

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Факультет інформаційних технологій

Кафедра програмних систем і технологій

*На правах
рукопису*

УДК 004.67

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

**РОЗРОБКА РОЗШИРЕННЯ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ERP-СИСТЕМІ DYNAMICS 365 BUSINESS
CENTRAL**

Спеціальність 121 “Інженерія програмного забезпечення”

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Виконав

студент групи ІПЗм-21 _____ Іван Куценко
(підпис, дата)

Керівник

доцент кафедри ПСТ _____ к.пед.н. Людмила Зубик
(підпис, дата)

Допускається до захисту з питань нормоконтролю

завідувач кафедри ПСТ _____ д.т.н. Олексій Бичков
(підпис, дата)

Київ - 2022

Рішенням Екзаменаційної комісії
випускна кваліфікаційна робота студента

захищена з оцінкою

Голова Екзаменаційної комісії
професор, доктор техн. наук Андрій Бондарчук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Факультет інформаційних технологій
Кафедра програмних систем і технологій
Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри програмних систем і технологій

_____ (О.С.Бичков)

“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ
СТУДЕНТУ

Куценку Івану Михайловичу

1. Тема випускної кваліфікаційної магістерської роботи «Розробка розширення для застосування методів штучного інтелекту у ERP-системі Dynamics 365 Business Central» та керівник проекту (роботи) Зубик Людмила Володимирівна, к.пед.н., доцент затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» ____ 20__ р. № _____

2. Строк здачі студентом закінченої роботи «__» ____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи: підручники, навчальні посібники, статті, Інтернет-ресурси.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Аналітична частина:

- обґрунтувати актуальність розробки розширення для застосування методів штучного інтелекту в ERP-системі Business Central;

- сформулювати функціональні вимоги та обрати відповідні технології розробки.

Практична частина:

- спроектувати проміжні таблиці для визначених вимог;
- розробити розширення до ERP-системи.

5. Консультанти з роботи із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Аналіз предметної області та теоретичних аспектів	Зубик Л.В.	06.10.21	14.12.21
Проектування та вибір технологій програмування	Зубик Л.В.	14.12.21	17.01.22
Програмна реалізація	Зубик Л.В.	17.01.22	04.05.22
Огляд результату виконання поставленої задачі	Зубик Л.В.	04.05.22	10.05.22

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ (Зубик Л.В.)

Завдання прийняв до виконання _____ (Куценко І.М.)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1: Дослідження та опис предметної області	06.10.21 – 22.10.21	
2: Дослідження поточного функціоналу системи	25.20.21 – 30.11.21	
3: Опис функціональних та нефункціональних вимог до системи	30.11.21 – 14.12.21	
4: Аналіз та вибір технологій програмування	14.12.21 – 17.01.22	
5: Створення цільових таблиць розширення	18.01.22 – 04.02.22	
6: Розробка програмних компонент	07.02.22 – 11.04.22	
7: Розгортання тестової системи	12.04.22 – 22.04.22	
8: Публікація та тестування розширення	25.04.22 – 10.05.22	

Студент – магістр _____ (Куценко І.М.)

Керівник роботи _____ (Зубик Л.В.)

АНОТАЦІЯ

Випускна кваліфікаційна магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків та списку використаних джерел (17 найменувань). Містить у собі 1 рисунок та 1 таблицю. Загальний обсяг роботи становить 29 сторінок.

BUSINESS CENTRAL, C/AL, CONTROL ADD-IN, ERP-СИСТЕМА, NAV, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ПРОГНОЗУВАННЯ, R, РОЗШИРЕННЯ.

Об'єктом роботи є процес обробки даних методами штучного інтелекту за допомогою ERP-системи Dynamics 365 Business Central. Предметом роботи є методи розробки розширення для ERP-системи без додаткових даних та налаштувань.

Метою кваліфікаційної роботи є створення розширення для забезпечення функціоналу застосування методів штучного інтелекту до даних в ERP-системі Business Central.

Методи розроблення: розробка програмного продукту на основі еволюційної моделі, методи порівняння, аналізу та синтезу. Інструменти розроблення: безкоштовний, вільно поширюваний редактор коду Visual Studio Code, розширення AL Language для Visual Studio Code, мова програмування AL.

