

IV International Scientific and Practical Conference

**“INNOVATIVE DEVELOPMENT OF
SCIENCE, TECHNOLOGY AND EDUCATION”*****24 Hours of Participation
(0,8 ECTS credits)*****VANCOUVER**

18-20 January 2024

sci-conf.com.ua