Результати роботи: вивчено можливості системи Business Central, а також розширень до неї, спроектовано та розроблено програмний продукт, який дозволяє застосовувати методи штучного інтелекту в даній ERP-системі.

Розширення може використовуватися будь-якою компанією, яка використовує ERP-систему Business Central та бажає застосувати методи штучного інтелекту на даних системи.

ABSTRACT

The final qualifying master's thesis consists of an introduction, 4 chapters, conclusions and a list of sources used (17 titles). Contains 1 figure and 1 table. The total volume of the work is 29 pages.

BUSINESS CENTRAL, C / AL, CONTROL ADD-IN, ERP-SYSTEM, NAV, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, FORECASTING, R, EXTENSION. The object of work is the process of data processing by artificial intelligence using ERP-system Dynamics 365 Business Central. The subject of the work is methods of developing extensions for ERP-system without additional data and settings.

The purpose of the qualification work is to create an extension to provide functionality for the application of artificial intelligence methods to data in the ERP-system Business Central.

Development methods: software product development based on evolutionary model, methods of comparison, analysis and synthesis. Development tools: free, freely distributable Visual Studio Code editor, AL Language extension for Visual Studio Code, AL programming language.

Results of work: studied the capabilities of the Business Central system, as well as extensions to it, designed and developed a software product that allows the use of artificial intelligence methods in this ERP-system.

The extension can be used by any company that uses the Business Central ERP system and wants to apply artificial intelligence techniques to the system data.

ЗМІСТ

СКРОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	10
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1.....	13
1.1 ERP-система.....	13
1.1.1 Ключові принципи ERP-стратегії	13
1.1.2 Модулі ERP.....	15
1.1.2.1 Фінансовий модуль.....	15
1.1.2.2 Модуль управління персоналом.....	16
1.1.2.3 Модуль Операцій	17
1.1.3 Business Central.....	18
1.2 Огляд використаних технологій.....	18
1.2.1 Мова AL	18
1.2.2 VS Code	19
РОЗДІЛ 2.....	20
2.1 Призначення розширення	20
2.2 Вимоги до функціоналу модуля	20
2.3 Нефункціональні вимоги.....	21
РОЗДІЛ 3.....	22
3.1 Проектування таблиці	22
3.2 Розробка функціоналу	23
РОЗДІЛ 4.....	25
4.1 Створення віртуальної машини	25
4.2 Підключення з Visual Studio Code.....	25
ВИСНОВКИ	27

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 28

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ERP – Enterprise Resource Planning;
CRM – Customer Relationship Management;
HCM – Human Capital Management;
EAM – Enterprise Asset Management;
PLM – Product Lifecycle Management;
APS – Advanced Planning & Scheduling;
MES – Manufacturing Execution System;
BC – Microsoft Dynamics 365 Business Central;
CDM – Common Data Model;
C/AL – Client/Server Application Language;
VS Code – Visual Studio Code;
API – Application Programming Interface;
HTTP – HyperText Transfer Protocol;
JSON – JavaScript Object Notation;
URL – Uniform Resource Locator;
BM – Віртуальна Машина;

ВСТУП

Оцінка сучасного стану об'єкта розробки. ERP-системи широко використовуються у сучасному бізнесі завдяки широким можливостям у налаштуванні та великій кількості процесів та обліків, які дозволяє автоматизувати така система. Business Central – новітня ERP-система, яка позбулася необхідності встановлення програмного забезпечення на обчислювальну машину, та є системою, орієнтованою на Веб-клієнт.

Розробка модифікацій для даної системи має вигляд розширень. Кожне розширення може як реалізовувати незалежний функціонал, так і доповнювати функціонал стандартних об'єктів системи. Будь-яке розширення може бути окремо завантажене в систему, його можна вмикати та вимикати. Таким чином, у систему можна додавати абсолютно нові модулі, сутності яких взагалі не представлені у ній. Новий тип об'єктів системи control add-in дозволяє використовувати у Business Central будь-який веб-додаток. Простота у підтримці та портативність подібних розширень робить їх актуальними та перспективними для ERP-систем для усіх можливих областей застосування.

Актуальність роботи та підстави до її виконання. Нині впровадження ERP-системи вважається фактично необхідною умовою для публічної компанії. Різноманіття розширень та простота розробки абсолютно нових модулів для системи дозволяють організаціям економити на впровадженні Business Central. Орієнтованість системи на Веб-клієнт робить її доступною з будь-якого веб-браузера, незалежно від операційної платформи та типу пристрою. Функціонал застосування методів штучного інтелекту до даних повністю відсутній в останній версії Business Central. Тому представлений підхід розробки конкретного розширення є актуальним.

Мета й завдання роботи. Метою кваліфікаційної роботи є створення розширення для забезпечення функціоналу застосування методів штучного інтелекту до даних в ERP-системі Business Central. Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання.

- вивчити нововведення мови AL та супутніх технологій, останні стандарти розробки на мові AL для поліпшення якості підтримки розширення;
- дослідити наявні оновлення системи, щоб у розширенні не повторювати вже реалізований функціонал;
- вивчити сучасні засоби та технології, що використовуються для розробки веб-додатків (оскільки control add-in дозволяє використати у розширенні майже будь-який веб-додаток);
- розробити технічне завдання до розширення відповідно до функціональних потреб процесу;
- розробити ефективне та зручне розширення для системи Dynamics 365 Business Central;
- налаштувати розширення для коректної роботи у системі разом з іншими можливими встановленими розширеннями;
- протестувати встановлення та використання розширення на тестовому середовищі Business Central.

Об'єкт, методи та засоби розробки. Об'єктом розроблення розширення для Business Central є застосування методів штучного інтелекту до даних за допомогою ERP-системи.

Розробці розширення передував аналіз існуючих сутностей системи, визначення потреб організації при введенні нового типу товару.

В якості інструменту створення розширення було обрано Microsoft Visual Studio Code – сучасний редактор коду, та розширення AL Language до нього для підтримки мови AL, які є безкоштовними, вільно поширюваними, з відкритим вихідним кодом.

Мова AL дозволяє створювати нові або розширювати функціонал вже існуючих об'єктів системи.

Можливі сфери застосування. Розроблене розширення може бути використаним будь-якою компанією, яка використовує ERP-систему Business Central та має необхідність в аналізі даних системи за допомогою методів штучного інтелекту.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПОБУДОВИ РОЗШИРЕННЯ

1.1 ERP-система

ERP – організаційна стратегія інтеграції виробництва та операцій, управління трудовими ресурсами, фінансового менеджменту та керування активами, орієнтована на безперервне балансування та оптимізацію ресурсів підприємства шляхом спеціалізованого інтегрованого пакету прикладного програмного забезпечення, яке забезпечує загальну модель даних та процесів для всіх сфер діяльності. ERP-система – це конкретний програмний пакет, що реалізує стратегію ERP.

Концепція ERP була сформульована у 1990 році аналітиком фірми Gartner Лі Уайлі як розвиток методики MRP II. Вже на межі середини 1990-х років були розроблені декілька успішно тиражованих ERP-систем для великих організацій. Найбільш відомими є розробки компаній Baan, Oracle, SAP, JD Edwards.

Вже до 2000 р. сформувався ринок послуг по впровадженню ERP-систем. Пізніше, у 2000-х з'явилася значна кількість ERP-систем для малого та середнього бізнесу, найбільш відомими постачальниками яких стали фірми Sage Group та Microsoft.

На сьогоднішній день впровадження ERP-системи вважається фактично необхідною умовою для публічної компанії. Крім того, якщо спочатку ERP-системи впроваджувалися лише промисловими підприємствами, зараз вони використовуються більшістю великих організацій незалежно від сфери діяльності, належності до будь-якої країни, форми власності [1].

1.1.1 Ключові принципи ERP-стратегії

Однією із характерних рис ERP-стратегії відмічається принциповий підхід до використання єдиної транзакційної системи для більшості операцій та бізнес-процесів організації, незалежно від функціональної та територіальної відмінності місць їх виникнення та походження, обов'язковість зведення всіх

операцій у єдину базу для наступної обробки та отримання в режимі реального часу збалансованих планів.

Тиражованість, тобто можливість застосувати один і той самий програмний пакет для різних організацій (можливо, з різними налаштуваннями та розширеннями), фігурує як одна з обов'язкових умов ERP- системи. Однією з головних причин розповсюдженого використання тиражованих ERP-систем замість розробки під замовлення є можливість впровадження найкращих практик методом реінжинірингу бізнес-процесів згідно рішень, що були застосованими в ERP-системі. Однак, зустрічаються і згадування інтегрованих систем, що були розроблені для конкретної організації під замовлення, як ERP-систем [2].

Необхідність повного застосування ERP-системи у територіально-розподілених організаціях потребує підтримки у єдиній системі множини валют та мов. Більш того, необхідність підтримувати декілька організаційних одиниць (кілька юридичних осіб або кілька підприємств), кілька відмінних планів рахунків, облікових політик, відмінних схем оподаткування у єдиному екземплярі системи є необхідною умовою для застосування у транснаціональних компаніях.

Можливість застосовуватися у різних галузях накладає на ERP-системи, з одного боку, вимоги до універсальності, з іншого – підтримку розширюваності галузевої специфіки. Основні великі системи включають готові спеціалізовані модулі та розширення для різноманітних галузей. Існують спеціальні рішення в межах ERP-систем для машинобудівельних та обробних виробництв, підприємств добувної промисловості, роздрібною торгівлі, дистрибуції, банків, фінансових організацій та страхових компаній, підприємств електрозв'язку, енергетики, організацій сектору державного керування, сфери освіти, медицини та великої множини інших галузей [1].

1.1.2 Модулі ERP

Модульний принцип організації дозволяє впроваджувати ERP-системи поетапно, послідовно переводячи в експлуатацію один або кілька функціональних модулів, а також обирати ті з них, які актуальні для організації. Крім того, модульність ERP-системи дозволяє будувати рішення на основі кількох ERP-систем, обираючи з кожної кращі у своєму класі модулі. Розбиття на модулі та їх групування бувають різними, але у більшості основних постачальників систем виділяються групи модулів: фінанси, персонал та операції.

У 1990-х роках у якості модулів великих ERP-систем постачалися рішення для клієнтського обслуговування, керування проектами та керування життєвим циклом продукції. Але разом із швидким розвитком самостійних рішень класу CRM, PPM та PLM, ці модулі були або перепроєктовані як окремі продукти та перестали бути частиною ERP-системи, або були замінені у продуктових лінійках як окремі, спеціалізовані рішення [1].

1.1.2.1 Фінансовий модуль

Фінансові модулі (особлива головна книга) вважаються центральними компонентами ERP-системи, а формування фінансової звітності засобами ERP-системи є однією із фактично обов'язкових вимог для позитивних результатів процедури *due diligence*.

Серед фінансових модулів фігурує множина різноманітних функціональних блоків, у різних системах та різних версіях відокремлюються різні їх поєднання. Серед тих, що найбільш часто використовуються:

- бухгалтерські: головна книга, рахунки дебітори, рахунки кредитори, консолідація;
- обліково-керівні, контролінгові: облік витрат та доходів, обрахунок собівартості;

- казначейські: керування ліквідністю, управління пересуванням коштів, взаємодія з банками, керування боргом;
- фінансово-керівні: управління основними засобами, інвестиційний менеджмент, фінансовий контроль та керування ризиками;

Також іноді до фінансового модулю ERP-систем включені фінансове планування та керування ключовими показниками ефективності. Але провідні постачальники відокремлюють ці функції в окремі спеціалізовані програмні продукти [1].

1.1.2.2 Модуль управління персоналом

Однією з принципових відмінностей ERP- стратегії від використання окремих додатків для MRP II та автоматизації розрахунку заробітної плати було уявлення про інтеграцію інформації про трудові ресурси для можливості оперативного планування та управління операціями з урахуванням інформації про доступність персоналу, можливості точно розраховувати витрати по продуктам відповідно з інформацією про компенсацію задіяного персоналу.

На початку 2000-х років провідні постачальники просували уявлення про необхідність керування персоналом як трудовими ресурсами організації (відповідно, вводячи у вживання абревіатуру HCM — англ. human capital management). У рамках реалізації цієї концепції вони наростили функціональні можливості модулів управління персоналом у частині можливості введення інформації про професійні навички, планування навчання, кар'єри співробітників та забезпечивши застосовність інформації, яка оброблюється в цих модулях, для цілей стратегічного управління організацією, розрахунку ключових показників ефективності та фінансового менеджменту.

Серед модулів управління персоналом в ERP-системах 2000-х років: кадровий облік, облік робочого часу (табельний облік), управління планами на роботи, відрядженнями, розрахунок продуктивності трудових ресурсів, управління оплатою праці, преміями, компенсаціями та розрахунок заробітної

платні, пенсійний облік, оцінка персоналу, управління кваліфікацією (професійними навичками, навчанням), підбір персоналу [1].

1.1.2.3 Модуль Операцій

Модулі операційного блоку покривають діяльність організації по створенню продуктів та послуг та необхідні функції по забезпеченню цих процесів. Якщо кадрові та фінансові модулі достатньо універсальні для різних організацій, то багато операційних модулів більш специфічні для різних галузей, бо підходи до перетворення ресурсів в різних галузях суттєво відрізняються. В більшості систем сформувалися наступні групи операційних модулів:

- Логістичні: постачання, управління взаємовідносинами з постачальниками, управління ланцюгами поставок та транспортуванням, управління запасами, складами, інвентаризацією;
- Виробничі: управління специфікаціями в дискретних виробництвах (англ. Bill of materials) та рецептурами в процесних виробництвах (англ. Process manufacturing), хімічних, металургічних, харчових тощо, виробниче планування, облік продукції, управління виробничими програмами;
- Забезпечуючі: управління технічним обслуговуванням и ремонтами обладнання, планування потужності управління транспортом;
- Збутові: ціноутворення, обробка та конфігурація замовлень, продажів, обслуговування після продажу.

Окремі функції операційного блоку найчастіше виносяться в спеціалізовані програмні продукти та фігурують як виділені класи прикладного програмного забезпечення, такими являються EAM-системи для технічного обслуговування та ремонтів, CRM-системи для продажу та дистрибуції, PLM для управління специфікаціями, APS та MES для управління виробництвом [1].

1.1.3 Business Central

Business Central – це рішення, що розроблене для підтримки керування діяльністю малих та середніх підприємств. Business Central дозволяє автоматизувати та спростити бізнес процеси, ефективніше керувати підприємством. Є Простим для налаштування, має велику кількість корисних функцій.

Система планування ресурсів підприємства Business Central дозволяє організаціям керувати діяльністю, включаючи фінанси, виробництво, продажі, керування проектом, надання послуг та інше.

Рішення дає змогу легко додавати функціональність, специфічну для регіону, у якій безпосередньо відбувається діяльність, знаходиться сфера діяльності організації [3].

Серед переваг даної системи – можливість розгорнути її як у хмарі, так і локально, підтримка підключення сервісів Azure, Power BI, Power Apps, Power Automate тощо. В основі системи знаходиться загальна модель даних (CDM). Це дозволяє використовувати різні продукти та системи у межах спільної корпоративної моделі, базуючись на єдиній базі даних.

Business Central пропонує новий підхід до розробки – розширення. Це дозволяє зберегти початковий функціонал системи. Таким чином організації уникають додаткових витрат на перенесення допрацювань під час оновлення системи.

1.2 Огляд використаних технологій

1.2.1 Мова AL

AL – це мова програмування, яка використовується для роботи з даними (наприклад, отримання, вставка та зміна) у базі даних Dynamics 365 Business Central, та контролю виконання різних об'єктів системи, таких як сторінки, звіти та код-юніти.

За допомогою AL можна створювати різноманітні правила з метою забезпечення зберігання даних у такому вигляді, який відповідає вимогам та способу ведення бізнесу організацією [4].

1.2.2 VS Code

Visual Studio Code – редактор коду, розроблений Microsoft для Windows, Linux та macOS. Позиціонується як дуже легкий текстовий редактор для кросплатформеної розробки веб та хмарних додатків. Включає до себе інструменти для роботи з Git, підсвітку синтаксису, IntelliSense та засоби рефакторингу. Розповсюджується безкоштовно, базується на Electron та реалізується через веб-додаток Monaco.

Розширення AL Language для VS Code дозволяє прямо в текстовому редакторі розробляти розширення для ERP-системи Business Central. Воно має різноманітні аналізатори коду, які можна налаштувати в залежності від мети виконуваної розробки [5].

РОЗДІЛ 2

ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЦІЛІ СТВОРЕННЯ РОЗШИРЕННЯ

Призначенням розширення є можливість застосувати методи штучного інтелекту в ERP-системі, увімкнувши дане розширення, без додаткових даних та налаштувань.

2.1 Призначення розширення

Розширення розроблено з наступними цілями:

- Забезпечити можливість користувачеві працювати з даними будь-якої доступної сутності системи, попередньо обравши її.
- Надати можливості попередньої підготовки даних перед їх обробкою.
- Забезпечити функціонал обрання методу та застосування його на підготовлених даних.
- Додати можливість візуалізації результатів роботи методів штучного інтелекту.
- Забезпечити безпеку даних через доступ розширенню лише до тих сутностей, які є доступними даному користувачеві.
- Налаштувати зручний та зрозумілий користувачеві інтерфейс для використання всіх вище зазначених можливостей розширення.

2.2 Вимоги до функціоналу модуля

До встановлення розширення у системі відсутня будь-яка з можливостей, перелічених у попередньому підрозділі функціоналу. Тому спочатку необхідно спроектувати та реалізувати сутності для роботи з будь-яким полем доступних таблиць системи. Для роботи з новими таблицями в системі для них треба розробити відповідні сторінки. На сторінках додати кнопки для виклику пов'язаних із сутностями функцій. Додати необхідні валідації для забезпечення коректності даних у системі. Також необхідно створити функціонал для попередньої обробки даних: фільтрації, видалення, аналізу.

Потім виконується розробка код-юніту (тип об'єкту системи Business Central, який зберігає виконуваний код, який безпосередньо не пов'язаний з іншими типами об'єктів). Код-юніт забезпечує виконання різних методів штучного інтелекту на раніше створених проміжних сутностях.

Далі створюється звіт, який виконуватиме візуалізацію отриманих результатів.

В кінці розробки налаштовується доступність об'єктів у системі. Користувач має мати доступ до всіх створених у розширенні сторінок через вікно пошуку у системі.

Розширення має відповідати останнім правилам написання коду на AL [7]. Це забезпечить легку підтримку та здатність розширення працювати на якомога новіших версіях Business Central.

2.3 Нефункціональні вимоги

Доступність. Кожна з користувацьким підсистем має бути доступна у будь-який час.

Безпека. Доступ до підсистем має відбуватися виключно після успішної аутентифікації користувача. На етапі вибору даних для обробки, користувач матиме змогу обирати лише середд сутностей доступних даному типу користувача. Це налаштовується в ERP-системі, і розширення має використовувати встановлені налаштування.

Локалізація. Інтерфейс має бути доступним українською та англійською мовами. При цьому задля запобігання розбіжностей у трактуванні, значення дат у рамках системи відображаються у міжнародному форматі – YYYY-MM-DD.

Продуктивність та швидкодія. Розширення має працювати на проміжних даних, щоб не блокувати базу даних іншим користувачам або іншим процесам.

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗШИРЕННЯ

3.1 Проектування таблиці

На даний момент у Business Central ще повністю відсутній функціонал застосування методів штучного інтелекту до даних системи. Виходячи з викладених вище вимог, у системі треба побудувати таблиці для проміжного збереження даних, їх підготовки та обробки.

Для використання сутності даних у нашому розширенні, виходячи із вимог, достатньо її вигляду, вказаного у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Сутність Дані

Назва	Підпис	Тип(, довжина)
Code	Код	Code, 10
x	x	Integer
y	y	Integer
Value	Значення	Text, 250
Description	Опис	Text, 250
Table	Таблиця	Text, 250
Field	Поле	Text, 250

Первинним ключем даної таблиці є поле Код.

Поля x та y зберігають положення значень у випадку багатовимірних даних.

Для відображення цієї таблиці була створена сторінка типу список та підсторінка для вибору таблиці та поля як джерело наповнення. На сторінці налаштовані функції фільтрування, видалення та аналізу даних.

3.2 Розробка функціоналу

Було використано API у Azure Machine Learning Studio. Модель прогнозування дозволяє аналізувати дані за історичні періоди, щоб робити прогнози щодо грошових потоків та рівнів запасів. Ця модель використовує модуль Execute R Script для запуску сценаріїв R, які обчислюють прогноз і визначають його точність. Два модулі введення визначають очікувану структуру вхідних наборів даних. Перший модуль визначає історичні дані, а другий визначає глобальні параметри.

Експеримент використовує історичні значення часових рядів із таких полів:

- GranularityAttribute (рядковий) – може бути пов'язаний з ідентифікатором продукту для прогнозування продажів продукту. Ідентифікатор групи може бути складеним ключем, який включає ідентифікатор продукту та ідентифікатор місцеположення або його варіант;
- DateKey (числовий) – порядкова кількість періодів часу, наприклад днів, тижнів, місяців або років. Модель передбачає однакову тривалість для кожного періоду;

TransactionQty (числовий) – прогнозне значення для кількості проданих товарів, загальної кредиторської чи дебіторської заборгованості або відсотка використаної потужності.

Крім того, для моделі потрібен набір параметрів для модулів:

- Горизонт (числовий) – визначає кількість майбутніх періодів для прогнозування.
- Сезонність (числова) – модель приймає будь-який тип періоду часу, але якщо ви хочете, щоб вона визнавала сезонність, вам потрібно визначити, що таке звичайний сезон для історичних даних.

Наприклад, якщо сезон — рік і значення групуються щомісяця, то сезонність має бути 12. Якщо сезон містить квартальні значення, то сезонність має бути 4. Однак, якщо сезонність у вашому бізнесі є щотижневою, використовуйте 7 та зведені значення щоденно.

- `Forecast_start_datekey` (числовий) – визначає затримку перед початком прогнозування. Ось приклад. Сьогодні 1 січня, а ваші дані за минулий рік, тобто 12 періодів. Ви можете ввести 2 як `Horizon` і 15 для `Forecast_start_datekey`. У цьому випадку ви пропускаєте два місяці і отримуєте прогнози на березень і квітень. Ви можете досягти того ж результату, вказавши 4 як горизонт і пропустивши перші 2 періоди під час обробки відповіді. У цьому випадку вкажіть `Forecast_start_datekey` як останнє значення поля `DateKey` та збільште його на 1. Наприклад, якщо ви надаєте історичні дані за дванадцять місяців, а останній `DateKey` дорівнює 12, ключ `Forecast_start_datekey` буде 13 ($12 + 1$).
- `Time_series_model` (рядок) – визначає модель часового ряду, яка буде використовуватися. Модель підтримує наступні алгоритми та їх комбінації:
 - ARIMA
 - ETS
 - STL
 - ETS+ARIMA (середнє)
 - ETS+STL (середнє)
 - всі
 - TBATS

РОЗДІЛ 4.

СТВОРЕННЯ ТЕСТОВОГО СЕРЕДОВИЩА BUSINESS CENTRAL

Для того щоб спробувати встановити розширення та протестувати його функціонал, було створено тестове середовище системи Business Central.

4.1 Створення віртуальної машини

Для початку потрібно зареєструватися на Порталі Azure [14]. Далі, перейшовши за посиланням <https://aka.ms/bcsandbox> [15], відкриваємо шаблон створення віртуальної машини з середовищем для розробки Business Central. Тут потрібно обрати розмір ВМ, образ Business Central (наприклад, <http://mcr.microsoft.com/businesscentral/onprem> [16]) та ліцензію. Після підтвердження відпрацьовує скрипт створення докер-контейнеру із Business Central. Перейшовши за посиланням ВМ можна слідкувати за процесом розгортання.

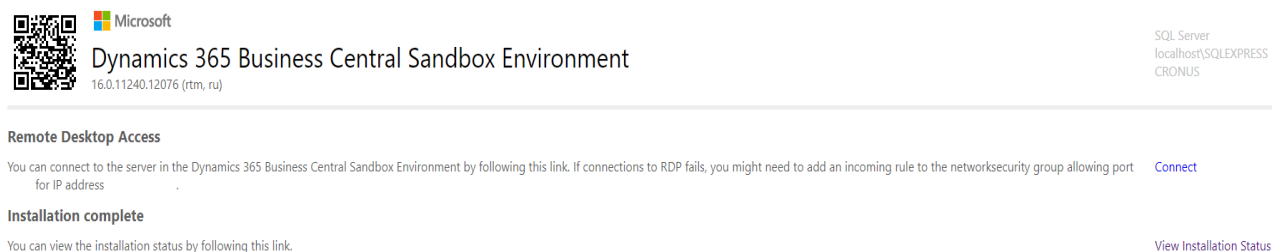


Рисунок 4.1 – Landing page віртуальної машини

4.2 Підключення з Visual Studio Code

Для підключення Visual Studio Code до Business Central необхідно виконати наступні кроки:

1. Встановити Visual Studio Code та запустити його.
2. Встановити "AL Language" розширення з каталогу розширень.

3. Натиснути комбінацію клавіш Ctrl + Shift + P та обрати "AL:Go!", далі обрати папку для збереження та "Your own server" у якості підсистеми, з якою працюємо.
4. Відредагувати файл launch.json, скопіювавши у нього налаштування з лендінгу віртуальної машини, створеної раніше ("Access the Dynamics 365 Business Central Sandbox Environment using Visual Studio Code")
5. Ввести комбінацію клавіш Ctrl + Shift + P та обрати "Download Symbols", ввести логін та пароль, які були обрані на етапі створення ВМ.

Система повідомила, що символи завантажені. Це означає, що розширення отримало вказівники на всі об'єкти системи та встановлених у неї розширень [17].

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано наступні завдання:

- проаналізовано останні зміни у розробці розширень для системи планування ресурсів Business Central;
- розроблено необхідні сутності та внесені розширення до стандартних для роботи із додатком;
- розроблені сторінки для роботи з усім функціоналом розширення;
- створено звіт для запуску методів прогнозування;

Вирішено наступні цілі:

- забезпечено можливість працівнику організації зручно та ефективно вести процес вибору таблиці та поля для обробки, підготовки даних, та застосування методів штучного інтелекту до них;
- надано можливість зберігати необхідні для процесу дані у системі, переглядати та оновлювати їх.

Розширення може вже зараз бути впровадженим в будь-яку систему Business Central у якості модуля для розширення можливостей обробки даних організацією.

У ході подальшої розробки можливе значне розвинення функціоналу розширення та більш глибока його інтеграція у процес з метою покриття більшого спектру аспектів сфери.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Gartner. The Gartner Glossary of Information Technology Acronyms and Terms / Gartner. [Електронний ресурс]. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gartner.com/en/glossary>.
2. Leon. Enterprise Resource Planning / Leon, Alexis – New Dehli: McGraw-Hill, 2008. – С. 224 – 500.
3. Microsoft Docs Welcome to Dynamics 365 Business Central [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/>.
4. Microsoft Docs Programming in AL [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-programming-in-al>.
5. Visual Studio Code Extension AL Language [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ms-dynamics-smb.al>.
6. Microsoft Docs Rules and Guidelines for AL Code [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/compliance/apptest-overview>.
7. Microsoft Docs FlowFields [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics-nav/flowfields>.
8. Microsoft Docs Sales [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics-nav-app/sales-manage-sales>.
9. Microsoft Docs Control Add-In Object [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-control-addin-object>.

10. Microsoft Docs Subscribing to Events [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-subscribing-to-events>.
11. Microsoft Docs JSON Files [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-json-files>.
12. Microsoft Docs Working with Translation Files [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-work-with-translation-files>.
13. Microsoft Docs Debugging [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-debugging>.
14. Microsoft Azure Portal [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://portal.azure.com/>.
15. Business Central Virtual Machine Template [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://aka.ms/bcsandbox>.
16. Business Central Docker Image [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://mcr.microsoft.com/businesscentral/onprem>.
17. Glue M. Microsoft Dynamics 365 Business Central Cookbook: Effective recipes for developing and deploying applications with Dynamics 365 Business Central / Michael Glue., 2019. – 380 с.